

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E AS INOVAÇÕES DA PESQUISA
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**Autor: Bruno Bernardo Galindo Lopes
Orientador: Prof. Dr. Jorge Megid Neto**

2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E AS INOVAÇÕES DA PESQUISA
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Autor: Bruno Bernardo Galindo Lopes
Orientador: Prof. Dr. Jorge Megid Neto

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação defendida por Bruno Bernardo Galindo Lopes e
aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: Campinas, 23 de Fevereiro de 2007

Assinatura: Jorge Megid Neto
Prof. Dr. Jorge Megid Neto

COMISSÃO JULGADORA:

Jorge Megid Neto
Osvaldo Basalanga
[Assinatura]
[Assinatura]

2007

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

L881L

Lopes, Bruno Bernardo Galindo.

Livros didáticos de física e as inovações da pesquisa em Educação em Ciências /
Bruno Bernardo Galindo Lopes. – Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Jorge Megid Neto.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Educação.

1. Livros didáticos. 2. Física - Estudo e ensino. 3. Livros - Análise. I. Megid
Neto, Jorge. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III.
Título.

07-036/BFE

Título em inglês: Physics didactic books and research innovations in Sciences Education.

Keywords: Text-books; Physics – study and teaching; book analysis

Área de concentração: Ensino, Avaliação e Formação de Professores de Ciências.

Titulação: Mestre em Educação

Banca examinadora: Prof. Dr. Jorge Megid Neto (Orientador)

Prof. Dr. Dirceu da Silva

Prof. Dr. Jomar Barros Silva

Profa. Dra. Elizabeth Barolli

Prof. Dr. Hilário Fracalanza

Data da defesa: 23/02/2007

Programa de pós-graduação: Educação

e-mail: burego2002@yahoo.com.br

“O livro didático é um instrumento específico e importantíssimo de ensino e aprendizagem formal. Muito embora não seja o único material de que os professores e alunos vão valer-se no processo de ensino e aprendizagem, ele pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado resultante das atividades escolares.” (Lajolo, Marisa. *Em aberto*, 1996, p.4)

AGRADECIMENTOS

Para a realização do presente estudo, contei com a colaboração de muitas pessoas, às quais desejo expressar meus agradecimentos e sentimentos.

Ao professor Dr. Jorge Megid Neto, pela paciência, competência e compreensão, fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos colegas Perciliana Pena e Paulo Marcelo, pelos incentivos e relevantes contribuições para o presente estudo.

Aos professores Dirceu da Silva, Elizabeth Baroli, Hilário Fracalanza e Jomar Barros, pelas críticas consistentes e valiosas contribuições apresentadas no exame de qualificação e defesa de dissertação de mestrado.

A Sueli, que sempre que possível possibilitou o agendamento dos encontros de orientação com o prof. Jorge Megid.

Ao amigo Ricardo, pela força e por dividir as angústias durante todo o percurso do Mestrado.

Às amigas Ivone Eugênio dos Santos e Jocélia Barreto, pela amizade, atenção e apoio em todos os momentos em que estive construindo esta pesquisa.

Aos amigos Wericson, Fábio, Jeferson, Maria Antonia, Kátia, Alexandra, Isabel, Luciana e Edlaine, pelo apoio em diferentes momentos.

À minha mãe Vicentina e aos meus irmãos Igor, Daniel e Betania, por estarem sempre presentes nesta caminhada.

À direção da Faculdade de Educação, Cursinho do Sindicato e Fundação Bradesco, aos seus professores e funcionários, pelo carinho e compreensão no período em que estive realizando este trabalho.

E finalmente, a Deus, por estar sempre presente a meu lado.

SUMÁRIO

Resumo	xi
Abstract	xiii
Lista de Quadros	xv
Introdução	1
Capítulo 1 – Inovações da Pesquisa em Educação em Ciências	7
1.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	14
1.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	21
1.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	25
1.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	29
1.5 – Atividades Experimentais	32
Capítulo 2 – Diretriz Metodológica	37
Capítulo 3 – Análise das Coleções Didáticas de Física	41
3.1 – Coleção “Física – História & Cotidiano” – Editora FTD	42
3.1.1 – Descrição da Coleção	42
3.1.2 – Análise da Coleção	48
3.1.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	48
3.1.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	50
3.1.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	51
3.1.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	54
3.1.2.5 – Atividades Experimentais	54
3.1.3 – Síntese da Análise	55
3.2 – Coleção “Física” – Editora Ática	57
3.2.1 – Descrição da Coleção	57
3.2.2 – Análise da Coleção	63
3.2.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	63
3.2.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	65
3.2.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	66
3.2.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	69
3.2.2.5 – Atividades Experimentais	70
3.2.3 – Síntese da Análise	71
3.3 – Coleção “Física Básica” – Editora Atual	73
3.3.1 – Descrição da Coleção	73

3.3.2 – Análise da Coleção	77
3.3.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	78
3.3.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	80
3.3.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	81
3.3.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	83
3.3.2.5 – Atividades Experimentais	84
3.3.3 – Síntese da Análise	85
3.4 – Coleção “Física para o Ensino Médio” – Editora IBEP	88
3.4.1 – Descrição da Coleção	88
3.4.2 – Análise da Coleção	92
3.4.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	92
3.4.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	94
3.4.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	96
3.4.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	97
3.4.2.5 – Atividades Experimentais	98
3.4.3 – Síntese da Análise	100
3.5 – Coleção “Física para o Ensino Médio” – Editora Scipione	102
3.5.1 – Descrição da Coleção	102
3.5.2 – Análise da Coleção	108
3.5.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	109
3.5.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	110
3.5.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	111
3.5.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	113
3.5.2.5 – Atividades Experimentais	115
3.5.3 – Síntese da Análise	117
3.6 – Coleção “Física” – Editora Moderna	119
3.6.1 – Descrição da Coleção	119
3.6.2 – Análise da Coleção	122
3.6.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	122
3.6.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)	123
3.6.2.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas	124
3.6.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)	126
3.6.2.5 – Atividades Experimentais	127
3.6.3 – Síntese da Análise	128
3.7 – Quadro Geral da Análise das Coleções	130
Capítulo 4 – Conclusões e Considerações Finais	133
Bibliografia	145

RESUMO

LOPES, Bruno Bernardo Galindo. **Livros Didáticos de Física e as Inovações da Pesquisa em Educação em Ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação). 2007. 165 p. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

A presente pesquisa objetivou verificar em que medida as coleções didáticas modernas de Física incorporam aspectos dos principais movimentos da pesquisa atual em Educação em Ciências: Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual; História e Filosofia da Ciência; Modelos Mentais e a Resolução de Problemas; Física Moderna e Contemporânea e Atividades Experimentais, por meio da identificação dos elementos indicativos da incorporação das inovações de cada um dos movimentos acima no conjunto de textos, atividades e exercícios, entre outras partes que constituem o conjunto de cada obra didática (livro do aluno e manual do professor). Assim, foram analisadas seis coleções (livro do aluno e manual do professor) de volume único das Editoras Ática, Atual, FTD, IBEP, Moderna e Scipione, selecionadas por serem as coleções de volume único mais vendidas de cada editora e terem edições atualizadas. Inicialmente foi realizada uma descrição dos aspectos gráfico-editoriais (identificação da obra, glossário, referências bibliográficas, indicação de leituras complementares, organização de textos, configuração de ilustrações, tabelas e gráficos) do livro do aluno e manual do professor de cada coleção, seguida da análise dos capítulos de Mecânica e manual do professor das mesmas, buscando identificar as inovações incorporadas. Os resultados dessa análise qualitativa permitiram chegar à conclusão que, de modo geral, todas as coleções analisadas incorporaram apenas parcialmente as inovações da pesquisa em Educação em Ciências pelo menos quanto ao propósito, realizando muito pouco, de fato, no Livro do Aluno, sendo que, nas vezes em que o fazem, realizam uma abordagem inadequada das mesmas. Nessa incorporação parcial demonstra haver ainda falta de empenho de seus autores em superar o modelo clássico de livro didático de Física, rompendo com sua rígida estrutura “convencional”, permitindo assim que este se torne uma ferramenta efetiva da aprendizagem, capaz de estimular a criatividade, a reflexão, o debate e o senso de investigação individual e coletiva dos alunos.

ABSTRACT

LOPES, Bruno Bernardo Galindo. **Physics Didactic Books and Research Innovations in Sciences Education**. Dissertação (Mestrado em Educação). 2007. 165 p. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

The object of this research was to verify how much modern didactic Physics books incorporate aspects of the main movements of Sciences Education research: Alternative Concepts Movement and Conceptual Change Theory; History and Philosophy of Sciences; Mental Models and Problem Solving; Modern and Contemporary Physics and Experimental Activities. This would be done by identification of the incorporation of innovations derived from each movement above in each assemble of texts, activities and exercises, among other parts which constitute each didactic Physics collection analyzed (student book and teacher book). In such a way, six one book Physics collections, produced by six different publishing houses (Ática, Atual, FTD, IBEP, Moderna and Scipione) were analyzed. These particular collections were chosen because they were the best seller one book collections by each publishing house, and they had updated editions. This research began by the description of graphical-editorial aspects (book identification, glossary, bibliographical references, complementary reading indications, text organizations, illustrations tables and graphics) of each student book and teacher book of each collection, followed by an analysis of their Mechanics' chapters and teacher books, to identify if there were incorporated innovations. The results of this qualitative analysis led to the conclusion that in a general way, all these six Physics' books collections incorporated partially the research in Sciences Education innovations, mainly on its purposes, and making very few, in fact, in students' book, and when it's done, their approach is inadequate. This partial incorporation shows how poor were the efforts of these collections' authors to surpass the classic model of Physics didactic books, breaking with the rigid "conventional" frame of these books and allowing them to become an effective learning tool, able to stimulate creativity, reflection, argument, and individual and collective investigation sense on the students.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Identificação da coleção didática	39
Quadro 2: Dados editoriais do Livro do Aluno e Manual do Professor da coleção <i>Física – História & Cotidiano</i> , da Editora FTD	43
Quadro 3: Dados editoriais do Caderno de Atividades da coleção <i>Física – História & Cotidiano</i> , da Editora FTD	45
Quadro 4: Dados editoriais do Caderno de Resoluções da coleção <i>Física – História & Cotidiano</i> , da Editora FTD	47
Quadro 5: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção <i>Física</i> , da Editora Ática	57
Quadro 6: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção <i>Física</i> , da Editora Ática	60
Quadro 7: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção <i>Física Básica</i> , da Editora Atual	74
Quadro 8: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção <i>Física Básica</i> , da Editora Atual	76
Quadro 9: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção <i>Física para o Ensino Médio</i> , da Editora IBEP	89
Quadro 10: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção <i>Física para o Ensino Médio</i> , da Editora IBEP	90
Quadro 11: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção <i>Física para o Ensino Médio</i> , da Editora Scipione	103
Quadro 12: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção <i>Física para o Ensino Médio</i> , da Editora Scipione	107
Quadro 13: Dados editoriais do Manual do Professor e do Livro do Aluno da coleção <i>Física</i> , da Editora Moderna	119
Quadro 14: Síntese geral das análises das coleções didáticas de Física	130

INTRODUÇÃO

Por se caracterizar como um elemento importante para a qualidade do aprendizado e por subsidiar o trabalho do professor em sala de aula, o livro didático que chega às escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio tem sido estudado por grupos de pesquisas de instituições públicas e privadas e pelo Ministério da Educação (MEC), que tem realizado anualmente a análise dos livros didáticos utilizados pelas escolas brasileiras através do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD).

No contexto da educação brasileira, esse tem sido o principal, quando não único, instrumento de que professores e seus alunos dispõem para o desenvolvimento das atividades de ensino e de aprendizagem formal. Além disso, tornou-se objeto de estudo de pesquisas acadêmicas e de centros de formação de professores. Destacamos aqui Lajolo (1987), para a qual o livro didático tem um papel fundamental no processo ensino-aprendizagem. De fato, sua importância

aumenta ainda mais em países como o Brasil, onde a precaríssima situação educacional faz com que ele (o livro didático) acabe determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina. Além disso, embora não seja o único material de que os professores e alunos vão valer-se no processo de ensino aprendizagem, ele pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado das atividades escolares. (Lajolo, 1987, p. 4)

Assim, o livro didático constituiu-se em um importante objeto de investigação de grupos de pesquisa acadêmicos e do próprio Ministério de Educação.

Megid Neto (2002), a partir de dados coletados na “Oficina do Livro Didático”, evento de extensão da Unicamp realizado com professores de ciências do Ensino Fundamental em várias cidades da região de Campinas (SP), afirma que

Quando perguntamos sobre os usos que fazem do livro didático em suas atividades docentes, os participantes apresentam respostas que podem ser aglutinadas em três grandes grupos. Os professores fazem uso simultâneo de várias coleções didáticas, de editoras ou

autores distintos, para elaborar o planejamento anual de suas aulas e para a preparação delas ao longo do ano letivo. Também comentam que o livro didático é utilizado como apoio às atividades de ensino, seja na sala de aula, seja extra-classe, visando à leitura de textos, à realização de exercícios e outras atividades e ainda como fonte de imagens (fotos, desenhos, mapas, gráficos etc.) para os estudos escolares. Por fim, salientam que o livro didático é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para o professor complementar seus conhecimentos, quanto para os alunos, em especial na realização das chamadas "pesquisas" bibliográficas. (Megid Neto, 2002, p.328)

Em relação ao uso do livro, Nardi (1999) afirma que toda escolha de livros didáticos implica na tomada de posições que tendem a direcionar conteúdos e práticas na educação. Citando Fracalanza (1992), Nardi afirma ainda que o livro didático, até o momento, vem constituindo um mero reflexo das condições educacionais no Brasil, o que pode ser demonstrado pela realidade atual do ensino de Ciências nas escolas de Ensino Fundamental e Médio no Brasil, que se reflete em dois níveis diferentes de compreensão e de ações e práticas na educação: o *nível de propósito* e o *nível de fato*.

No nível de propósito, o ensino de Ciências se pauta por documentos oficiais, trabalhos acadêmicos, planos de educação e currículos, entre outras produções vinculadas à academia e aos órgãos governamentais.

Já no nível de fato, isto é, no que diz respeito à utilização dos livros didáticos em sala de aula pelos professores, Nardi observa que, paradoxalmente, este uso se desenvolve de uma forma inadequada. O professor depende estritamente do livro didático para ensinar e, assim, este material adquire um papel primordial, direcionando os conteúdos a serem transmitidos e a forma de ensino, e não o oposto, isto é, subordinando-se a estes elementos. Esta dependência se deve muitas vezes à falta de preparo do professor para o exercício da função e à limitação de tempo para a realização de capacitações em sua área de conhecimento ou para a preparação do plano de aulas.

Portanto, segundo o autor, ao escolher um livro didático, o professor que optar por não ser “dominado” por tal material didático deve ter primeiramente o domínio teórico da sua disciplina para, então, ser capaz de relacioná-la à prática e saber avaliar criticamente o ensino, isto é, ter uma postura crítica em relação ao ensino tradicional, que ainda pressupõe esta ligação de dependência quase absoluta ao livro didático.

O autor considera ainda que, embora desde há algum tempo os órgãos governamentais tenham contribuído na implementação de planos que subsidiem uma ação docente mais “independente” dos livros didáticos, a formação inicial dos professores de Ensino Fundamental e Médio ainda deixa a desejar, visto que os cursos de licenciatura no país ainda não preparam suficientemente para o ensino na sala de aula. No entanto, sabemos que mesmo os melhores cursos de licenciatura das melhores universidades públicas e privadas ainda não “preparam” de forma adequada os professores para a prática educacional, ou seja, para o dia-a-dia no ambiente escolar, em que estes profissionais da educação podem conviver com diversas mazelas escolares (falta de estrutura física, alunos e professores desmotivados, seu próprio despreparo, etc).

Em se tratando de livro didático, este recurso pedagógico sempre esteve presente em minha trajetória profissional, desde a Licenciatura em Física, durante a qual iniciei minha atuação como professor de Física em um cursinho pré-vestibular alternativo e de Matemática e Física no Ensino Fundamental e Médio em escolas particulares.

Desde então, ao longo de meu curso e ao desenvolver minhas atividades pedagógicas profissionais, tenho tomado contato com diversos livros, coleções e apostilas de Física, bem como elaborado alguns materiais didáticos, tais como cadernos de exercícios, avaliações e apostilas de Física e Matemática.

Este contato contínuo com materiais pedagógicos diversificados, elaborados sob diversas filosofias e propondo diferentes metodologias de trabalho (algumas inéditas para mim), chamou-me a atenção para algumas questões, como a de seu papel no processo ensino-aprendizagem e sua efetividade como materiais de apoio nesse processo. Era esse último aspecto que procurava encontrar nos materiais que utilizava em minhas aulas, mesmo sem saber exatamente como conceituar esta “efetividade”, bem como relacioná-la a critérios válidos de análise das obras que conhecia. Em outras palavras, dispunha de materiais (teorias, exercícios) que falavam dos tópicos de Física que eu iria abordar nas aulas, mas ainda não sabia o que significavam os materiais de que dispunha para esse aprendizado.

Freqüentemente, também, relacionava estes materiais com que tinha contato aos materiais com que eu próprio estudara, refletindo sobre esse aspecto em minha própria

formação escolar e acadêmica e observando aspectos positivos e negativos que essas coleções traziam.

Todas essas considerações fizeram-me optar, no momento da escolha de um campo de pesquisa em minha pós-graduação em Educação na Unicamp, pela análise de livros didáticos utilizados no ensino de Física.

Este tipo de material pedagógico tem se revestido de considerável importância no ensino escolar, constituindo talvez o principal material à disposição de professores e estudantes da educação básica, pois chega a ditar conteúdos e métodos no processo de aprendizagem, instituindo-se como referencial pedagógico para o professor. Também o governo federal, há mais de uma década, vem procurando melhorar a qualidade desses materiais, em especial por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Entre 1994 e 2004, esse programa abrangeu a avaliação de livros didáticos do Ensino Fundamental nas diferentes áreas do currículo escolar e, a partir de 2005, estendeu esta análise para os do Ensino Médio, primeiramente nas áreas de Matemática e Língua Portuguesa, e posteriormente, em 2006, para outras áreas desse nível escolar (Física, Química, Biologia, História e Geografia). Incorporado ao PNLD, além das avaliações periódicas dos livros didáticos, tem-se a ampla distribuição gratuita dos livros recomendados pelas avaliações às escolas públicas de todo o país.

Por outro lado, desde meados dos anos de 1960, foram desenvolvidos no Brasil estudos e pesquisas no campo educacional, visando, entre outros objetivos, a produção de conhecimentos sobre os processos de ensino-aprendizagem, sobre a formação de professor e sobre os recursos didáticos para o ensino, sempre na perspectiva de influenciar na melhoria desses vários aspectos da educação. No campo da Educação em Ciências e do Ensino de Física, em particular, as pesquisas tiveram forte expansão no Brasil a partir de meados dos anos 1980 e, sobretudo, da década seguinte em diante. Muito do ideário produzido pelo conjunto dessas pesquisas foi incorporado nos programas curriculares oficiais desde então, e até mesmo na prática pedagógica de uma parte dos professores. E nos livros didáticos, como teria sido esta incorporação?

Megid (1999) realizou em levantamento de pesquisas acadêmicas sobre os livros didáticos que analisaram o conteúdo de coleções de 1ª a 4ª séries e de 5ª a 8ª séries e constatou haver um consenso nestas pesquisas sobre a existência de lacunas na elaboração

dos manuais didáticos, devido a suas deficiências em relação às diretrizes pedagógicas e propostas metodológicas. Nessa concepção, o livro seria nada mais que um guia-modelo rígido do processo de ensino e aprendizagem, com exercícios repetitivos que estimulam o memorização, atividades e estratégias similares, experimentos demonstrativos ou do tipo redescoberta propostos de forma desconectada com a realidade, e por fim propondo a manutenção e reafirmação da figura do professor como autoridade máxima, detentora de saberes, e o aluno como mero receptor destes.

Segundo esse mesmo autor, as deficiências do livro didático foram sendo reproduzidas e mantidas ao longo dos anos, pois os documentos analisados são da década de 1970 até a década de 1990, o que permite concluir que nessa época o livro didático de Ciências para o Ensino Fundamental também não havia passado por grandes transformações quanto à forma como é organizado e constituído em sua metodologia e conceitos fundamentais. Apesar dessas críticas, tanto a propaganda oficial quando a das editoras de livros didáticos, especialmente após as constatações e avaliações do PNLD, afirmam que a qualidade dos livros didáticos vem melhorando devido a investimentos governamentais.

Contudo, no âmbito de Ciências, as alterações sugeridas por este programa se limitaram a correções conceituais e de termos utilizados, sugestões de atividades complementares / extracurriculares (mas não as de base ou principais) e melhoramentos na parte gráfica das coleções. Aspectos como as concepções teórico-metodológicas de ensino-aprendizagem, os preconceitos / mitificações sobre ciência e sobre ambiente, o papel do professor e do aluno, a função do conhecimento e da escola, entre outras, não foram levados em conta. Esta perda de qualidade também é constatada no artigo “Avaliações Oficiais sobre o Livro Didático de Ciências”, de Leão e Megid Neto (2006), analisando os programas nacionais que avaliaram as coleções didáticas de Ensino Fundamental realizados pelo MEC a partir de 1994. Os autores observam que, com exceção da primeira avaliação realizada em 1994, em todas as avaliações subsequentes, os critérios de avaliação de livros didáticos, estabelecidos pelas equipes de especialistas de Ciências do MEC, não levam em consideração aspectos essenciais do processo educativo em Ciências, como a concepção de ciência e as relações ciência-tecnologia-sociedade, a concepção de ambiente e a concepção de saúde. Segundo os autores, isso estimula a renovação das coleções somente em seus

aspectos periféricos ou não-essenciais para o ensino de Ciências, como a melhoria dos aspectos gráficos e editoriais.

No que se refere especificamente aos livros didáticos de Física, como houve a incorporação de tendências da pesquisa em Educação em Ciências?

Para abordar esta questão, primeiramente, serão identificadas e apresentadas as principais inovações trazidas pela produção científica no campo da Educação em Ciências nas últimas décadas (Capítulo 1). Em seguida, no Capítulo 2, será apresentada a metodologia da pesquisa de análise de conteúdo realizada em seis coleções didáticas de Física selecionadas de acordo com os objetivos desta pesquisa. A análise destas coleções de volume único, que buscará observar se existem inovações educacionais em seus livros do aluno e / ou manuais do professor, é apresentada no Capítulo 3. Por fim, as conclusões e considerações finais deste trabalho no último capítulo.

CAPÍTULO 1

INOVAÇÕES DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Iniciaremos este capítulo apresentando brevemente o movimento de inovações no Campo da Educação em Ciências no Brasil desde a década de 1950 e as principais tendências de pesquisa educacional nessa área que acompanham tal movimento. A seguir, trataremos das cinco tendências principais (ou inovações) que selecionamos para nortear a análise das coleções didáticas do capítulo a seguir. As tendências / inovações selecionadas são: Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual; História e Filosofia da Ciência; Modelos Mentais e Resolução de Problemas; Física Moderna e Contemporânea; Atividades Experimentais.

Procurando caracterizar as grandes tendências que marcaram o ensino de Ciências nos séculos XX e XXI, reportamo-nos inicialmente a Krasilchik (2000). Em um estudo sobre a revisão histórica das propostas de reforma do ensino de Ciências ao longo dos últimos anos, esta autora afirma que, à medida que a Ciência e a tecnologia foram consideradas como fundamentais para o desenvolvimento social, econômico e cultural, o ensino de Ciências foi se tornando objeto de inúmeras transformações no campo do ensino.

A partir da década de 50, observam-se no cenário educacional brasileiro diversos movimentos de inovação, principalmente no campo do Ensino de Ciências, em todos os níveis de escolaridade, especialmente na Educação Básica. Essas mudanças foram um reflexo das principais idéias difundidas pelos projetos de ensino norte-americanos traduzidos, adaptados e difundidos no Brasil na década de 60. Tais projetos baseavam-se em dois pressupostos:

Se a ciência for apresentada na forma como é conhecida pelos cientistas, ela será inerentemente interessante para todos os estudantes e qualquer conteúdo pode ser ensinado de uma forma intelectualmente honesta para qualquer aluno em qualquer estágio de desenvolvimento. (Yager e Harms, 1981, apud Fracalanza, 2006, p.3)

Segundo Fracalanza (2006), o movimento de inovação científica nos Estados Unidos iniciou-se no final da década de 1950 e foi alicerçado por interesses políticos e por uma soma de recursos governamentais estimados entre 5 e 7 bilhões de dólares. Tais recursos humanos e financeiros foram destinados para a produção de projetos de primeira geração no ensino de Física, Geociências, Química, Biologia e Matemática e para a preparação dos professores para o uso desses materiais.

Para esse autor, a justificativa para tais investimentos era o pressuposto de que a formação de uma elite secundarista garantiria a hegemonia norte-americana no espaço, haja vista que a União Soviética se adiantara a este país em duas façanhas militares: explodira a bomba H meses depois dos EUA terem-na desenvolvido e, em 1957, lançara o primeiro satélite artificial (o Sputnik I) capaz de orbitar em volta da Terra. Ou seja, a idéia do governo norte-americano era fortalecer, no campo das Ciências, todos os níveis de escolaridade, para que houvesse um direcionamento dos estudantes para as áreas científicas, fundamentais para a tão desejada hegemonia espacial.

Segundo Fracalanza (2006):

Tais eventos, explorados pela mídia, criaram as condições propícias para: reforçar a guerra fria; reorganizar o sistema de defesa; ampliar os gastos com a pesquisa, inclusive a militar; promover um esforço concentrado de modernização industrial com vistas ao desenvolvimento das indústrias aeroespacial e de comunicações e dos diversos ramos a elas associados. (Fracalanza, 2006, p.3)

No campo da Educação em Ciências, universidades e centros acadêmicos americanos, apoiados pelo governo, elaboraram projetos e currículos nas diversas áreas do campo de Ciências: Física (Physical Science Study Committee □ PSSC), Biologia (Biological Science Curriculum Study □ BSCS), Ciências (IPS), Química (Chemical Bond Approach □ CBA e Chemical Study Project – CHEM’S) e Matemática (Science Mathematics Study Group □ SMSG), projetos que, segundo Krasilchik (2000), visavam a formação e a identificação, no Brasil, de uma elite que refletisse as concepções de Ciência propostas pelo modelo norte-americano acima. E na perspectiva de Fracalanza:

Além dos objetivos usualmente indicados na Literatura (formação dos quadros técnicos e científicos), a produção dos novos currículos e projetos de ensino, dada a abrangência pretendida de sua utilização, de um lado, revela a importância atribuída à ciência, face ao seu desenvolvimento no período da 2ª Guerra Mundial. De outro lado, provavelmente também serviu para predispor a população para a aceitação das mudanças econômicas realizadas e do custo social dessas mudanças (Fracalanza, 2006, p.18)

Além dos Estados Unidos, a Inglaterra também produziu o seu próprio projeto curricular nacional no campo das Ciências, que levava o nome da instituição patrocinadora, a Fundação Nuffield.

Tais projetos influenciaram os currículos de Ciências em âmbito nacional e internacional naquele país e tinham algo em comum: o objetivo de levar o estudante a pensar e agir como cientista, numa visão positivista da ciência. (Nardi, 1995, p.91)

Ainda segundo Fracalanza (2006), o marco inicial para o movimento da inovação no ensino de Ciências no Brasil foi o Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura (IBECC), vinculado à UNESCO e à Universidade de São Paulo (USP), constituído em 1954, e que tinha como objetivo prioritário a introdução da experimentação em escolas de Ensino Fundamental e Médio e o aprimoramento do ensino de Ciências.

Durante a década de 50, na fase inicial do IBECC (SP), os currículos oficiais estavam focados em conhecimentos científicos que facilitavam a transmissão dos resultados da Ciência e ilustravam a aplicação prática desses conhecimentos, e ainda, o ensino estava baseado em aulas expositivas, exercícios de fixação e na realização eventual de demonstrações práticas. Além disso, havia uma escassez de profissionais licenciados, oferecendo oportunidades para outros profissionais (médicos, advogados, engenheiros) atuarem como professores.

Apesar de todas essas dificuldades para a implementação das inovações curriculares no ensino de Ciências, o IBECC permitiu

a difusão inicial de um ideário de mudanças na área de ensino de ciências; a formação de um quadro técnico próprio; e aglutinação de professores universitários colaboradores (Fracalanza, 2006, p.5).

Outras instituições criadas por iniciativa do MEC e do IBCEC também reforçaram a produção de materiais didáticos, a difusão de idéias de renovação do ensino de Ciências e a produção de projetos de ensino: os Centros de Ciências, criados a partir de 1965 em seis capitais brasileiras (Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Salvador e Recife) e, em 1966, a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC).

No que se refere à produção acadêmica, a partir de meados dos anos 70, inicia-se no campo da Educação em Ciências uma linha prioritária de investigação que marcou e ainda está presente nos centros de pesquisa das universidades: o estudo das concepções espontâneas dos alunos em relação aos diversos conceitos científicos aprendidos na escola (Gil-Pérez, 1994 e 1996).

Este programa de pesquisa foi denominado, a partir dos anos 1970, Movimento das Concepções Alternativas (MCA) e seus trabalhos foram realizados com o objetivo de identificar os conhecimentos apresentados pelos alunos acerca dos diversos conceitos tratados na escola no momento da aprendizagem desses conceitos, ou seja, conhecimentos prévios dos estudantes adquiridos na sua vivência cotidiana escolar e não-escolar. (Mortimer, 1994; Moreira, 1996; Carvalho e Gil-Pérez, 1995; Cachapuz et al., 2005).

Sobre as perspectivas que foram abertas a partir dos estudos sobre essa temática, Gil-Pérez (1996) destacou que essa linha de investigação:

- (1) Questionou seriamente a efetividade do ensino por transmissão de conhecimentos;
- (2) Mostrou ser capaz de integrar estudos de diferentes campos, como a linguagem, epistemologia e particularmente a História e Filosofia da Ciência;
- (3) Facilitou a abordagem construtivista, considerada hoje a mais importante contribuição ao ensino de ciências na última década;
- (4) Tem provocado a generalização de novos modelos de ensino / aprendizagem das ciências: mudança conceitual;
- (5) Por fim, no fim dos anos 1980, começou a prestar atenção às concepções dos próprios professores sobre a natureza das ciências.

De acordo com esta visão de aprendizagem, há um modelo de ensino centrado na aproximação das concepções alternativas dos alunos em conhecimentos científicos: a

Teoria da Mudança Conceitual, que marcou a década de 1980, propondo-se a lidar com as concepções dos estudantes e aproximá-las dos conceitos científicos.

Nessa linha de pesquisa, Posner et al. (1982) realizaram um estudo abrangente a respeito das concepções errôneas dos estudantes. Com base nos trabalhos de Viennot (1979) e Driver (1973), estes pesquisadores desenvolveram um entendimento mais detalhado de algumas dessas concepções e uma tentativa de justificar o fato dessas concepções serem muito “persistentes” e resistirem a um ensino que as contradiz.

Por sua vez, Mortimer (1994) considerou que, apesar de algumas das idéias espontâneas dos alunos serem modificadas com êxito durante um processo de ensino-aprendizagem, muitas dessas concepções reaparecem posteriormente, após situações de aprendizagem que abordam o mesmo conteúdo. O autor propõe, então, um modelo alternativo para compreender as concepções espontâneas dos alunos e, ao mesmo tempo, relacioná-las e diferenciá-las dos conceitos científicos. O modelo denominado por ele *perfil conceitual* propõe a convivência, em um mesmo indivíduo, das idéias alternativas e das científicas, devendo cada uma delas ser empregada em um contexto diferente e não relacionado.

Os estudos sobre as concepções prévias ou alternativas dos estudantes e como elas se modificam ao longo da escolaridade e do desenvolvimento dos indivíduos constituíram uma linha de investigação marcante nas décadas de 1970 e 1980 no campo da Educação em Ciências. Mas outras linhas de pesquisa tiveram forte desenvolvimento na área nessas décadas e nas seguintes. Vejamos: em um outro estudo sobre a emergência da didática das Ciências como campo específico de conhecimentos, Cachapuz et al. (2005) apontam as linhas prioritárias da área de pesquisa em Ciências:

- (1) Concepções alternativas: linha de investigação que continua tendo inúmeras publicações no campo das Ciências;
- (2) Resolução de problemas: lápis e papel;
- (3) Práticas de laboratório.

Além das linhas prioritárias acima, os pesquisadores apontam diversas outras questões que têm sido estudadas pelos pesquisadores na área: o currículo, a construção / validação e avaliação de materiais didáticos, as relações ciência - tecnologia - sociedade, o

papel do meio, a linguagem e a comunicação no ensino e aprendizagem das ciências, a avaliação, a formação de professores, as concepções epistemológicas dos docentes, a história da ciência, as questões axiológicas que focam as diferenças de gênero, a crescente diversidade cultural e os problemas de poder / políticos, entre outras (Cachapuz et al., 2005).

No final da década de 1980 e na década a seguir, uma nova referência passou a se desenvolver de maneira expressiva no campo da pesquisa em Educação em Ciências – os Modelos Mentais. Segundo Moreira (1996),

O aparecimento de um número cada vez maior de artigos e pesquisas sobre modelos mentais pode ser visto como uma consequência da grande ênfase na mudança conceitual que pautou muito da pesquisa em ensino de ciências na década de oitenta. E talvez essa tenha sido uma etapa necessária, pois foram os resultados (no mínimo modestos) dessa pesquisa que levaram os pesquisadores a buscar outros referenciais teóricos e, nessa busca, chegar aos modelos mentais (p. 23)

Os modelos mentais, na concepção de Norman (1983), são construídos pelas pessoas através da interação com o sistema alvo e continuam em evolução, no sentido de obter um resultado viável para o indivíduo. Esses modelos são limitados pelos conhecimentos técnicos, experiências anteriores com outros sistemas e pela estrutura do sistema de processamento de informações humano.

A teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1998) é considerada por Moreira (1996) como a mais completa e articulada, e por este motivo vem subsidiando a linha-mestra deste pesquisador, a da *Resolução de Problemas*. Além disso, Moreira identifica problemas como situações problemáticas de lápis e papel, encontradas em livros de Física, que se diferenciam dos exercícios de fixação convencionais por exigirem muito mais que memorização e aplicação mecânica de fórmulas.

Dessa forma, o indivíduo, ao se deparar com um problema, deve dar significado a seu enunciado, que é uma representação externa do problema, porém precisa representá-lo internamente, isto é, mentalmente, para compreender o enunciado. Contudo, este entendimento somente é realizado através de imagens, proposições e modelos mentais, que

são os três tipos de representações descritos pela Teoria de Modelos Mentais de Johnson-Laird, que será abordada mais adiante.

No caso específico das pesquisas no campo do Ensino de Física, Carvalho e Vanucchi (1996) realizaram uma pesquisa sobre os trabalhos publicados nas atas de simpósios nacionais, latino-americanos e europeus sobre o Ensino de Física realizados na década de noventa (Simpósios Nacionais de Ensino de Física - SNEF's - de 1991 e 1993, Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física – EPEF 1990, Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física – RELAEF - 1992, Reunión Nacional de Educación em la Física - REF's - de 1991 e 1993, Enseñanza de las Ciencias em 1993 e os GIREP's de 1991 e 1993). Com base na análise dos trabalhos selecionados, os autores teceram algumas considerações acerca das categorias que podem ser consideradas grandes tendências da pesquisa na área:

Na categoria “Cotidiano” estão inseridos os trabalhos que utilizam o cotidiano para daí extrair-se temas geradores, estes podendo constituir-se ou não no objeto de estudo, sendo que no segundo caso, têm a função de despertar o interesse pelo assunto a ser abordado, servindo de ponto de partida para as abstrações características da ciência moderna. Esta categoria engloba também os trabalhos com Astronomia, sendo tratados nesta temática tópicos como fases da lua, marés, precessão, rotação e translação da terra.

A categoria “Física Moderna e/ou Contemporânea” refere-se à abordagem de temas da Física Moderna e Contemporânea em nível de 1º e 2º graus e da Física Contemporânea no 3º grau. Estão incluídas aplicações tecnológicas recentes, que podem em alguns casos já estar inseridas no cotidiano, sendo este, por exemplo, o caso dos raios-X ou da fibra ótica.

A categoria “História e Filosofia da Ciência” engloba a epistemologia da ciência, sua natureza, seu caráter de construção permanente, ou, na sua dimensão cultural, conhecimento socialmente construído;

Quanto à categoria “Ensino Cognitivista”, nos trabalhos com formação de professores esta temática pode ser o próprio conteúdo do curso em questão, enquanto que para os demais casos constitui-se nos pressupostos metodológicos adotados. (Carvalho e Vanucchi, 1996, p. 5).

Após a análise das publicações realizadas em congressos não brasileiros (Reunión Nacional de Educación em la Física – REF – de 1991 e 1993, os GIREP's

predominantemente europeus e o congresso realizado pela revista *Enseñanza de las Ciencias*), as pesquisadoras apontaram, nos trabalhos analisados, do início da década de noventa, a predominância das ênfases curriculares em Física Moderna e Contemporânea, História e Filosofia da Ciência e no Ensino Cognitivista. Em âmbito brasileiro, apontaram uma ênfase atribuída à História e Filosofia da Ciência e aos conteúdos da Física Moderna e Contemporânea nos GIREP's de 1991 a 1993.

Das várias inovações ou tendências que marcaram a pesquisa em Educação em Ciências no Brasil em outros países nas últimas décadas, procuramos selecionar cinco delas, seja por terem sido referenciadas mais frequentemente na Literatura Científica que faz uma revisão ou estado da arte desse campo de pesquisa, seja pela sua presença frequente nos programas curriculares oficiais brasileiros dos anos de 1980 e 1990, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (Brasil, 2000), seja pela sua presença em trabalhos científicos que analisam os Livros didáticos na área de Ciências (Nardi, 1999; Francalanza, 1993; Lajolo, 1987; Megid Neto, 1999; Pena, Perciliana, 2000; Leão, 2003; Pacheco, 1979 e Araújo, 1995, por exemplo).

Desse modo, selecionamos as seguintes inovações no campo da Educação em Ciências: Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual; História e Filosofia da Ciência; Modelos Mentais e a Resolução de Problemas; Física Moderna e Contemporânea; Atividades Experimentais.

1.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

Dentre as principais linhas investigadas no campo da Educação em Ciências, iniciamos pelo Movimento das Concepções Alternativas (MCA). O estudo das concepções “alternativas”, “prévias” ou “espontâneas”, entre outras denominações, constituiu, desde a década de 1970, um campo fértil para os grupos de pesquisa das universidades e está diretamente relacionado ao ensino, ou seja, faz parte do dia-a-dia da sala de aula. Essas concepções são resultados das experiências do aluno imerso no seu universo cultural, social e político; são conhecimentos alternativos; geralmente distintos dos conhecimentos científicos e do rigor científico.

Segundo Mortimer (1994), as pesquisas focadas no movimento das concepções alternativas surgiram como um desdobramento crítico das idéias de Piaget, que privilegiavam o desenvolvimento de estruturas lógicas e desconsideravam as concepções ou idéias prévias das crianças.

A aprendizagem em Ciências requer que os estudantes pensem e expliquem o mundo de maneira diferente das concepções ou idéias prévias que trazem de suas vivências. O “aprender” deve envolver práticas e formas de ver o mundo e pensamentos específicos do mundo científico. Todavia, suprimir essas concepções do mundo do estudante significaria abolir o seu modo de expressão, a sua linguagem cotidiana, que é a forma mais abrangente de compartilhar conhecimentos com outros indivíduos.

Nesta linha de pensamento, Teodoro (2000) considera que os trabalhos desenvolvidos sobre concepções prévias propiciam e fortalecem a visão construtivista de ensino e aprendizagem e contestam a aprendizagem por aquisição conceitual, focada na transmissão de conhecimentos por parte do professor e não partindo dos conhecimentos trazidos pelos alunos de suas vivências.

A autora ainda assinala que na

tentativa de descrever as condições necessárias para que um indivíduo, partindo de suas noções intuitivas, pudesse rejeitá-las em favor de concepções cientificamente aceitas, surgem os modelos de mudança conceitual. (Teodoro, 2000)

Segundo Pozo e Crespo (1998), em linhas gerais, existem características comuns aos conhecimentos prévios:

- São construções pessoais dos alunos, elaboradas de forma espontânea na sua interação cotidiana com o mundo que os cerca.
- São incoerentes do ponto de vista científico, embora não tenham porque sê-lo do ponto de vista do aluno; na verdade, costumam ter bastante poder de predição em relação aos fenômenos cotidianos.
- São, geralmente, estáveis e resistentes à mudança; persistem, apesar da instrumentação científica.
- Têm caráter implícito, diante do caráter explícito das idéias científicas. Muitos estudantes têm grandes dificuldades para expressar e descrever suas idéias, não tendo consciência das mesmas.

- *Procuram mais a utilidade do que a verdade, como supostamente fariam as teorias científicas. São conhecimentos específicos que se referem a realidade próximas e concretas, às quais o aluno não sabe aplicar as leis gerais que lhe são explicados em aula.* (p. 88)

Os autores atribuem diversos fatores que influenciam na construção dos conhecimentos prévios, o predomínio do perceptivo, o uso de um raciocínio causal simples e a influência da cultura, da sociedade e da escola. Além disso, classificam essas causas em três grandes grupos que originam três diferentes concepções: as de *origem sensorial* (concepções espontâneas) são formuladas pelos estudantes, por intermédio dos sentidos, na tentativa de dar significado às atividades cotidianas; já as de *origem cultural* (concepções induzidas) originam-se no meio cultural e social do aluno – escola, interação com outras pessoas e meios de comunicação; por fim, as de *origem escolar* (concepções analógicas) originam-se a partir de aprendizados formais e consistem em assimilações parciais ou deformadas do saber científico.

Segundo Villani e Cabral (1997), os estudos que focalizam as concepções alternativas dos alunos como objeto de estudo definem o espaço para a mudança conceitual no âmbito das Ciências e das Matemáticas. Assim, buscamos na Teoria da Mudança Conceitual subsídios teóricos para identificarmos nos livros de Física do Ensino Médio quais aspectos dessa teoria são contemplados. Partimos da abordagem teórica proposta por Posner, Strike, Hewson e Gertzog em 1982, passando por outros trabalhos que trouxeram contribuições a esta teoria.

Em 1982, Posner et al. realizaram um estudo abrangente a respeito das concepções alternativas dos estudantes. A partir dos trabalhos de Viennot (1979) e Driver (1973), Posner e seus colaboradores desenvolveram um entendimento mais detalhado de algumas dessas concepções e a tentativa de justificar o fato de elas serem tão “fortes” e resistentes ao ensino escolar.

Considerando que uma questão central da Filosofia da Ciência contemporânea é a de como os conceitos mudam sob o impacto de novas idéias ou informações, os autores propõem uma analogia com esta noção, esboçando um modelo geral de *mudança conceitual*. Até então, segundo os autores, não havia uma teoria que explicasse o processo pelo qual um indivíduo modifica ou substitui um conjunto de concepções por outro incompatível com o primeiro.

Tomam por base, também, o entendimento da aprendizagem como atividade racional, isto é, que o aprendizado é fundamentalmente vir a compreender e aceitar idéias porque elas são vistas como inteligíveis e racionais. O aprendizado é, assim, um tipo de investigação. O estudante deve fazer julgamentos com base em evidências válidas. Isso não quer dizer que as variáveis motivacionais ou afetivas não tenham importância no processo de aprendizado, porém, o trabalho de Posner et al. procurou focalizar a natureza do aprendizado, não os fatores de que ele depende. Assim, o escopo do estudo é a forma como as concepções dos estudantes mudam sob o impacto de novas idéias e evidências.

Segundo estes autores, a Filosofia da Ciência sugere que existem duas fases distintas na mudança conceitual na Ciência. A primeira se refere ao corpo de conceitos que a Ciência possui, que define problemas, indica estratégias para lidar com eles e especifica critérios para o que será considerado como solução para esses problemas. Esses conceitos centrais haviam sido chamados de *paradigmas* por Kuhn (1970) e de *programas de pesquisa* por Imre Lakatos (1970). Já a segunda fase ocorre quando essas noções centrais requerem modificações e a ciência procede à pesquisa, adquire novos conceitos e uma nova forma de ver o mundo. A essa segunda fase, Kuhn denominou “revolução científica” e Lakatos, “mudança de programas de pesquisa”.

Da mesma forma, segundo Posner et al., ocorre a mudança conceitual no aprendizado. A primeira fase, denominada pelos autores *assimilação*, é caracterizada quando os estudantes usam conceitos prévios para entender e lidar com novos fenômenos. Contudo, quando estes conceitos são inadequados para que os estudantes lidem com esses novos fenômenos, eles devem trocar ou reorganizar seus conceitos centrais, o que define a segunda fase, que é a da *acomodação*.

Como essa base de conhecimentos prévios é fundamental para que o estudante possa fazer perguntas sobre um fenômeno, saber o que pode ser considerado como respostas a essas perguntas e distinguir aspectos relevantes e irrelevantes do fenômeno é essencial. Esses conceitos, que governam a mudança conceitual, formam o que os autores denominam *ecologia conceitual*, metáfora elaborada por Stephen Toulmin (1972).

Segundo Villani (2001):

O processo de mudança conceitual se desenvolve no cenário dos conceitos já existentes para o indivíduo. Este, denominado ecologia

conceitual, influencia a seleção de novos conceitos ou teorias determinando a direção da acomodação, condiciona a aprendizagem e envolve analogias e metáforas significativas para o sujeito. Em suma, a ecologia determina se as condições são, ou não, possíveis de serem satisfeitas. (p. 6)

Concentrando-se nos tipos de mudanças conceituais radicais descritas como acomodações, para responder à questão de como as acomodações ocorrem, Posner et al. recorrem novamente à Filosofia da Ciência, que desdobra esta questão em duas. A primeira se refere às condições sob as quais uma acomodação pode ocorrer: quando os indivíduos acharão razoável desconsiderar uma reorganização maior de seus conceitos atuais ou trocarão um conjunto de conceitos centrais por outro? Segundo os autores, mesmo em uma reorganização conceitual maior, contudo, nem todos os conceitos podem ser trocados. Os indivíduos reterão muitos dos conceitos vigentes, alguns dos quais servirão para guiar o processo de mudança conceitual. Pode-se então perguntar que tipos de conceitos tendem a governar o processo de acomodação, isto é, que aspectos das ecologias conceituais governam o processo das mudanças conceituais maiores. Assim, pode-se expressar a teoria de acomodação dos autores como resposta a duas questões: 1. *Sob que condições um conceito central será trocado por outro?* 2. *Quais são as características da ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos?*

Antes de responder à primeira questão, os autores continuam sua analogia com a Filosofia da Ciência e encontram uma forma de solução nos estudos de Lakatos (1970): os programas de pesquisa não são confirmados ou refutados. Ao invés disso, eles são progressivos ou degenerativos, já que

as concepções centrais são rejeitadas quando têm gerado um conjunto de problemas que não conseguem resolver. Uma visão competitiva será aceita quando pareça ter o potencial de resolver estes problemas e gerar uma linha frutífera de pesquisa posterior. (Posner et al., 1982, p.225)

Assim, Posner e seus colaboradores formalizam quatro condições fundamentais para que ocorra a mudança conceitual das concepções alternativas dos alunos em direção aos conhecimentos científicos:

1. *Insatisfação:* A mudança conceitual das concepções prévias de alunos, professores (e cientistas) é realizada a partir da constatação desses indivíduos de que mudanças parciais

em suas concepções não funcionam, antes de considerar a necessidade de encontrar uma nova concepção. Nesse caso, a presença de anomalias, uma das características do conjunto de idéias e concepções prévias do indivíduo, se constitui na principal fonte de insatisfação.

2. *Inteligibilidade*: Para uma nova concepção ser aceita pelo indivíduo, esta tem que fazer sentido para ele, tornando-o capaz de compreender os termos, os símbolos, a sintaxe e o modo de expressão utilizados na nova concepção, e representá-la através de metáforas e analogias, dando-lhe um sentido.

3. *Plausibilidade*: A nova idéia tem que resolver os problemas e anomalias que foram gerados pela concepção anterior e também ser consistente com outros conhecimentos do indivíduo, que podem ser crenças metafísicas e compromissos epistemológicos, experiências anteriores ou outras teorias consideradas satisfatórias.

4. *Frutificação*: A nova idéia tem que conduzir a novas descobertas, abrindo a possibilidade de ser estendida para novos domínios ou, ao menos, ser mais atrativa que as possíveis concorrentes. Ela também conduz a novas formas de ver e interpretar fenômenos, sugerindo novas possibilidades, direções e idéias.

Além das quatro condições acima, que produzem a mudança conceitual, os autores adicionam a *ecologia conceitual* dos indivíduos, que influencia fortemente a escolha dos novos conceitos. Em outras palavras, a ecologia conceitual é o fator determinante para que as condições acima sejam satisfeitas ou não, e é caracterizada por um ambiente intelectual específico, onde as concepções dos indivíduos ocupam um “nicho” entre os elementos cognitivos do sujeito, tais como suas crenças metafísicas, as analogias, metáforas, conhecimentos ou teorias pessoais que possuem alguma relação com o conhecimento aprendido (Villani e Cabral, 1997, p.3).

Ao longo dos anos 80 e 90, a teoria da mudança conceitual de Posner et al. sofreu algumas modificações, inclusive por parte de alguns de seus próprios autores (Strike e Posner, por exemplo), que reafirmam seu pressuposto epistemológico de que a aprendizagem é uma atividade racional, mas consideram que a afetividade e a emoção são importantes no processo de aprendizagem (Tinoco, 2000, p. 9)

Villani e Cabral (1997) também destacam a presença de componentes subjetivos no processo de mudança conceitual. Partindo desse pressuposto, os autores consideram que,

tomando isoladamente a condição de *insatisfação*, observa-se que esta diz respeito à posição do indivíduo, ou seja, quando este faz uso de uma concepção e esta fracassa, o estudante pode se comportar de várias formas diferentes: ele pode

ignorar o fracasso; tentar minimizar os efeitos do insucesso; ficar perplexo e guardar a dúvida; interpretar o acontecimento como evento singular; arranjar explicações ad-hoc; buscar encontrar um nome novo para o evento e ficar satisfeito com a nova informação; ou finalmente, ficar intrigado e querer entender o que acontece (Chinn e Brewer, 1993, apud Villani e Cabral, 1997).

Além disso, para Villani e Cabral, a postura do aluno diante do fracasso envolve seus interesses, emoções, valores e conhecimentos. Dessa forma, a *inteligibilidade* (a segunda condição levantada por Posner et al.) pode ser determinada por bloqueios que impedem o aluno de aceitar a nova concepção. Por exemplo, um estudante que tem uma concepção criacionista da origem do homem pode apresentar dificuldade para compreender os fundamentos da teoria evolucionista. Além disso, a inteligibilidade depende da forma como o aluno lida com a concepção, do crédito dado à fonte ou da importância que essa concepção assume para ele.

Outro ponto importante é a *plausibilidade* descrita na Teoria da Mudança Conceitual, cuja nova concepção parece ao aluno ser compatível com seus outros conhecimentos (crenças e argumentos pessoais). Nesse caso, Villani e Cabral observam que, quando o aluno adquire uma convicção pessoal, sobretudo em relação ao conhecimento científico, leva em consideração o crédito, o “status” que outros indivíduos qualificados (professores, cientistas) atribuem a esse novo conhecimento.

Uma posição teórica distinta da de Posner et al. para os processos de mudança conceitual é trazida por Mortimer (1994). O autor considera que a evolução das concepções dos alunos em sala de aula não ocorre simplesmente como uma substituição das idéias alternativas por idéias científicas, tal como proposto por Posner et al. (1982). Assim, propõe a evolução de um perfil de concepções em que as idéias espontâneas convivem com as novas, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente para o estudante. Portanto, este modelo admite que as diferentes formas de pensar convivam de

modo estável na ecologia conceitual do indivíduo, e que o perfil conceitual evolui à medida que o aluno adquire um corpo de conhecimentos.

Também segundo esse autor, não é adequado descrever o processo de ensino como uma substituição dos conhecimentos prévios por noções científicas. Assim, o autor introduz a noção de “perfil conceitual” que fornece elementos para se entender a permanência das idéias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas. Ao ter consciência do seu próprio perfil, o aluno usará os conhecimentos prévios e os científicos, cada qual sendo usado em contextos apropriados.

Como exemplo de conscientização da noção do perfil conceitual,

o aluno teria adquirido o conceito newtoniano de movimento, mas não teria se conscientizado da relação entre este e o seu conceito anterior de que ‘movimento requer força’, não sabendo, portanto, em que contexto é mais apropriado usar um ou outro. Numa situação nova ele usaria o conceito newtoniano com sucesso em situações familiares, justamente porque ele não teria tomado consciência de que esses dois conceitos pertencem a um mesmo perfil, mas que os domínios a que se aplicam são diferentes. (Mortimer, 1994, p. 9)

1.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)

Sobre a importância da História e Filosofia das Ciências no Ensino, Matthews (1995) afirma que o ensino de Ciências na década de noventa foi enriquecido por esses dois campos do conhecimento. E no que se refere ao papel desta área do conhecimento no ensino de Ciências, o autor considera que estes conhecimentos

(...) podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para o entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciências mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (p.165)

Ainda segundo Matthews (1995), a reaproximação da História e Filosofia das Ciências nos currículos escolares ficou bastante evidente no novo Currículo Nacional Britânico de Ciências, no Projeto 2061 da Associação Americana para o progresso da Ciência (AAAS), nas inúmeras conferências realizadas nos Estados Unidos e países da Europa e em alguns programas americanos de formação de professores de ciências.

Historicamente, ao longo das décadas de 1970 e 80, a Associação Britânica para o Ensino de Ciências incentivou a incorporação de materiais sobre HFC ao currículo de Ciências. Nos Estados Unidos, este enfoque ocorreu apenas após a Segunda Guerra Mundial, quando James B. Contant, presidente da Universidade de Harvard, tornou a HFC popular, a partir de publicações dirigidas a leigos e estudiosos de muitos cursos de ciências.

No caso da Física, um projeto que se preocupou com as dimensões históricas, filosóficas e culturais da Ciência foi o Projeto de Física de Harvard (década de 1960), que em seu auge atingiu 15% dos alunos da educação básica dos Estados Unidos. O êxito deste projeto, segundo Mathews, resultou na diminuição da evasão estudantil, inclusão de mulheres para os cursos de ciências, desenvolvimento da habilidade do raciocínio crítico e a elevação dos acertos médios alcançados em avaliações.

Em uma conferência realizada no MIT, já em 1970, conduzida por Stephen Brush e Allen King, foram apresentadas justificativas que reforçam a contribuição da História e Filosofia das Ciências para o ensino de Ciências:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – A revolução científica, o darwinismo etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia cientificista; e finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (Matthews, 1995, p.172)

Carvalho e Vannucchi (1996) apresentam argumentos que justificam o estudo da HFC nos cursos de formação de professores, os quais foram discutidos na V Reunião

Latino-Americana sobre Educação em Física. Segundo as autoras, o estudo da HFC nos cursos de formação visa proporcionar:

- (1) uma maior compreensão da natureza do conhecimento científico;
- (2) um melhor entendimento dos conceitos e teorias da Física;
- (3) uma compreensão dos obstáculos e possíveis dificuldades dos alunos;
- (4) uma concepção das ciências como empresa coletiva e histórica e o entendimento das relações com a tecnologia, a cultura e a sociedade.

Por outro lado, quando recorremos aos materiais didáticos a que os alunos têm acesso, percebemos que a maioria dos textos que utilizam a HFC como subsídio para o ensino de Ciências o faz de forma padrão, seguindo uma receita muito comum: datas marcantes e nomes ilustres (Teodoro, 2000, p.50).

Nessa perspectiva, Teodoro considera a importância de contextualizarmos as teorias e aprofundarmos nos seus fundamentos de forma a não tornar a HFC um amontoado de fatos, datas e personagens ilustres desconexos do conhecimento que está sendo trabalhado pelo professor em sala.

Ao realizar a inserção da HFC no currículo de Ciências, deve-se levar em consideração os objetivos e a concepção de Ciência que se deseja trabalhar. Nesta visão, o trabalho com HFC não se restringe às histórias recheadas de curiosidades, que contribuem para a visão do cientista como “ser superior”, dotado de genialidade e capaz de “inventar” teorias sem a utilização de esforços pessoais. (Teodoro, 2000).

Segundo esta mesma autora, o aluno deve reconhecer na ciência um processo de construção humana que encontra obstáculos para o seu desenvolvimento. Alguns argumentos que justificam a utilização da História da Ciência no ensino:

- (1) Proporcionar uma visão mais adequada de ciência enquanto processo de construção;*
- (2) Servir como base de elementos de reflexão na definição de temas fundamentais;*
- (3) Revelar os obstáculos epistemológicos através da semelhança entre concepções alternativas e concepções relativas a teorias científicas do passado, quando possível. (p.60)*

Nessa perspectiva, a HFC deve contribuir para a desmistificação da figura do cientista, como um ser “dotado de poderes divinos” e possibilitar ao aluno o reconhecimento da Ciência enquanto construção do homem e que está em pleno desenvolvimento.

Outra crítica sobre o modo como a HFC é inserida nos manuais didáticos é encontrada em Thomas Kuhn, ao afirmar, em seu livro *A estrutura das revoluções científicas* (1989), que os manuais apresentam distorções grosseiras, apresentam o cientista como um ser superior e transmitem uma imagem linear do conhecimento científico. Em uma das referências aos manuais didáticos, Kuhn afirma que estes materiais didáticos referem-se somente às partes dos trabalhos dos antigos cientistas que podem contribuir para enunciados e solução de problemas apresentados nos paradigmas dos manuais. Nesta visão, os cientistas:

(...) são implicitamente representados como se estivessem trabalhando sobre o mesmo conjunto de problemas fixos e utilizando o mesmo conjunto de cânones estáveis que a revolução mais recente em teoria e metodologia científica fez parecer científicos. (p.176)

Além disso, o autor considera que uma das características dos manuais é a de conter apenas uma fragmentação da história, seja em um capítulo introdutório ou referenciando os “heróis” do passado, de forma dispersa ao longo dos manuais, e afirma também que existe uma tendência a fazer com que a História da Ciência pareça linear e cumulativa.

Alternativas de uso desse enfoque histórico são discutidas por muitos outros pesquisadores, por exemplo, Frota-Pessoa Jr. (1996). Segundo esse autor, ao realizar um enfoque histórico, o professor pode optar pelas seguintes abordagens:

- (1) História internalista de longo prazo: utilização de uma linguagem moderna para explicar a evolução das concepções físicas ao longo do tempo, porém não muito fiel às origens históricas. Exemplo: primeiro Galileu fez isso, depois Newton fez aquilo e chegou à conclusão...

- (2) Perfil epistemológico de alguns grandes cientistas: o professor focaliza um cientista importante e mostra como ele elaborou teorias, equações e apresenta os erros cometidos durante a construção desses conhecimentos.
- (3) História externalista ou social da ciência: neste caso, realiza-se uma abordagem da sociedade da época, quais suas necessidades tecnológicas etc.
- (4) História a partir da leitura dos originais: leitura e discussão dos textos originais de grandes cientistas: Faraday, Newton, Maxwell etc.
- (5) História internalista que reconstrói a História da Ciência a partir de teorias de dinâmica científica: descrição dos episódios históricos a partir de uma ou mais teorias de evolução, tais como: revoluções científicas de Thomas Kuhn, programas de pesquisa de Imre Lakatos etc.
- (6) História dos instrumentos científicos: enfoque na base experimental a partir de instrumentos científicos antigos.
- (7) Histórias possíveis: estudar como um campo se originou historicamente na ciência caso tivesse sido descoberto de outra maneira.

1.3 – Modelos Mentais e Resolução de Problemas

A partir do final da década de 80, uma nova tendência começa a ganhar corpo no campo da Ciência – a perspectiva dos Modelos Mentais, que será aqui abordada com foco na teoria de Johnson-Laird, que apresenta uma ampla teoria sobre representações mentais e raciocínio.

Segundo Greca (1995), as representações mentais, ou representações internas, são formas utilizadas pelos indivíduos para “re-presentar” o mundo externo ou nossa imaginação em ausência dele. Essas representações podem ser realizadas através de códigos, signos ou conjuntos de símbolos e definem a linguagem da mente, “o mentalês”.

As representações internas podem ser divididas em *analógicas e proposicionais*. As *analógicas* são concretas, não-individuais e guiadas por regras vagas de combinações. O exemplo mais claro desse tipo de representação é uma imagem virtual, porém existem outras formas: auditivas, olfativas e táteis. Já as representações proposicionais são individuais, abstratas, caracterizadas como uma cadeia de símbolos que captam os

conceitos que estão por trás de uma situação, o conteúdo abstrato e ideacional da mente e são organizadas por rigorosas regras de combinação (as regras do “mentalês”).

Nessa perspectiva, Moreira (1996) considera que

Há psicólogos cognitivos para os quais a cognição deve ser analisada exclusivamente em termos de representações proposicionais, ou seja, não há necessidade de supor que as imagens são um tipo especial, separado, de representação mental. Para estes, “os proposicionalistas”, as imagens podem ser reduzidas a representações proposicionais; seriam também processadas no “mentalês”. Mas existem outros, os “imagistas” que não aceitam esta posição.

A questão imagens/proposições é polêmica na Psicologia Cognitiva. Há defensores ferrenhos de ambas posições. Mas há também uma terceira via, uma síntese, uma terceira forma de construto representacional, chamada modelos mentais, proposta por Johnson-Laird. (p.2)

Ainda segundo Moreira (1996), Johnson-Laird postula três diferentes tipos de representação distinguíveis entre si:

os modelos mentais (representação análoga do conhecimento: existe uma correspondência direta entre entidade e relações presentes na estrutura dessa representação e as entidades e relações que se buscam representar), as representações proposicionais (são representações de significados, totalmente abstraídas, que são verbalmente expressáveis) e as imagens (são representações bastante específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, com detalhes de uma certa instância do objeto ou evento). (p.2)

Podemos citar como exemplo a situação “o copo está sob a mesa”. Esta informação poderia ser representada mentalmente como uma proposição (pode ser expressa verbalmente), como uma imagem (de um copo particular em uma certa mesa) ou como um modelo mental (de qualquer copo em qualquer mesa).

Apesar de não existir o conhecimento exato de como as pessoas raciocinam, nos últimos trinta anos, psicólogos têm formulado várias teorias sobre o raciocínio. Algumas dizem que o raciocínio depende da memória de exemplos prévios, ou de regras que

capturam conhecimento geral. Essas considerações, contudo, não se estendem até a competência inferencial total de que todos nós podemos dispor. As pessoas podem fazer deduções a respeito de assuntos dos quais não sabem nada. (Johnson-Laird, 1998. p.1).

Johnson-Laird sugere que a primeira fonte de modelos mentais do indivíduo é a percepção. De fato, o ser humano não apreende o mundo diretamente, e sim possui uma representação interna dele, pois a percepção implica uma construção de modelos mentais. Além disso, o autor considera que os modelos mentais são blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados de acordo com a necessidade do indivíduo.

O autor também sugere que o nosso conhecimento de mundo requer de nós a capacidade de construir modelos. Esses modelos, além de representar o mundo, devem representar situações verdadeiras, possíveis ou imaginárias. Portanto, o modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado, seja qual for ele.

Segundo Moreira (1996), não existe um único modelo para um determinado estado de coisas, podendo existir vários modelos, mesmo que apenas um deles represente de maneira ótima o estado de coisas.

Tomemos, por exemplo, o modelo de um carro. Sabemos que o modelo mental construído por nós de um automóvel possui diferentes versões que variam conforme os diferentes usos, preferências, competência do motorista, cultura etc. Contudo, cada uma das versões inclui o núcleo central do estado de coisas que identifica o modelo como sendo um carro. Nesse caso, temos uma representação de um modelo mental, pois é uma representação interna correspondente ao estado de coisas, que neste caso é o modelo de um carro.

Na perspectiva de Norman (1983), existe uma diferenciação entre o modelo conceitual e o mental. O primeiro é projetado por professores, engenheiros e cientistas para a compreensão ou ensino de modelos físicos; é preciso, consistente e completo. Já o modelo mental, na perspectiva de Johnson-Laird, é formulado pelo indivíduo no sentido de obter um resultado viável; está permanentemente em evolução e não precisa ser preciso tecnicamente, mas deve ser funcional.

Para exemplificar a diferença entre modelos conceituais e mentais, destacamos uma situação de ensino: os alunos trazem para a escola os modelos mentais para os quais

imaginam, ou explicam um determinado fenômeno de seu cotidiano. Na escola, o professor apresenta ao aluno um modelo físico que corresponde de forma precisa ao fenômeno observado.

A teoria dos Modelos Mentais de Johnson Laird é utilizada por Marco Antonio Moreira e colaboradores como subsídio para pesquisa em *Resolução de Problemas*. Sobre essa linha de investigação e sua relação com os modelos mentais, os autores (2001, p. 274) consideram que *a presença de um modelo mental na tarefa de resolução de problemas é condição necessária para buscar a aprendizagem significativa*.

Para esses autores, um problema é

(...) uma situação na qual um indivíduo, uma vez tendo-a reconhecida como tal, necessita utilizar processos envolvendo reflexão, raciocínio e tomadas de decisões para seguir um caminho na busca de solucioná-las. (Costa e Moreira, 2002, p.61)

Assim, ao resolver um problema, os alunos, na visão desses autores, precisam tomar decisões mais profundas, raciocinar, descrever caminhos ou interpretar dados e resultados. No entanto, uma das barreiras para a representação de um problema são as concepções alternativas: modelos pessoais e funcionais que são difíceis de serem modificados pelos indivíduos que os constroem, ou seja, os modelos mentais de um indivíduo que são utilizados para o processo de resolução de problemas estão limitados por suas experiências prévias.

Como exemplo, tomemos um problema genérico que utiliza o princípio da inércia. Sabemos que, pelos estudos realizados em concepções alternativas, os alunos associam velocidade-força e não força-aceleração. Se o aluno não conseguiu construir um modelo adequado para o princípio da inércia, ele utilizará o modelo que já possui, que inclui a relação velocidade-força.

Em um estudo realizado com universitários dos cursos de Engenharia e Física sobre a resolução de problemas relativos ao tema movimento de um corpo rígido, Costa e Moreira (2001) consideram que a compreensão do enunciado de um problema depende de algumas variáveis, dentre elas, as representações externas e internas. O enunciado, a representação externa do problema, é uma descrição lingüística de uma situação física modelada, seguida ou não por gráficos e figuras. O sujeito, para dar significado à representação externa do

problema, precisa representá-la, mentalmente ou internamente, através de imagens, proposições ou modelos mentais.

Nessa perspectiva, a compreensão do enunciado de um problema requer a construção de um modelo mental. No caso da Física, a construção desse modelo exige a interpretação do enunciado do problema. Com isso, o entendimento de um enunciado não significa “saber resolver o problema”; contudo, o não entendimento pode impedir uma limitação nos conhecimentos que esse indivíduo poderia gerar caso houvesse compreendido de forma significativa o enunciado.

1.4 – Física Moderna e Contemporânea (FMC)

Historicamente, caracterizamos a Física Moderna como correspondendo ao período que vai do final do Século 19 até meados da Segunda Guerra Mundial e a Física Contemporânea, ao período compreendido entre a década de 40 (após a Segunda Guerra Mundial) e os dias atuais.

Segundo Ostermann e Moreira (2000a), em nível internacional, a preocupação com a introdução da Física Moderna e Contemporânea intensificou-se na “Conferência sobre o ensino de Física Moderna” ocorrida em abril de 1986, no Fermi National Accelerator Laboratory, em Batavia, Illinois (EUA). Nesse evento, 15 físicos e cerca de 100 professores discutiram sobre a importância da abordagem de tópicos de pesquisa em Física, em especial Física de Partículas e Cosmologia, no Ensino Médio e em cursos de graduação.

Os autores destacam algumas razões para a introdução de tópicos contemporâneos no Ensino Médio, que foram discutidas na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física ocorrida em 1988:

- *Despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;*
- *Os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não vêem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual idéias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;*
- *É do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física;*

- *É mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino;*
- *Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata, mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-las. (Ostermann e Moreira, 2000a, p. 2)*

Apesar desses argumentos que destacam a importância da Física Moderna e Contemporânea no currículo escolar do Ensino Médio, ainda não existe na literatura científica um número suficiente de trabalhos que enfoquem os temas modernos e contemporâneos, ou ainda que busquem inserir no espaço “sala de aula” essa proposta de inovação.

Por outro lado, Ostermann e Moreira (2000a), a partir do estudo de trabalhos de renomados pesquisadores da área do ensino de Ciências, destacam as principais correntes metodológicas internacionais para a introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio:

1ª vertente (linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes) - *exploração dos limites clássicos*. Para esses autores, o ensino de Física Moderna tem uma visão simplista e provoca sérias concepções alternativas nos alunos. Além disso, ao analisarem 42 livros de Física espanhóis, fica evidenciado que, na sua maioria, os textos não fazem qualquer referência: ao caráter não linear do desenvolvimento científico; às dificuldades que originaram a crise da Física Clássica; às profundas diferenças conceituais entre a Física Clássica e Moderna. Como forma dos alunos superarem as dificuldades no tratamento da Física Moderna, Gil e Solbes propõem um programa de atividades com bases construtivistas nas quais os alunos são incentivados a buscarem soluções frente às situações problemas:

- *Revisão das principais contribuições da Física Clássica;*
- *Formação de uma imagem do conceito de matéria compatível com a Física Clássica;*
- *Reconhecimento de que a Física é uma construção e que pode não resolver alguns problemas relevantes. Reconhecimento, ao*

mesmo tempo, que a física pré-galileana foi substituída pelo novo paradigma clássico.

- *A concepção da Física Clássica como um corpo coerente de conhecimento que consegue explicar quase todos os fenômenos conhecidos do século XIX, falhando em uns poucos casos.*
- *Enumeração destes problemas não resolvidos.* (Ostermann e Moreira, 2000a, p. 4-5)

2ª vertente (linha de pesquisa de Helmut Fischler e Michel Lichtfeld, Universidade Livre de Berlim, Alemanha) – *não utilização de referências aos modelos clássicos.* Os autores defendem que a grande dificuldade na aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea é causada pela utilização de concepções semiclássicas, tais como dualismo onda-partícula e o modelo de Bohr para o entendimento de idéias modernas. Assim, propõem cinco premissas para a abordagem de Mecânica Quântica no Ensino Médio:

- *Referências à Física Clássica devem ser evitadas;*
- *O Estudo deve ser iniciado a partir das características dos elétrons (não com fótons quando introduzir o efeito fotoelétrico);*
- *Interpretação estatística do fenômeno deve ser usada e descrições dualistas devem ser evitadas;*
- *Relação de incerteza de Heisenberg deve ser introduzida no começo (e formuladas para objetos quânticos);*
- *No tratamento do átomo de Hidrogênio, o modelo de Bohr deve ser evitado.* (Fischler e Lichtfeld, 1992, p183-184)

A partir dessas premissas, Fischler e Lichtfeld propõem os principais conteúdos que devem ser contemplados nos cursos de Física Moderna:

1. Difração de elétrons;
2. Experimento de dupla fenda;
3. Princípio de Incerteza de Heisenberg;
4. Quantificação da energia para um potencial poço-quadrado e para o átomo de Hidrogênio
5. Experimento de Franck-Hertz e análise espectroscopia;
6. Objetos quânticos da luz: fótons;
7. Problemas de interpretação (Causalidade na Física Moderna, interpretação de Copenhagen, etc.).

3ª vertente (linha de pesquisa Arnold Arons, Universidade de Washington, Estados Unidos) – *escolha de tópicos essenciais*. Os autores consideram que poucos conceitos de Física Moderna e Contemporânea devem ser ensinados no Ensino Médio. Contudo, os alunos devem ter em um curso introdutório de FMC noções de conceitos como elétrons, fótons, núcleos, estrutura atômica etc. Além disso, deve-se buscar na Física Clássica apenas o essencial para que o tópico de FMC possa ser compreendido pelo aluno.

Em vista dessas três vertentes, e de acordo com Ostermann e Moreira (2000a), existem poucos estudos nesta área do ensino de Física e, ainda, notam-se divergências quanto ao caminho que se deve seguir ao introduzir tópicos de FMC em cursos introdutórios de Física. Contudo, os autores não deixam dúvidas quanto à importância dos tópicos de FMC nos cursos de Física, apesar de existirem divergências metodológicas e programáticas para a realização da inclusão desses tópicos no Ensino Médio.

Por fim, com o intuito de elaborar uma lista contendo tópicos de FMC que devem ser contemplados no Ensino Médio, Ostermann e Moreira (2000b) realizaram um encontro entre 54 físicos, 22 pesquisadores do ensino de Física e 22 professores de Física através da técnica Delphi, desenvolvida por uma companhia norte-americana, com o objetivo de resolver problemas que exigiam as opiniões de diversos grupos de pessoas. Após a aplicação da técnica em três etapas, os tópicos selecionados foram: Efeito fotoelétrico; Átomo de Bohr; Leis da conservação; Radioatividade; Forças fundamentais; Dualidade ondas-partícula; Fissão e fusão nucleares; Origem do universo; Raios-X; Metais e isolantes; Semicondutores; Lasers; Supercondutores; Partículas elementares; Relatividade restrita; Big-bang; Estrutura molecular e Fibras ópticas.

1.5 – Atividades Experimentais

O enfoque para o uso das atividades experimentais no ensino escolar tem sido apontado por pesquisadores da área do Ensino de Ciências, nas últimas décadas, como um campo frutífero para aprender e ensinar Física. Sobre a importância do papel da experimentação na aprendizagem, Araújo e Abib (2003) consideram que

(...) essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que

privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.
(p. 2).

Araújo e Abib salientam que, apesar das atividades experimentais permitirem o conhecimento de procedimentos inerentes à investigação científica, tais como a utilização adequada de equipamentos e tratamento de dados, e permitirem uma participação mais ativa do aluno, grande parte das atividades experimentais realizadas no ensino escolar de Física são do tipo verificacionista, ou seja, são realizadas a partir de procedimentos e roteiros fechados, “receitas de bolo”, o que impossibilita o momento de discussão, criatividade e de aprendizagem por parte do estudante. Além disso, ressaltam a importância das propostas experimentais contemplarem materiais e equipamentos de baixo custo, dada a realidade de algumas escolas que não possuem laboratórios e recursos materiais significativos.

Com o objetivo de compreender as diferentes formas de utilização da experimentação no Ensino Médio, esses autores analisaram 106 artigos publicados na década compreendida entre 1992 e 2001, em dois periódicos de ensino de Física: Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física, publicados respectivamente pela Universidade Federal de Santa Catarina e pela Sociedade Brasileira de Física. Os trabalhos foram agrupados em categorias em função de sua área temática:

a) *Ênfase Matemática* – Caracterizados em função do nível de matematização, ou seja, da ênfase matemática adotada na abordagem dos conceitos da Física. Os artigos foram classificados em qualitativos (aspectos de natureza conceitual, que podem ser relacionados à verificação de conceitos espontâneos, teste de hipóteses e mudança conceitual, ou seja, permitir aos estudantes a reformulação de suas explicações causais para os fenômenos investigados) e quantitativos (comparam os valores previstos por modelos teóricos com os resultados obtidos na experimentação; verificam leis físicas e seus limites de validade e também têm o objetivo de permitir o entendimento dos instrumentos de medida e possibilitam o tratamento de dados, gráficos e fontes de erros).

b) *Grau de Direcionamento* – A partir do caráter de investigação, os artigos foram classificados em função de sua aproximação ao enfoque tradicional ou familiaridade com

os métodos investigativos de uma abordagem construtivista e podem ser denominados, respectivamente, de Demonstrações Fechadas e Demonstrações/Observações Abertas. Nesse sentido, enquanto as demonstrações fechadas se caracterizam principalmente pela simples ilustração de um determinado fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor, as atividades de demonstração/observação abertas incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos.

c) Uso de Novas Tecnologias – Detecção do uso de tecnologias (emprego de programas específicos de computadores) na realização da atividade experimental ou de simulação. Para que a atividade proposta tenha resultados significativos, é necessário que o professor tenha conhecimentos de informática e que seja capacitado para lidar com esse tipo de tecnologia associada ao processo educativo.

d) Cotidiano – Nesta categoria verifica-se a presença de situações do cotidiano associadas aos fenômenos físicos abordados na prática experimental ou se os conceitos estudados poderiam explicar fenômenos ligados ao cotidiano do aluno. Dessa forma, os conceitos prévios dos alunos podem ser analisados segundo a ótica das conceituações científicas, possibilitando aos estudantes a análise, comparação e limitação dos conceitos construídos por eles.

e) Montagem de Equipamentos – Classificam-se os artigos que apresentam detalhes na confecção ou na montagem de determinados equipamentos utilizados na prática experimental.

Independente da categoria adotada, os autores defendem o uso das atividades experimentais e destacam dois aspectos fundamentais dessa prática:

a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.

b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência. (Araújo e Abib, 2003, p.22)

E ainda quanto à metodologia adotada pelo professor, os autores consideram que

(...) acredita-se ser um imperativo que a metodologia experimental adotada seja selecionada tendo em vista quais são os principais objetivos a serem alcançados com a mesma, uma vez que as diferentes modalidades de experimentação tendem a priorizar e facilitar o alcance de diferentes objetivos educacionais, cabendo portanto a quem conduzirá a atividade a escolha mais adequada da mesma, considerando o momento, o contexto e as finalidades pretendidas. (p.23)

Para esses pesquisadores, apesar das pesquisas apontarem para a importância da prática experimental no ensino de Física, a realidade em sala de aula nos mostra que existe um abismo muito grande entre as propostas acima e os trabalhos desenvolvidos em grande parte das escolas. Portanto, é importante a realização de estudos que visem promover a articulação entre o que é proposto e o que de fato é trabalhado em sala, buscando a implementação efetiva dessas propostas no ambiente escolar.

Enceramos aqui a caracterização dos cinco indicadores que serão utilizados para verificar a incorporação ou não das principais tendências da pesquisa em Educação em Ciências pelos livros didáticos de Física do Ensino Médio. A seguir, apresentaremos a metodologia de nossa pesquisa e os procedimentos de trabalho com os livros selecionados.

CAPÍTULO 2

DIRETRIZ METODOLÓGICA

Dada a importância do livro didático no processo de aprendizagem e ainda, em muitos casos, por “ditar” os conteúdos e métodos que deverão ser trabalhados em classe pelo professor, pretendemos neste estudo analisar quais inovações do campo da pesquisa em Educação em Ciências foram incorporadas pelos livros didáticos de Física do Ensino Médio.

Essa necessidade de avaliar a adequação qualitativa das coleções didáticas de Física às inovações educacionais é muito grande, devido ao fato de, muitas vezes, o livro didático constituir um dos principais referenciais pedagógicos (senão o único) para o professor de Física, levando-o a ater-se, muitas vezes, somente ao livro didático para o exercício de suas atividades docentes.

É de se esperar, também, que as coleções didáticas incorporem as principais inovações educacionais que vão se apresentando a cada época. Inclusive porque grande parte dessas inovações também são incorporadas pelas propostas curriculares oficiais dos vários sistemas de ensino do Brasil.

Tendo em vista esses aspectos, relativos aos movimentos da pesquisa em Educação em Ciências nas últimas décadas e à importância que ainda se apresenta aos livros didáticos nos vários níveis de escolaridade, situamos o problema desta pesquisa na seguinte questão:

Que inovações da pesquisa no campo da Educação em Ciências são incorporadas pelas coleções didáticas de Física para o Ensino Médio?

Como objeto de estudo, selecionamos seis coleções de Física disponíveis no mercado editorial brasileiro. Para tanto, foi empreendida uma pesquisa nesse mercado sobre as coleções de Física disponibilizadas para comercialização. Dentre as editoras pesquisadas (Scipione / Ática, IBEP, Moderna, Saraiva / Atual, Edusp, Nova Geração, do Brasil e FTD) foi identificado um universo de aproximadamente trinta coleções destinadas ao ensino de Física, compreendendo cadernos para o aluno e manuais para o

professor. Para critério de escolha, optou-se por uma coleção de cada editora, a partir dos seguintes critérios:

- 1º - ser a coleção de volume único mais vendida de cada editora;
- 2º - ter edição atualizada.

Dentre as opções disponíveis no mercado editorial que observaram os dois critérios acima, as coleções selecionadas foram:

- RAMOS, Clinton Márcico, BONJORNIO, Valter, BONJORNIO, Regina Azenha e BONJORNIO, José Roberto. **Física, História e Cotidiano**. São Paulo: FTD, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor, caderno de atividades e de resolução dos exercícios).
- GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2003 (volume único – livro do aluno e do professor).
- FERRARO, Nicolau Gilberto e SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física Básica**. São Paulo: Saraiva/Atual, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor).
- ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: IBEP, 2005, 2ª. ed. (volume único – livro do aluno e do professor).
- FILHO, Aurélio Gonçalves e TOSCANO, Carlos. **Física para o Ensino Médio** (Série Parâmetros). São Paulo: Scipione, 2003 (volume único – Livro do aluno e do professor).
- CARRON, Wilson e GUIMARÃES, Oswaldo. **Física**. São Paulo: Moderna, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor).

Na análise de cada coleção, buscaremos identificar no conjunto de textos do livro do aluno e do manual do professor, atividades e exercícios, entre outras partes que constituem o conjunto da obra didática, os elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências. Para isso, usaremos por referencial a compilação que apresentamos no Capítulo 1, em que situamos as principais inovações das pesquisas nacionais e estrangeiras na área.

Na impossibilidade de fazer uma análise detalhada de cada coleção completa, em todas as suas partes e capítulos, optamos por fazer a leitura e análise somente dos capítulos referentes ao tópico *Mecânica* em cada uma delas. Esse tópico foi selecionado pela sua relevância no ensino de Física, pois é um assunto que, muito provavelmente, é desenvolvido por todos os professores de Física de todas as escolas brasileiras de Ensino Médio. Além disso, temas e conhecimentos do campo da Mecânica estão bastante presentes nas pesquisas educacionais da área, havendo trabalhos que tratam desse campo em todas as tendências (inovações) que configuramos como categorias de análise dos documentos desta pesquisa.

Para a análise do material de investigação deste presente estudo, foram adotados os princípios da Análise de Conteúdo, que tem como funções a verificação de hipóteses e/ou questões e a *descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos*, ou seja, ir além das aparências, entender as entrelinhas e realizar inferências (Minayo, 1994, p.74).

Segundo Bardin (1995), o método de análise de conteúdo é um instrumento composto de procedimentos sistematizados e objetivos de descrição de conteúdos, indicadores (quantitativos ou não), que ascende a possibilidade de se descobrir ideologias, tendências e outros aspectos que caracterizam os livros didáticos.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, priorizamos os conteúdos presentes em textos e atividades do livro do aluno e manual do professor como fonte de informação. Assim, utilizamos o método de análise de conteúdo idealizado por Bardin (1995), que se desdobra em três fases: pré-análise; análise dos documentos e a interpretação inferencial.

A *pré-análise* consistiu na leitura flutuante das coleções didáticas a serem analisadas e na organização e identificação das obras didáticas, a partir do quadro seguinte:

Quadro 1: Identificação da coleção didática

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor (es):	(do livro)
Formação do(s) autor (es):	(se houver especificação na obra)
Colaborador (es):	(se houver)
Título da coleção:	(título presente na capa)
Editora:	(especificar)
Ano de Edição:	(se houver)

Equipe editorial:	(se houver)
Reimpressão:	(se houver)
Livro do aluno:	(identificar quantidade de volumes)
Livro do professor:	(identificar quantidade de volumes)
Caderno de atividades:	(identificar quantidade de volumes)
Série (s):	(a que se destina o livro)
Número de volumes:	(quantidade total de volumes)
Número de páginas:	(número de páginas do Livro do Aluno)

De acordo este método, a leitura flutuante proporcionou condições de definirmos o nosso corpo de investigação – a questão norteadora: quais as inovações presentes no movimento da pesquisa em Educação em Ciências estão presentes nas coleções didáticas de Física para o Ensino Médio?

A fase de *análise das coleções didáticas* precede a pré-análise e consiste numa fase longa e exaustiva, de identificação dos elementos que incorporam as tendências da pesquisa em Educação em Ciências e orientada pelo referencial teórico do presente estudo. Nesta etapa da análise de conteúdo, optamos pelos seguintes procedimentos de codificação: *o recorte* (escolha das temáticas ou unidades) e *a classificação e categorização* (escolha das categorias). Neste caso, realizamos a leitura dos capítulos de Mecânica do Livro do Aluno e textos do Manual do Professor, nosso recorte, a fim de demarcar trechos de textos, propostas de exercícios, problemas, atividades experimentais e orientações ao professor, buscando enquadrá-los nas categorias: Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual; História e Filosofia da Ciência; Modelos Mentais e a Resolução de Problemas; Física Moderna e Contemporânea; e Atividades Experimentais.

Na análise de todas as categorias, salvo Física Moderna e Contemporânea, selecionamos somente os capítulos de Mecânica. No caso da Física Moderna e Contemporânea, todos os capítulos da obra foram consultados.

Na *interpretação inferencial*, que corresponde à terceira fase do método de análise de conteúdo, os elementos e aspectos identificados dentro de cada categoria foram inferidos e interpretados para que pudéssemos construir a síntese de cada coleção analisada; o que possibilitou um posicionamento nas considerações finais acerca do conjunto das coleções analisadas.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DAS COLEÇÕES DIDÁTICAS DE FÍSICA

Neste capítulo apresentamos a análise das seis coleções didáticas selecionadas com respeito aos cinco indicadores das inovações da pesquisa em Educação em Ciências.

A descrição da análise de cada coleção está organizada em três tópicos. O primeiro, “Descrição da Coleção”, em que fazemos uma breve apresentação de cada volume da coleção, suas partes e características principais. No segundo tópico, “Análise da Coleção”, desenvolvemos a análise de conteúdo com base nos cinco indicadores configurados. Nesse caso, trazemos exemplos e citações frequentes dos vários volumes da coleção, buscando ilustrar nossos comentários. Por fim, no tópico “Síntese da Análise”, resumimos as considerações analíticas apresentadas para a coleção em tela.

3.1 - COLEÇÃO “FÍSICA – HISTÓRIA & COTIDIANO” – Editora FTD

RAMOS, Clinton Márcico, BONJORNIO, Valter, BONJORNIO, Regina Azenha e BONJORNIO, José Roberto. **Física - História e Cotidiano**. São Paulo: FTD, 2005 (Livro do Aluno e Manual do Professor).

RAMOS, Clinton Márcico, BONJORNIO, Valter, BONJORNIO, Regina Azenha e BONJORNIO, José Roberto. **Física - História e Cotidiano**. São Paulo: FTD, 2005 (Caderno de resoluções).

RAMOS, Clinton Márcico, BONJORNIO, Valter, BONJORNIO, Regina Azenha e BONJORNIO, José Roberto. **Física - História e Cotidiano**. São Paulo: FTD, 2005 (Caderno de atividades).



Fonte: Coleção *Física – História & Cotidiano*. São Paulo: FTD, 2005

3.1.1 – Descrição da Coleção

A coleção é composta por livro do Aluno e Manual do Professor (encartados juntos), Caderno de Atividades e Caderno de Resolução.

O Livro do Aluno e o Manual do Professor têm dados editoriais que podem ser conferidos no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Dados editoriais do Livro do Aluno e Manual do Professor da coleção *Física – História & Cotidiano*, da Editora FTD

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autores:	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Valter Bonjorno Clinton Márcico Ramos
Formação dos autores:	<i>José Roberto Bonjorno</i> Bacharel e Licenciado em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) <i>Regina Azenha Bonjorno</i> Bacharel e Licenciada em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) <i>Valter Bonjorno</i> Engenheiro naval pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP-SP) <i>Clinton Márcico Ramos</i> Bacharel e licenciado em Física pela Universidade Mackenzie (SP)
Colaboradores:	Eduardo de Pinho Prado, Ivan Moneda Alberto, Jorge Ferreira do Valli Neto, Marcelo de Holanda Wolff
Título da coleção:	Física - História & Cotidiano
Editora:	FTD
Ano de Edição:	2005
Equipe editorial:	Editora: Júnia La Scala Editora Assistente: Ângela Pontual Assistente de Produção: Noêmia de Araújo Preparação e Revisão: Coordenação: Lucila Barreiros Facchini Preparação de texto: Iraci Miyuki Kishi Revisão: Alessandra Abramo, Fausto A Barreira Filho, Luciana Pereira Azevedo, Sandra Lia Farah Iconografia: Coordenação: Sônia Oddi Pesquisa: Andréa Bolanho, Carlos Luvizari, Elizete Moura Santos e Valéria Vaz Assistentes: Cristina Mota, Maria Rosa Alexandre e Patrícia Black Edição de Arte Maria Paula Santo Siqueira Projeto Gráfico Estúdio Graal Ilustrações

	Aberturas: Faifi Bico de pena: Mozart Couto Miolo: Faifi, José Luís Juhas, Marcos Aurélio Neves Gomes e Paulo César Pereira Capa Claudson Rocha Diagramação e Editoração eletrônica Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição	2ª edição
Impressão:	Não tem informação
Série (s):	Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	672 p., Livro do Aluno e 16 p., Manual do Professor

Fonte: Coleção *Física – História & Cotidiano*. São Paulo: FTD, 2005

Na apresentação da obra, os autores colocam que o professor, ao trabalhar com a coleção, terá a oportunidade de mostrar ao aluno uma Física mais dinâmica e contextualizada. Além disso, afirmam que este livro poderá ser um instrumento de apoio e compreensão dos fenômenos físicos, contribuindo assim para a formação do aluno como cidadão.

A coleção é estruturada de acordo com uma organização clássica dos conteúdos: Mecânica (unidade 1 – Introdução; unidade 2 – Cinemática Escalar; unidade 3 – Cinemática Vetorial; unidade 4 – Dinâmica; unidade 5 – Gravitação Universal; unidade 6 – Estática; unidade 7 – Hidrostática); Física Térmica (unidade 8 – Termologia); Óptica e Ondulatória (unidade 9 – Óptica; unidade 10 – Ondulatória; unidade 11 – Hidrodinâmica); Eletromagnetismo (unidade 12 – Eletrostática; unidade 13 – Eletrodinâmica; unidade 14 – Eletromagnetismo) e Física Moderna (unidade 15 – Física Moderna). Além disso, a coleção apresenta um conjunto de 19 experimentos físicos que contemplam os conteúdos abordados, as respostas dos exercícios propostos, as siglas das diversas faculdades e universidades nacionais, a bibliografia utilizada para a construção da obra e o Manual do Professor.

A organização dos capítulos que compõem as unidades do Livro do Aluno é a mesma em todos os outros capítulos. Em geral, os capítulos apresentam uma seção de conteúdo teórico, seguido das seguintes seções: *Aplicação* – exercícios resolvidos que abordam a teoria explanada; *Atividades* – exercícios com diversos graus de dificuldades que

devem ser trabalhados pelos alunos; *Mais atividades* – exercícios extras que abordam questões relativas ao texto e intercalam questões de vestibulares; *Física & Cotidiano* – questões relacionadas ao cotidiano do aluno e *A História conta* – relatos de várias descobertas e curiosidades dos pesquisadores que propiciaram a construção dos conhecimentos físicos de que se dispõe. Em alguns capítulos há a presença de questões motivacionais, como a que se observa no capítulo 1 (*Você sabe como funciona e qual a precisão de um relógio atômico?*). Além disso, os capítulos mostram fotos e figuras coloridas, e há também um destaque especial às fórmulas físicas que estão inseridas em quadros coloridos em amarelo.

No Manual do Professor, um suplemento encadernado com o Livro do Aluno, os autores inicialmente fazem uma discussão sobre o papel da Física no ambiente escolar e os objetivos gerais e específicos que devem ser alcançados pelos estudantes. Em seguida, apresentam as competências e habilidades que, segundo os Parâmetros Curriculares de Física para o Ensino Médio, precisam ser desenvolvidas nesses educandos. Além disso, destacam a importância do planejamento anual, mensal e plano de aula para o desenvolvimento do trabalho em classe e a utilização dos recursos didáticos como complementação ao trabalho do professor, além de discutirem o papel do professor nos tempos atuais e a importância da avaliação no processo ensino-aprendizagem. Por fim, o manual apresenta os conteúdos e objetivos de cada unidade que compõe o Livro do Aluno.

O Quadro 3 a seguir apresenta os dados editoriais do Caderno de Atividades dessa coleção:

Quadro 3: Dados editoriais do Caderno de Atividades da coleção *Física – História & Cotidiano*, da Editora FTD

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autores:	José Roberto Bonjorno Regina Azenha Bonjorno Clinton Márcico Ramos
Formação dos autores:	<i>José Roberto Bonjorno</i> Bacharel e Licenciado em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) <i>Regina Azenha Bonjorno</i> Bacharel e Licenciada em Física pela Pontifícia

	Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) <i>Clinton Márcico Ramos</i> Bacharel e licenciado em Física pela Universidade Mackenzie (SP)
Colaborador:	Eduardo de Pinho Prado
Título da coleção:	Física - História & Cotidiano
Editora:	FTD
Ano de Edição:	2004
Equipe editorial:	Editora: Júnia La Scala Editora Assistente: Ângela Pontual Assistente de Produção: Noêmia de Araújo Preparação e Revisão: Coordenação: Lucila Barreiros Facchini Preparação de texto: Iraci Miyuki Kishi Revisão: Alessandra Abramo, José Alexandre S. Neto, Luciana Pereira Azevedo, Sandra Lia Farah Edição de Arte Maria Paula Santo Siqueira Projeto Gráfico Cláudio Cuellar Ilustrações José Luís Juhas, Setup Capa Claudson Rocha Diagramação e Editoração eletrônica Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição	Não tem informação
Impressão:	Não tem informação
Série (s):	Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	256 p.

Fonte: Coleção *Física – História & Cotidiano*. São Paulo: FTD, 2005

O Caderno de Atividades foi produzido, segundo os autores, com o intuito de fornecer ao estudante uma diversidade de exercícios, incluindo questões de vestibulares para fixar e revisar os conhecimentos de Física que serão exigidos nos vestibulares.

O caderno apresenta uma organização padrão para os nove conteúdos abordados (Mecânica, Termologia, Óptica Geométrica, Ondulatória, Hidrodinâmica, Eletrostática, Eletrodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna): uma ficha-resumo contendo os conceitos e fórmulas físicas de cada tópico, questões resolvidas e muitos exercícios,

predominantemente, de vestibulares. Ao final do livro, respostas dos exercícios e as siglas dos vestibulares contemplados nesses exercícios.

O Caderno de Resoluções tem os seguintes dados editoriais conforme o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4: Dados editoriais do Caderno de Resoluções da coleção *Física – História & Cotidiano*, da Editora FTD

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autores:	Idem, Livro do Aluno
Formação dos autores:	Idem, Livro do Aluno
Colaboradores:	Beatriz Lombardi, Eduardo de Pinho Prado, Ivan Moneda Alberto
Título da coleção:	Física - História & Cotidiano
Editora:	FTD
Ano de Edição:	2005
Equipe editorial:	Editora: Júnia La Scala Editora Assistente: Ângela Pontual Assistente de Produção: Noêmia de Araújo Preparação e Revisão: Coordenação: Lucila Barreiros Facchini Preparação de texto: Iraci Miyuki Kishi Revisão: Alessandra Abramo, Luciana Pereira Azevedo, Sandra Lia Farah Edição de Arte Maria Paula Santo Siqueira Capa Claudson Rocha Diagramação e Editoração eletrônica Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição	Não tem informação
Impressão:	Não tem informação
Série (s):	Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	160 p.

Fonte: Coleção *Física – História & Cotidiano*. São Paulo: FTD, 2005

O Caderno de Resoluções apresenta as soluções dos exercícios que compõem as seções *Atividades e Mais atividades* do Livro do Aluno. Entretanto, estas soluções são apresentadas e comentadas de forma superficial e, geralmente, seguem uma estratégia de

resolução em que primeiramente são identificados os dados dos exercícios para em seguida se apresentar a aplicação de fórmulas para se chegar ao resultado esperado.

3.1.2 – Análise da Coleção

Esta análise procurará identificar, nos capítulos de Mecânica do Livro do Aluno e Manual do Professor desta coleção didática, se há elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.1.2.1 - Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

No Manual do Professor, os autores, ao discutirem o papel da Física no ambiente escolar, ressaltam que os conceitos abordados no ensino dessa área do conhecimento – como força, movimento, velocidade, temperatura etc. – já têm um significado prévio para o aluno. Contudo, este significado muitas vezes não coincide com o científico.

Como exemplo, no capítulo 5, intitulado “Queda dos Corpos”, os autores iniciam o assunto com a seguinte afirmação:

Largando, de uma mesma altura, uma pena e uma pedra, observamos que a pedra cai primeiro. Por causa disso, pensamos que os corpos mais pesados caem mais depressa que os mais leves.
(BONJORNO & CLINTON, *Física - História & Cotidiano*, Livro do Aluno, 2005, p.63)

Nesse trecho, os autores ilustram uma concepção espontânea comum entre os estudantes: dois objetos em queda chegam ao chão em tempos diferentes, caso um deles seja mais pesado que o outro.

Em seguida, os autores afirmam que tal experiência, quando realizada em um recipiente desprovido da resistência do ar, apresenta um outro resultado: os objetos caem ao mesmo tempo, independente de suas massas, tamanhos ou formas.

Dessa forma, os autores procuram enfatizar que os resultados baseados em experiências científicas muitas vezes não coincidem com as observações que o aluno traz de seu mundo vivencial.

Ao longo dos textos que compõem o Manual do Professor e o Livro do Aluno, são apresentadas de várias situações do cotidiano que fazem com os alunos reflitam sobre os conhecimentos da Física e os advindos de suas vivências. No entanto, seus autores não estimulam a reflexão dos conhecimentos alternativos que podem resultar das situações desse cotidiano “genérico”.

No capítulo 3, por exemplo, intitulado “Movimento uniforme”, os autores utilizam uma situação hipotética para introduzir esse conteúdo:

Suponha que você esteja dirigindo um carro de tal forma que o ponteiro do velocímetro fique sempre na mesma posição, acusando, por exemplo, uma velocidade de 80km/h, no decorrer do tempo. (Idem, p. 38)

No capítulo 9, intitulado “Força e Movimento”, ao introduzir o conceito de atrito, os autores utilizam uma situação do cotidiano para exemplificar as aplicações desse conhecimento físico:

Uma pessoa não poderia andar se não houvesse atrito entre o sapato e o solo; o pé da pessoa empurra o solo para trás e este empurra o pé da pessoa para frente. (Ibidem, p. 127)

Quanto às interpretações dos fenômenos físicos presentes no cotidiano do aluno, os autores consideram que, na maioria das vezes, a compreensão da realidade a partir da teoria científica implica, para o aluno, uma mudança na maneira de olhar determinado fenômeno.

Para eles, nas situações de aprendizagem, os professores devem permitir que os alunos explicitem suas idéias sobre os assuntos em estudo.

Assim, as situações de aprendizagem devem permitir, em primeiro lugar, que o aluno explicita suas idéias sobre os assuntos em estudo e posteriormente, apresentar problemas que não sejam resolvidos pelos alunos. A percepção de que suas justificativas sobre um fenômeno não explicam todas as questões relativas ao tema favorece uma postura de investigação da realidade pelo aluno, permitindo-lhe avaliar suas concepções diante das teorias científicas. BONJORN & CLINTON, Física - História & Cotidiano, Manual do professor, 2005, p.2)

É dessa forma que os autores incentivam o debate entre as concepções espontâneas dos estudantes e as noções científicas.

3.1.2.2 - História e Filosofia da Ciência (HFC)

Os autores procuram fazer uma abordagem externalista da história para mostrar as principais necessidades e descobertas tecnológicas da sociedade de cada época, como demonstram os numerosos exemplos a seguir.

No texto introdutório do capítulo 1 do Livro do Aluno, intitulado “*A Física experimental*”, há uma descrição da evolução dos conhecimentos físicos desde as primeiras descobertas da pré-história até os grandes avanços tecnológicos do mundo moderno e contemporâneo, e neste texto os autores afirmam que houve uma série de dificuldades para os pensadores corrigirem as idéias aristotélicas, muitas delas com conclusões precipitadas, em função da Igreja Católica condenar qualquer conhecimento que não fosse advindo da Bíblia também pelo fato de haver na época uma sociedade feudal basicamente rural e majoritariamente analfabeta que pouco iria contribuir para o desenvolvimento da ciência.

Nos capítulos que integram a temática Mecânica, também há seções intituladas “*A História Conta*”. Na página 22, por exemplo, essa seção descreve o surgimento do Sistema Internacional de Medidas para padronizar em termos mundiais o sistema de medidas.

Já nas páginas 54, 69 e 190 do Livro do Aluno, os autores optam pela abordagem do perfil biográfico para descrever as numerosas contribuições de Evangelista Torricelli, Galileu Galilei e Johannes Kepler na evolução das idéias da Física.

Na página 54, os autores descrevem o local e a data de nascimento e morte de Evangelista Torricelli e suas contribuições no campo da Física: a equação de Torricelli, a invenção do barômetro e a construção de lentes para instrumentos ópticos.

Nas outras seções, a abordagem externalista da HFC continua. Nas páginas 219 e 243, a seção “*A História Conta*” se volta para Arquimedes. A primeira parte descreve a cidade de Siracusa em situação de guerra e a importância de Arquimedes na defesa da cidade contra a fúria dos romanos, a partir do desenvolvimento de máquinas de guerra capazes de combater os invasores. A segunda parte descreve a lenda sobre o problema da

coroa do rei Hierão II, que desconfiara da honestidade do ourives ao fabricar uma coroa com a quantidade exata de ouro fornecida por este rei.

No Manual do Professor, os autores descrevem essa visão externalista da ciência, como produto dependente do espaço sociocultural:

A história da ciência tem mostrado que o desenvolvimento do conhecimento não ocorre num espaço sociocultural vazio, mas é condicionado por fatores externos. O ensino da Física, em particular, deve acompanhar o contexto do momento que vivemos. (BONJORNIO & CLINTON. Física - História & Cotidiano, Manual do Professor, 2005, p. 3)

Dessa forma, os autores reforçam a relação entre a produção do conhecimento e os fatores externos intrínsecos à sociedade moderna e contemporânea, tais como a política vigente e os aspectos sociais e culturais. Além disso, reportam-se aos PCNs para enunciar uma das habilidades a serem desenvolvidas pelo aluno no estudo da Física: *Reconhecer a Física como produção e construção humanas, por meio do contato com aspectos históricos e suas influências em diferentes contextos.*” (Idem, p. 4)

Essa habilidade vai ao encontro da proposta de desmistificar a figura do cientista como ser superior dotado de genialidade e contribui para que o leitor se sinta sujeito dessa construção de conhecimentos.

3.1.2.3 - Modelos Mentais e a Resolução de Problemas

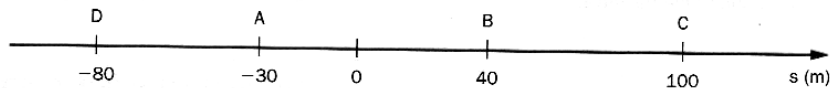
Na coleção existem três seções de exercícios, denominadas respectivamente “Aplicação”, “Atividades” e “Mais exercícios”.

Na seção “Aplicação”, os autores apresentam exercícios e problemas resolvidos que vêm logo depois do desenvolvimento de um tema, para que o aluno possa elucidar os detalhes da explicação teórica. Contudo, estas resoluções geralmente são sucintas e apresentadas em um único caminho possível de solução.

Vejamos o exemplo de exercício de “Aplicação” da página 29 do Livro do Aluno:

Aplicação

Um carrinho se movimenta do ponto A para o ponto C, e depois para D, descrevendo a trajetória da figura.



- Qual a posição inicial do carrinho? E a final?
- Qual o deslocamento escalar efetuado pelo carrinho?
- Quantos metros ele percorreu no total?

a) Se o carrinho parte do ponto A, sua posição inicial é $s_i = -30$ m. A posição final é indicada pela abscissa do ponto D, que é igual a $s_f = -80$ m.

b) O deslocamento é dado pela diferença entre as posições final e inicial.

$$\Delta s = s_f - s_i \rightarrow \Delta s = -80 - (-30) \rightarrow \Delta s = -50 \text{ m}$$

O deslocamento foi no sentido contrário ao sentido positivo da trajetória. Em módulo: $|\Delta s| = 50$ m.

c) A distância total percorrida (espaço percorrido) é dada por:

$$d = \overline{AC} + \overline{CD} \rightarrow d = |100 - (-30)| + |-80 - 100| \rightarrow d = 310 \text{ m}$$

(BONJORN & CLINTON. *Física - História & Cotidiano*, Livro do Aluno, 2005, p. 29)

A questão 4 do capítulo 2, intitulado “Definições e Conceitos”, exemplifica os tipos de exercícios que estão presentes na seção de “Atividades”: *livro que está sobre sua carteira pode estar em movimento? Justifique* (Ibidem, p. 30)

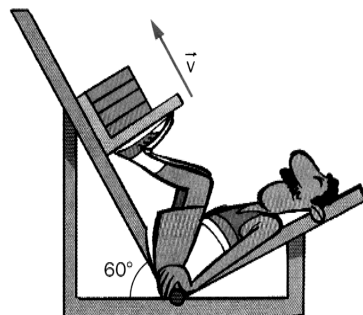
E a resposta esperada pelos autores é: *Sim. Se o referencial adotado for o sol, por exemplo, o livro estará em movimento, pois, juntamente com o planeta Terra, gira em torno do Sol*” (BONJORN & CLINTON. *Física - História & Cotidiano*, Caderno de Resoluções, 2005, p. 5)

Na página 126, encontramos um exemplo de exercício de aplicação direta da fórmula $F = Kx$:

Uma força de 8000N alonga uma mola de 20cm. Calcule a constante elástica dessa mola. (BONJORN & CLINTON. *Física - História & Cotidiano*, 2005, Livro do Aluno, p. 126)

Na página 136, temos um problema de vestibular que retrata uma situação do cotidiano presente nas academias de ginástica:

69. (UFG) Nas academias de ginástica, usa-se um aparelho chamado pressão com pernas (*leg press*), que tem função de fortalecer a musculatura das pernas. Esse aparelho possui uma parte móvel que desliza sobre um plano inclinado, fazendo um ângulo de 60° com a horizontal. Um pessoa, usando o aparelho, empurra a parte móvel de massa igual a 100 kg e a faz mover ao longo do plano, com velocidade constante, como é mostrado na figura.



Considere o coeficiente de atrito dinâmico entre o plano inclinado e a parte móvel $0,1$ e a aceleração gravitacional 10 m/s^2 . (Use $\sin 60^\circ = 0,86$ e $\cos 60^\circ = 0,5$.)

- Faça o diagrama das forças que estão atuando sobre a parte móvel do aparelho, identificando-as.
- Determine a intensidade da força que a pessoa está aplicando sobre a parte móvel do aparelho.

(BONJORNO & CLINTON. *Física - História & Cotidiano*, Livro do Aluno, 2005, p. 136)

Esse “problema” é uma aplicação do “plano inclinado”. Assim, os alunos podem praticar e assimilar os conceitos teóricos já vistos em um exercício com um grau médio de dificuldade.

Na seção “Mais atividades”, estão presentes questões de diversos vestibulares abordando os mais variados conteúdos presentes em cada capítulo estudado.

As seções supracitadas ilustram os diversos tipos de seções de exercícios propostos na coleção. Contudo, os autores não orientam os professores e leitores para o processo de resolução de problemas.

Ao resolver um problema, os leitores precisam refletir, criar estratégias de raciocínio e tomar decisões. Em um problema de Física, por exemplo, o leitor necessita inicialmente compreender o enunciado, o que requer a construção de um modelo mental. Caso o leitor não consiga construir um modelo adequado, utilizará um modelo pessoal fruto

de suas experiências prévias. Todavia, observamos que inexitem nessa coleção estímulos para o processo de construção e exploração de modelos mentais.

3.1.2.4 - Física Moderna e Contemporânea (FMC)

O Livro do Aluno reserva uma unidade exclusiva para os tópicos de Física Moderna. Os capítulos que integram essa unidade são *Teoria da Relatividade Especial*, *As Idéias da Física Quântica e Radioatividade*. No entanto, não há nesta coleção uma discussão aprofundada sobre a importância da Física Moderna e Contemporânea (FMC) para a formação do estudante e para a sociedade.

No capítulo 50, intitulado “Teoria da Relatividade Especial”, discutem-se tópicos relacionados à dilatação do tempo, contração do comprimento, massa relativística e equivalência entre massa e energia. Observamos também a utilização de exemplos do cotidiano do aluno para introduzir os dois postulados da Relatividade Especial.

No capítulo 51, intitulado “As idéias da Física Quântica”, são discutidos assuntos importantes da Física, tais como radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, efeito Compton, dualidade onda-partícula, modelo atômico de Bohr e princípio da incerteza, entre outros. No último capítulo, denominado “Radioatividade”, os autores abordam a fusão e a fissão nuclear utilizados na operação de reatores e bombas nucleares.

3.1.2.5 - Atividades Experimentais

No Manual do Professor, os autores propõem a utilização de aulas práticas como recurso didático para o ensino da Física, salientando que *mesmo que a escola não disponha de laboratórios, podem-se propor algumas atividades experimentais com materiais trazidos pelos próprios alunos* de suas casas. (BONJORNIO & CLINTON. *Física - História & Cotidiano*, 2005, Manual do Professor, p. 6)

Na seção do Livro do Aluno intitulada “Experiência em sala”, seis experimentos práticos abordam conceitos de Mecânica (tempo de reação, lançamento horizontal, pilha de moedas, carrinho de elástico, elevador hidráulico e dinamômetro experimental), e todas estas atividades apresentam os materiais necessários para a realização do experimento, bem como os procedimentos experimentais.

As cinco primeiras experiências podem ser enquadradas na categoria ênfase matemática, segundo a classificação de Araújo e Abib (2003), pois possibilitam a verificação de leis físicas como a lei inercial, aplicações do Princípio de Pascal com a prensa hidráulica, verificação da transformação de energia com o carrinho de elástico e a construção de gráficos na determinação do tempo de reação. O último experimento permite a construção de um dinamômetro, utilizado frequentemente em laboratórios de Física. Além disso, os materiais utilizados são acessíveis aos alunos e a construção “artesanal” permite uma melhor compreensão do funcionamento desse instrumento físico.

Observa-se, no entanto, que todas as atividades propostas nessa coleção, apesar de permitirem a participação ativa dos alunos e a utilização adequada de equipamentos e tratamentos de dados, são do tipo verificacionista, ou seja, tipo “receita de bolo”.

3.1.3 – Síntese da Análise

No Manual do Professor, os autores sugerem que os professores confrontem sempre que possível as concepções alternativas dos estudantes com as noções científicas. Além disso, acreditam que existam diversas interpretações para um determinado fenômeno, sejam elas de caráter prévio ou científico, e que, ao se deparar com a versão científica, o educando deverá mudar o seu “olhar” em relação a esse fenômeno. Contudo, não deixam claro se a evolução das idéias dos alunos em relação a determinado fenômeno ocorre simplesmente como uma substituição das idéias científicas, como proposto na Teoria de Mudança Conceitual (Posner et al, 1982) ou se essas interpretações podem conviver com as interpretações prévias, sendo cada uma delas empregadas em um contexto conveniente para o estudante, como propõe Mortimer (1994).

Ao longo dos textos que integram a temática Mecânica no Livro do Aluno e do professor, e nas seções “A História Conta”, aparecem alguns elementos que configuram uma visão externalista da História: os textos retratam aspectos políticos, econômicos e sociais da época em que os conceitos da Física abordados no capítulo foram construídos. Entretanto, praticamente não existem, tanto no Manual do Professor quanto no Livro do Aluno, outras discussões importantes acerca da HFC, tais como a construção de paradigmas e a convivência simultânea de modelos / teorias conflitantes.

Quanto aos problemas e exercícios propostos nas seções “Atividades” e “Mais atividades”, não foram encontrados indícios, tanto no manual do professor como no caderno de resoluções, de um trabalho direcionado para o processo de resolução de problemas baseado na construção de modelos mentais; o caderno de resoluções apresenta todas as questões resolvidas do Livro do Aluno e o de atividades contém apenas o resumo dos conceitos importantes de cada conteúdo e extensas listas de exercícios de vestibulares. Além disso, estes dois cadernos contêm as respostas esperadas de cada exercício com apenas um caminho possível de solução.

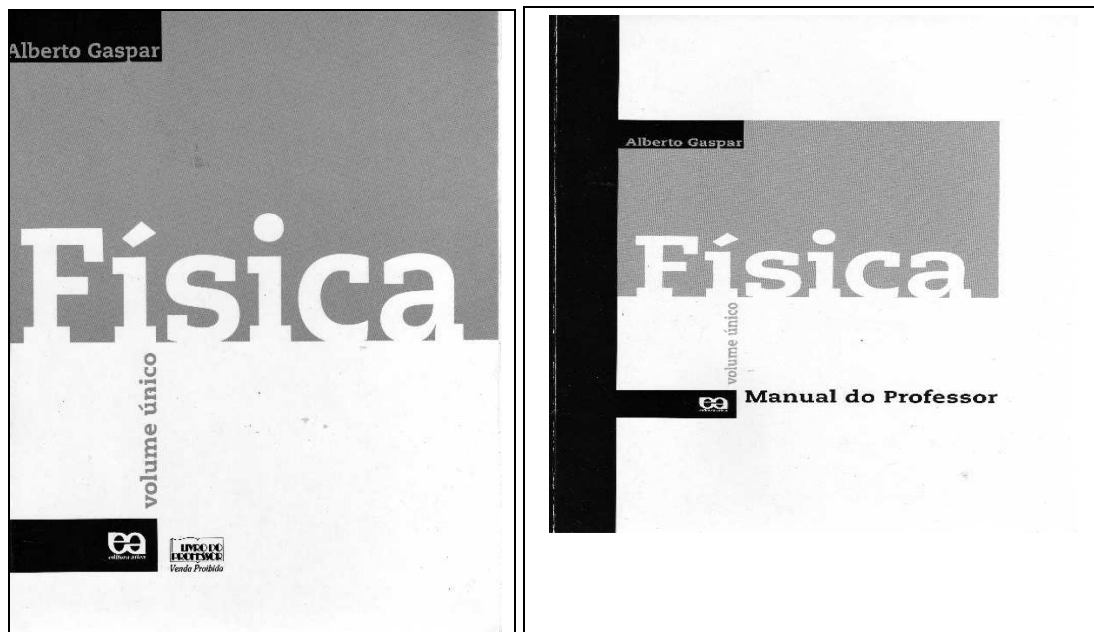
O manual do professor desta coleção não apresentou um direcionamento para o trabalho com a FMC, somente os objetivos a serem alcançados neste tópico da Física. Além disso, o conteúdo proposto no livro do aluno é relativamente sucinto e superficial.

No manual do professor, os autores sugerem que os professores realizem atividades experimentais utilizando materiais trazidos de casa pelos alunos. No entanto, o número de experiências sugeridas para o conteúdo de Mecânica na seção “Experiência em sala” do livro do aluno é muito reduzido, limitando-se a seis experimentos. Além do mais, as experiências são do tipo “redescoberta”, com roteiros fechados, contendo listas de materiais e procedimentos para a realização do experimento, o que limita a criatividade e a capacidade do aluno em construir hipóteses para os fenômenos observados.

3.2 – COLEÇÃO “FÍSICA” – Editora Ática

GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2003, Livro do Aluno.

GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2003, Manual do Professor



Livro do Aluno

Manual do Professor

Fonte: Coleção *Física*. São Paulo: Ática, 2003

3.2.1 – Descrição da Coleção

Nesta coleção, o Livro do Aluno contém os seguintes dados editoriais, conforme as especificações do Quadro 5 a seguir:

Quadro 5: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção *Física*, da Editora Ática

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Alberto Gaspar
Formação do autor:	Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo Mestre em ensino de Física pela Universidade de São Paulo Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo
Colaborador:	-

Título da coleção:	Física
Editora:	Ática
Ano de Edição:	2003
Equipe editorial:	Editor: João Guizzo Coordenação da Edição: Cármen Sílvia Rela Matricardi Edição de texto: Luiz Tonolli Revisão: Hélia de Jesus Gonzaga (coord) Lúcia Scoss Nicolai Ornella Miguellone Martins Edição de arte: Margarete Gomes Riviera Debora Barbieri Editoração eletrônica e gráficos: Wander Camargo Silva Ilustrações: Sidnei Moura e Exata Capa: Homem de Melo & Tróia Design
Edição	1ª Edição
Impressão:	2ª impressão
Série (s):	1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	496 páginas

Fonte: Coleção *Física*. São Paulo: Ática, 2003

No início da obra, o autor discorre sobre a contribuição da Física para o avanço tecnológico e debate brevemente a evolução das idéias dessa área do conhecimento na vida do homem. Em seguida, apresenta ao leitor a organização da obra (textos, seção de exercícios, atividades práticas, etc) e finalmente destina um capítulo para a discussão das idéias mais recentes da Física.

A coleção apresenta a divisão temática tradicional: Mecânica (quatorze capítulos), Ondulatória e Acústica (três capítulos), Óptica (cinco capítulos), Física Térmica (cinco capítulos), Eletricidade e Magnetismo (oito capítulos) e Física Moderna (um capítulo), e finaliza apresentando ao leitor questões do ENEM, respostas de exercícios propostos e os significados das siglas de Faculdades e Universidades.

A temática Mecânica é abordada na primeira parte do livro. No capítulo 1, o autor realiza uma discussão entre as diferenças existentes entre as profecias de Antônio Conselheiro, por exemplo, e as previsões científicas e apresenta a Física como uma construção humana, fruto das contribuições de cientistas que sentiram a necessidade de aprimorar esse saber científico à medida que aprofundaram os seus conhecimentos da natureza.

Em seguida, define as diferentes categorias nas quais as idéias básicas da Física podem ser enquadradas: conceitos (“*representações de objetos pelo pensamento, por meio de suas características gerais*”); princípios ou leis (“*enunciados ou relações matemáticas que procuram descrever o comportamento da natureza*”); modelos (“*simplificações de determinada situação ou problema, desconsiderando os aspectos não relevantes ou desprezíveis*”) e teorias (“*leis, princípios e modelos organizados e sistematizados, que procuram interpretar e, sobretudo, unificar um dado domínio de fenômenos naturais, formam uma teoria*”).

Finalmente, o autor apresenta as áreas de atuação da Física (Mecânica Clássica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Relatividade Especial, Mecânica Quântica e Relatividade geral) e suas aplicações tecnológicas em diversas áreas da atividade humana, nas diferentes formas de atuação e transmissão de eletricidade, nos transportes, telecomunicações e na eletrônica.

Essa temática está dividida em quatorze capítulos: *Introdução; Grandezas e Vetores; Estudo dos Movimentos; Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado; Movimentos sob a Ação da Gravidade; As Leis de Newton; Aplicações das Leis de Newton; Movimento Circular; Trabalho e Potência; Energia; Impulso e Quantidade de Movimento; Gravitação; Estática e Hidrostática.*

Como exemplo de configuração de cada capítulo, o capítulo intitulado “Gravitação” é dividido em quatro tópicos: “Introdução”; “As Leis de Kepler”; “A Lei da Gravitação Universal” e “Planetas e Satélites: a Terceira Lei de Kepler e a Velocidade Orbital”.

Todos os capítulos têm uma configuração padrão de textos, seção de exercícios resolvidos e de atividades propostas ao leitor: questões, exercícios, testes de vestibulares e problemas. No capítulo de “Gravitação”, o texto realiza uma discussão acerca dos modelos geocêntrico e heliocêntrico e estuda as leis do movimento planetário e a da Gravitação Universal. Durante a leitura do texto, o leitor tem contato com figuras coloridas que ilustram o capítulo e com quadros explicativos e diferenciados com fonte azul, que podem ser divididos em: *Nota* (explicação breve sobre determinado conceito ou notação específica da Física); *Gramática da Física* (a semântica de termos específicos da Física); *Cotidiano* (descrição de fenômenos físicos que podem ou são vivenciados pelos leitores); *História* (histórico de algum acontecimento relacionado à Física ou descrição do perfil

epistemológico de algum cientista) e *Matemática* (aborda conceitos matemáticos que são utilizados no capítulo).

Em todos os capítulos existem exercícios resolvidos e, na seção “Atividades”, que finaliza cada capítulo, são propostas: *Prática* (atividades experimentais que podem ser realizadas pelo leitor utilizando materiais de baixo custo e acessíveis); *Questões* (relativas ao texto); *Exercícios*; *Testes* (exclusivamente de vestibulares) e *Problemas*. Além disso, as fórmulas físicas estão destacadas em quadros coloridos distribuídos ao longo do texto e, em alguns pouquíssimos casos, o autor apresenta as deduções matemáticas dessas fórmulas.

As outras temáticas apresentam a mesma configuração dos capítulos que integram a temática Mecânica e estão divididas da seguinte forma: Ondulatória e Acústica – Oscilações; ondas e som; Óptica – Luz, espelhos curvos, refração da luz, lentes e instrumentos ópticos; Óptica Ondulatória; Física Térmica – Introdução à Termodinâmica, comportamento térmico de gases, calor, as leis da Termodinâmica I, as leis da Termodinâmica II; Eletricidade e Magnetismo – Introdução à eletricidade, campo elétrico, potencial elétrico, corrente elétrica, geradores e circuitos elétricos, o campo magnético, campo magnético e corrente elétrica, indução magnética; Física Moderna e Contemporânea – A Física Moderna.

O livro apresenta nas partes finais que o compõem as seguintes seções: *Questões do ENEM* dos anos 1998, 1999 e 2000 (29 questões); *Respostas dos exercícios* (propostos nos 36 capítulos e das questões do ENEM) e o significado de siglas das faculdades e universidades de onde provêm as questões de vestibulares distribuídas em toda a coleção.

O Manual do Professor apresenta os seguintes dados editoriais, conforme o Quadro 6 a seguir:

Quadro 6: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção *Física*, da Editora Ática

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Alberto Gaspar
Formação do autor:	Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo Mestre em ensino de Física pela Universidade de São Paulo Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo
Colaborador (es):	-
Título da coleção:	Física para o Ensino Médio – Série Parâmetros

	Subtítulo: Assessoria Pedagógica
Editora:	Ática
Ano de Edição:	2003
Equipe editorial:	Editor: João Guizzo Coordenação da Edição: Cármen Sílvia Rela Matricardi Edição de texto: Henrique Silveira Neves Revisão: Hélia de Jesus Gonzaga (coord) Ornella Miguellone Martins Projeto gráfico: Margarete Gomes Editoração eletrônica e diagramação: Formato Comunicação Ltda Capa: Paulo Manzi
Edição	1ª Edição
Impressão:	3ª impressão
Número de volumes:	único
Número de páginas:	216 páginas

Fonte: Coleção *Física*. São Paulo: Ática, 2003

Este manual apresenta as seguintes seções: “Apresentação”; “Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio”; “Sugestões de recursos para o aprimoramento profissional do professor”; “Atividades Experimentais: por que, onde e como fazer”; “Atividades interdisciplinares e de contextualização” e “Orientações para o desenvolvimento de cada capítulo e resolução dos exercícios”.

Na apresentação da coleção, capítulo 1 do Manual do Professor, o autor afirma que a construção da obra buscou empregar uma linguagem acessível aos alunos e que não foram inseridas nos textos as deduções ou demonstrações matemáticas das fórmulas físicas, e ainda sugere a leitura dos textos pelos alunos durante o trabalho com a obra realizada pelo professor. Além disso, realiza uma discussão acerca das atividades práticas e dos exercícios e questões que deverão ser desenvolvidas pelo aluno em classe ou extraclasse.

No capítulo 2, o autor reproduz parcialmente os “Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio”, apresentando as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos alunos no curso de Física, e complementa estas considerações discutindo diversos aspectos relacionados à questão, como o papel do professor no processo educativo; a resolução de problemas como estratégia de ensino para a Física; o papel da experimentação no ensino das Ciências; a efetiva participação e responsabilidade social dos alunos; a História das Ciências e da Matemática e o Projeto Pedagógico da escola.

O capítulo 3 apresenta sugestões de recursos para o aprimoramento profissional do professor: as revistas de divulgação científica distribuídas em bancas de revistas (*Galileu e Superinteressante*); publicações de universidades e entidades associativas – *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Ciência e Educação, Ensaio* (Pesquisa em Educação em Ciências), *Investigações em Ensino de Ciências*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* e os Encontros e entidades – *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)*, *Sociedade Brasileira de Física (SBF)* e *Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC)*.

No capítulo 4 é apresentada uma proposta de composição de um laboratório didático de Física que inclui materiais e equipamentos básicos, instrumentos de medida e equipamentos. Além disso, é apresentada uma lista contendo o nome de empresas nacionais e estrangeiras que se dedicam à produção e venda desses tipos de materiais. E, finalmente, centros e museus de ciências presentes nos estados brasileiros.

No capítulo 5, o autor sugere atividades interdisciplinares e de contextualização que podem ser trabalhadas em cada capítulo. Como exemplo, no capítulo 1 (tópico 3 “Como a Física Funciona”) do Livro do Aluno, sugere

(...) uma atividade interdisciplinar imediata: pode-se pedir aos alunos que transponham o conteúdo desse tópico para outras ciências, de forma a responder a questões como estas: Como a química, a biologia, a matemática, a história, a geografia, entre outras ciências, funcionam no sentido dado à Física nesse tópico? (GASPAR, A. *Física*, Manual do Professor, 2003, p.25)

Finalmente, no capítulo 6, o autor orienta o professor para o desenvolvimento de cada capítulo e para a resolução de exercícios. Em cada capítulo, primeiramente, é realizada uma discussão acerca do conteúdo abordado e apresentadas as competências e habilidades presentes neste. Em seguida, discutem-se os tópicos ou conceitos importantes que estão presentes nos textos e, finalmente, apresenta-se a resolução de questões, testes, problemas, exercícios e questões do ENEM.

3.2.2 – Análise da Coleção

Será analisada nesta coleção (Livro do Aluno e Manual do Professor) a presença de elementos que incorporam as inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.2.2.1 - Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

No capítulo 1, o autor propõe uma atividade de pesquisa na qual o aluno deverá validar os conhecimentos oriundos de sua região do ponto de vista científico:

Além do conhecimento científico e religioso, há uma outra forma de conhecimento chamada costumeiramente de senso comum. É do conhecimento originário da cultura e das tradições de uma comunidade. Um exemplo desse conhecimento é a influência da Lua nas plantações, no corte dos cabelos, na geração e nascimento de crianças.

Faça uma pesquisa procurando detalhar e relacionar essas e outras formas de conhecimento originárias de sua região. Procure saber da validade desse conhecimento do ponto de vista científico, em particular, do ponto de vista da física. (GASPAR, A. Física, Livro do Aluno, 2003, p.17)

No Manual do Professor, o autor destaca a importância do resgate dessas concepções alternativas e da pouca (ou nenhuma) influência da lua no crescimento das plantações ou nos cortes de cabelos:

É importante lembrar aos alunos que a Física se originou de conhecimento desse tipo. Eles devem ser vistos de forma crítica, mas com respeito. É importante também evitar justificativas físicas de crendices populares. Dizer que a Lua influencia as plantações por causa da atração gravitacional, por exemplo, é uma bobagem. Pode ser que essa influência exista – embora não haja nenhuma comprovação experimental séria a respeito -, mas certamente ela não se deve à atração gravitacional. Além de ser insignificante, a atração gravitacional é a mesma em qualquer fase da Lua. (GASPAR, A. Física, Manual do Professor, 2003, p.35)

Na página 21, ao trabalhar com a representação vetorial, o autor faz um alerta quanto ao uso cotidiano dos termos “direção” e “sentido” que podem ser sinônimos de “rumo” e “orientação”, na linguagem cotidiana. Contudo, segundo o autor, esses termos possuem significados distintos em Física:

Se uma pedra é lançada verticalmente para cima e depois cai também verticalmente, a direção do seu movimento é sempre a mesma – vertical – mas o sentido não. Na subida o sentido é para cima; na descida ela se movimenta no sentido oposto - para baixo. (GASPAR, A. Física, Livro do Aluno, 2003, p.21)

Já na página 66, há uma discussão do termo físico “força”. Na linguagem cotidiana, a palavra “força” é utilizada com os mais diversos sentidos, e segundo o autor, este fato influencia na compreensão do conceito e explica a dificuldade que muitos alunos têm em empregar o termo de forma adequada no contexto da Física. No entanto, na página seguinte, ao discutir o termo “inércia”, alerta que

Inércia, na linguagem cotidiana, significa falta de ação, de atividade, indolência, preguiça ou coisa semelhante. Por essa razão, costuma-se associar inércia a repouso, o que não corresponde exatamente ao sentido que a Física dá ao termo. O significado físico de inércia é mais abrangente: inércia é “ficar como está”, ou em repouso ou em movimento. (Idem, p.67)

Na página 85, o autor afirma que a força de atrito costuma ser interpretada apenas como a força que se opõe ao movimento de um corpo. Essa interpretação, segundo o autor, se deve ao fato de, na linguagem cotidiana, os alunos associarem a palavra “atrito” a “divergência, desavença ou dificuldade”, o que não é correto, pois, em alguns casos, a força de atrito possibilita o movimento, usando como exemplo o ato de caminhar, que só ocorre devido ao atrito entre os pés e o solo.

Na página 106, o autor diferencia o conceito de “trabalho” do conceito utilizado no cotidiano. Neste contexto, “trabalho” significa desempenho de tarefas ou de serviços e somente em alguns casos pode exigir força e deslocamento, que são conceitos diretamente relacionados ao conceito de “trabalho” da Física. Além disso, na página 117, uma discussão acerca dos termos físicos “trabalho”, “força” e “energia” também os diferencia dos conceitos utilizados pelos alunos na linguagem cotidiana.

Todos os exemplos acima ilustram a preocupação do autor em promover a superação gradual das concepções alternativas dos leitores. No Manual do Professor, o autor diz considerar o processo de transição do senso comum para a visão cientificista e, ao se referir aos conhecimentos prévios dos alunos, afirma que

É importante levar em conta tais conhecimentos no processo pedagógico, porque o efetivo diálogo só se verifica quando há confrontação verdadeira entre visões e opiniões. O aprendizado da ciência é um processo de transição intuitiva, de senso comum ou de auto-elaboração, pela visão de caráter científico construída pelo aluno, como produto de embate de visões. (GASPAR, A. Física, Manual do Professor, 2003, p.12)

O diálogo entre os conhecimentos do senso comum e as noções científicas é importante para o aprendizado da Ciência. Nesta coleção, o autor se preocupa em trabalhar os diversos sentidos que um conceito físico adquire na linguagem cotidiana. Entretanto, não são freqüentes atividades individuais ou coletivas que estimulem o leitor a confrontar os seus conhecimentos do senso comum com os científicos, ou que ao menos estimulem a superação dos conhecimentos alternativos pelo leitor.

3.2.2.2 - História e Filosofia da Ciência (HFC)

O autor reconhece em vários momentos da obra o papel do homem no processo da construção da Ciência. Tal reconhecimento contribui para a desmistificação do cientista como ser superior e dotado de genialidade. Para este autor,

A Ciência é uma construção humana e qualquer passo adiante só pode ser dado por quem já percorreu ou conhece os anteriores. Todos os grandes cientistas, em qualquer época, só foram capazes de dar contribuições novas e relevantes porque conheciam a fundo a ciência com que trabalham e a ela se dedicaram intensamente. (GASPAR, A. Física, Livro do Aluno, 2003, p. 10)

Neste contexto, a História da Ciência pode proporcionar uma visão mais adequada da ciência e possibilitar ao leitor o reconhecimento dela como construção humana que está em pleno desenvolvimento.

Ao longo do livro, o autor enfatiza o perfil biográfico de alguns cientistas em quadros explicativos e indicados com a temática “História”. Neles, o foco é direcionado para o cientista citado no corpo do texto, como evidencia o exemplo a seguir:

Albert Einstein (1879-1955), físico alemão naturalizado norte americano, é autor da Teoria da Relatividade Geral. Uma das previsões mais ousadas dessa teoria é a de que a luz sofre a ação gravitacional. Einstein não afirma que a luz tem peso, o que já seria estranho, mas que o espaço é curvo, o que é mais estranho ainda! Segundo a teoria, no entanto, esse efeito é muito pequeno, não é possível comprová-lo em laboratório. (Idem, p.12)

Neste e em outros exemplos constantes no livro, há um breve relato da biografia do cientista e discussões acerca de suas contribuições para a ciência, tais como a elaboração de teorias, equações e erros cometidos durante a construção desses conhecimentos.

Outros poucos enfoques dados à História da Ciência podem ser classificados na visão de Pessoa Jr. (1996) como *História externalista ou social da ciência*, pois abordam a sociedade da época e as contribuições para a Ciência.

No quadro intitulado “A rota da seda durante a Idade Média” (página 19), o autor descreve as rotas comerciais marítimas que possibilitaram a troca de conhecimentos entre as civilizações chinesa, arábica e européia. Essa forma de troca de conhecimentos fez com que os europeus conhecessem e adotassem a numeração decimal e os algarismos arábicos.

Em outros momentos, o autor opta pela História internalista de longo prazo para explicar a evolução dos conceitos da Física ao longo do tempo. No quadro intitulado “Aristóteles a Descartes: o princípio da inércia”, por exemplo, há uma discussão sobre a visão aristotélica do conceito de inércia passando por Galileu, finalizando com as conclusões de René Descartes acerca do assunto.

3.2.2.3 - Modelos Mentais e Resolução de Problemas

Na coleção, práticas experimentais, questões discursivas relativas ao texto, exercícios, testes e problemas são classificadas em uma mesma categoria, *Atividades*.

Estas questões exigem respostas exclusivamente dissertativas, relacionadas ao texto e ao cotidiano do aluno, sem a utilização de cálculos matemáticos. Os exercícios são

aplicações diretas de fórmulas e os testes e problemas englobam questões de vestibulares do tipo teste e dissertativas.

As questões geralmente são claras em seus enunciados e adequadas ao nível dos alunos, com gradação de dificuldades, e não induzem à memorização de estratégias de resolução. Em muitos exercícios há aplicação direta de fórmulas e a repetição do mesmo conceito físico em vários exercícios. As questões de vestibulares são diferenciadas entre testes (com alternativas) e problemas (dissertativas).

Um exemplo de questão:

Um policial dá um tiro para cima. Se a bala o atingir na volta, o que pode acontecer? Justifique. (GASPAR, A. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 63)

A resposta esperada pelo autor é:

O policial pode ferir-se gravemente. A bala ao atingi-lo terá uma velocidade de valor muito próximo àquele com a qual foi lançada, pois a diminuição de velocidade na subida é igual ao acréscimo de velocidade na descida, uma vez que a aceleração da gravidade se mantém praticamente constante e o intervalo de tempo na subida e na descida é mesmo. Nesse caso a resistência do ar é insignificante. (GASPAR, A. *Física*, Manual do Professor, 2003, p. 49)

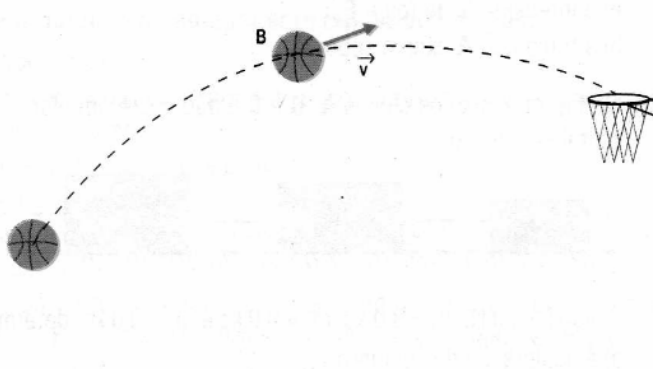
Os exercícios propostos geralmente são numéricos e exigem a aplicação direta de fórmulas físicas. Vide o exemplo da página 87 do Livro do Aluno:

- 13.** Um elevador tem massa 800 kg. Admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine a tração no cabo do elevador quando ele:
- a) sobe com aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$;
 - b) desce com velocidade constante de $5,0 \text{ m/s}$;
 - c) desce com aceleração de $0,50 \text{ m/s}^2$.
- (Desprezar as forças de atrito.)

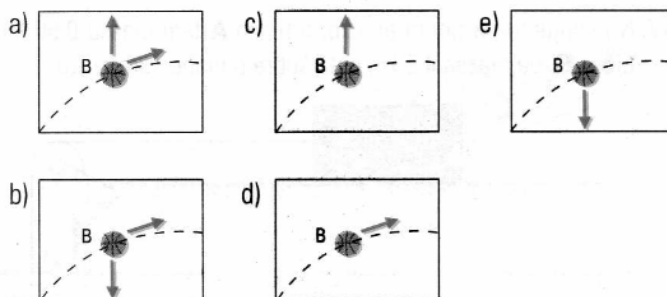
(GASPAR, A. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 87)

Os testes reúnem exercícios de vestibulares direcionados para o ingresso do aluno no curso superior. Também é o caso de um exercício da página seguinte do mesmo livro:

23. (Fuvest-SP) Um jogador de basquete arremessa uma bola **B** em direção à cesta. A figura representa a trajetória da bola e sua velocidade $\vec{v}$ num certo instante.



Desprezando os efeitos do ar, as forças que agem sobre a bola, nesse instante, podem ser representadas por:



(GASPAR, A. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 88)

Na página 12 do Manual do Professor, o autor faz referência aos objetivos que os alunos devem alcançar ao lidar com situações-problema novas:

- *aprender a desenvolver estratégias de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas;*
- *adquirir espírito de pesquisa, aprendendo a consultar, a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados, a validar soluções;*
- *desenvolver sua capacidade de raciocínio;*
- *adquirir autoconfiança e sentido de responsabilidade;*
- *ampliar sua autonomia e capacidade de comunicação e argumentação.”* (GASPAR, A. *Física*, Manual do Professor, 2003, p. 13)

Todos esses objetivos direcionam o trabalho com resolução de problemas. Contudo, não foi constatado nesta coleção um direcionamento pontual do autor para o trabalho com modelos mentais.

3.2.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FMC)

O livro apresenta um capítulo voltado exclusivamente para os tópicos da Física Moderna. Neste capítulo há referência aos modelos clássicos para a construção dos conceitos da Física Moderna e Contemporânea. Além disso, são abordados os seguintes tópicos: Da Natureza Corpuscular das Ondas Eletromagnéticas à Dualidade Onda-Partícula; A História de Einstein; O Enigma do Éter; A Radiação Térmica; O Quantum de Ação; Do Átomo de Rutherford Ao Átomo de Bohr; O Spin e o Princípio da Exclusão de Pauli; A Mecânica Ondulatória; Deus Não Joga Dados! e A Física de Partículas de forma compacta e muito superficial.

No Manual do Professor, mais especificamente no capítulo 36, o autor reconhece a Física como uma construção humana e desmistifica a idéia de a ciência é capaz de resolver todos os problemas. Além disso, busca realizar no capítulo de Física Moderna um tratamento predominantemente conceitual, sem complicações matemáticas para tornar mais fácil a abordagem pelo professor.

Nesse capítulo, percebe-se a proximidade do conteúdo da Física Moderna e Contemporânea explorado no livro com a linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes (1993). O autor busca respeitar a evolução histórica dos conceitos da Física para a apresentação da Física Moderna. Como exemplo, no tópico: “Do átomo de Rutherford ao átomo de Bohr”, primeiro discute-se o modelo do átomo de Thomson, depois o modelo proposto por Ernest Rutherford e finalmente o átomo de Bohr. Na página 458 do Livro do Aluno, o autor traz a discussão da relação entre frequência e energia da onda eletromagnética, uma novidade inexplicável do ponto de vista da teoria ondulatória da luz.

3.2.2.5 – Atividades Experimentais

Nos capítulos de Mecânica, sete atividades experimentais abordam fenômenos e conceitos da Física que em geral são simples e acessíveis aos estudantes. Na maioria, esses experimentos podem ser enquadrados na categoria ênfase matemática, pois possibilitam a verificação de leis físicas, o tratamento de dados e construção de gráficos. Um exemplo é o experimento da página 50 do Livro do Aluno, intitulado “Estudo Experimental do Movimento”, em que o autor realiza a descrição do material e dos procedimentos necessários para a realização do experimento.

A atividade experimental analisa o movimento de uma esfera imersa em óleo colocada dentro de uma mangueira de plástico. Um dos objetivos do experimento é construir um gráfico x (cm) versus t (s), a partir da medição do tempo necessário para a esfera percorrer uma determinada trajetória.

Em outra parte do livro, o autor, ao se referir à utilização do computador nas atividades experimentais, afirma que as simulações realizadas por software não podem ser consideradas atividades experimentais, pois os programas restringem as condições em que a atividade se realiza. A melhor forma de utilizar o computador, segundo o autor, é como uma ferramenta para a realização de cálculos e construção de gráficos e tabelas. O valor de uma atividade experimental está na interpretação física dos dados obtidos pela máquina.

No início da página 6 do Manual do Professor, o autor apresenta argumentos que justificam a desvalorização da prática experimental pelo professor:

Infelizmente, nas últimas décadas, a atividade de laboratório foi tão valorizada e mitificada que a maior parte dos professores que a desenvolviam deixou de fazê-lo, temerosa de estar utilizando o laboratório de forma muito elementar, aquém das “extraordinárias potencialidades” exigidas para a atividade. (GASPAR, A. Física, Manual do Professor, 2003, p. 6)

E apresenta a proposta da coleção para o desenvolvimento das atividades experimentais:

Nossa proposta é desmistificar essas atividades, dando-lhes objetivos realistas, mais modestos e alcançáveis, tais como: saber medir; ter uma noção real das dimensões das grandezas físicas;

verificar leis; construir e interpretar gráficos; e verificar experimentalmente a resolução de problemas. (Idem, p.6)

Na página 15 deste manual, o autor apresenta um capítulo exclusivo para discussões acerca dos procedimentos, instrumentos e equipamentos específicos que fazem parte do conteúdo experimental. Além de orientar quanto à instalação e equipamentos necessários para um laboratório didático de Física, ele sugere materiais e equipamentos básicos que o laboratório deve conter e locais onde esses equipamentos podem ser adquiridos.

Apesar dos experimentos utilizarem materiais de baixo custo e possibilitarem a realização do experimento em casa ou em sala, os experimentos são realizados a partir de procedimentos e roteiros fechados e seguem o modelo da redescoberta.

3.2.3 – Síntese da Análise

Ao longo dos textos e exercícios que compõem os capítulos de Mecânica do Livro do Aluno, nota-se que o autor busca resgatar as concepções alternativas dos alunos a partir de situações do cotidiano, realizando discussões acerca de alguns termos científicos, tais como força e inércia, que na linguagem cotidiana são utilizados com os mais diversos sentidos.

No Manual do Professor, o autor também procura trabalhar com o processo de transição do senso comum para a visão cientificista. Entretanto, não existe uma preocupação do autor em trabalhar com atividades individuais ou coletivas que estimulem a superação dos conhecimentos prévios ou ao menos o confronto das idéias prévias com as noções científicas.

Ao longo do Livro do Aluno e do Manual do Professor, o autor reconhece a “ciência como atividade humana”, o que contribui para a desmistificação do cientista como “ser superior dotado de genialidade”.

Em outras partes que compõem a coleção, a HFC é incorporada de diversas formas e sob vários vieses: (I) Perfil biográfico de alguns cientistas, de forma predominante, (II) Internalista de longo prazo para explicar a evolução de conceitos da Física ao longo do tempo e (III) Externalista de ciência, construída em dependência de problemas sociais, econômicos e políticos. No entanto, não se percebe uma presença significativa de

discussões acerca das mudanças de paradigmas ou da convivência em uma mesma época de teorias ou modelos conflitantes etc.

Quanto aos problemas e exercícios propostos na seção “Atividades”, não há um direcionamento no manual do professor e no livro do aluno para um trabalho específico visando a resolução de problemas a partir da construção de Modelos Mentais; nestes materiais são apresentadas somente questões resolvidas na qual a solução do problema é dada um único caminho.

Apesar de sucinto e muito compacto, o capítulo de Física Moderna apresenta um conteúdo teórico rico em informações. Além disso, os textos que compõem o capítulo de FMC partem geralmente de contribuições e de problemas que não foram resolvidos pela Física Clássica.

Por outro lado, o direcionamento dado pelo autor para o trabalho do professor com FMC indica que foi dado um tratamento predominantemente conceitual a este aspecto, sem complicações matemáticas, para tornar mais fácil a abordagem pelo professor.

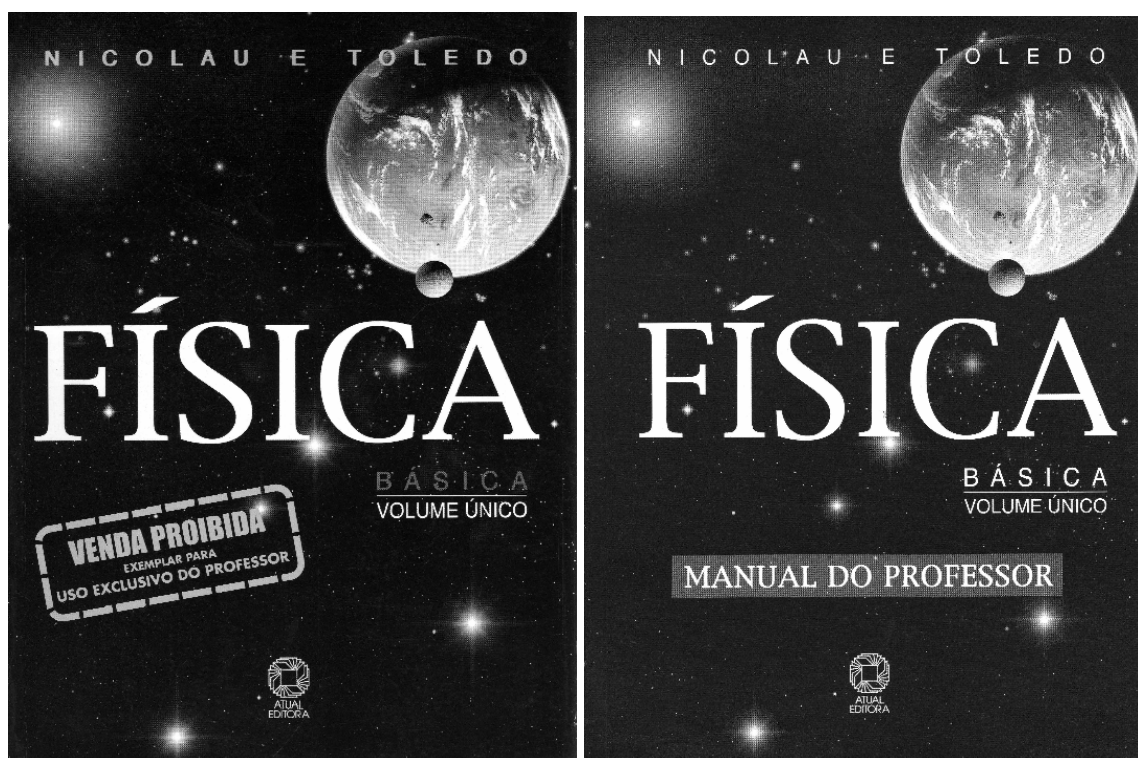
Nos capítulos de Mecânica há sete atividades experimentais simples e acessíveis aos estudantes, que abordam fenômenos e conceitos da Física. Esses experimentos, em sua maioria, situam-se na categoria ênfase matemática, pois possibilitam a verificação de leis físicas, tratamento de dados e construção de gráficos.

Apesar de trabalharem com experimentos tipo verificacionista e de enfatizarem o modelo da redescoberta, esta coleção apresenta uma proposta com objetivos efetivos para o trabalho do professor com atividades experimentais, tais como saber medir; ter uma noção real das dimensões das grandezas físicas; verificar leis; construir e interpretar gráficos e verificar experimentalmente a resolução de problemas. Ela também apresenta um capítulo exclusivo para orientar o professor quanto à instalação e equipamentos necessários para um laboratório didático de Física e sugere procedimentos, instrumentos e equipamentos específicos que fazem parte do conteúdo experimental.

3.3 – COLEÇÃO “FÍSICA BÁSICA” – Editora Atual

FERRARO, Nicolau Gilberto e SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física Básica**. São Paulo: Atual, 2004, Livro do Aluno.

FERRARO, Nicolau Gilberto e SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física Básica**. São Paulo: Atual, 2004, Manual do Professor.



Livro do Aluno

Manual do Professor

Fonte: Coleção *Física Básica*. São Paulo: Atual, 2004

3.3.1 – Descrição da Coleção

Nesta coleção, o Livro do Aluno apresenta os seguintes dados editoriais, conforme o Quadro 7 a seguir:

Quadro 7: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção *Física Básica*, da Editora Atual

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Antonio de Toledo Soares
Formação do autor:	Nicolau Gilberto Ferraro Licenciado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo; Engenheiro Metalurgista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Ex-professor da Escola Politécnica e do Curso Universitário; Professor do Colégio e Curso Objetivo; Paulo Antonio de Toledo Soares Professor de Física e médico diplomado pela Universidade de São Paulo; Ex-diretor pedagógico e professor do Colégio Galileu Galilei; Ex-professor do Curso Universitário e do Curso Pré-médico; Professor do Curso Intergraus.
Colaboradores:	Preparação de texto: Ana Maria Álvares e Maria de Lourdes Chaves Ferreira; Projeto gráfico e diagramação: Setup Bureau Editoração Eletrônica; Capa: Alexandre Rampazo; Imagem de capa: Chris Butler/SPL Ilustrações: KLN Artes Gráficas, Adilson Secco, Antonio Robson, Alexandre Argozino, Carlos Avalone, Processo de criação, Alberto de Stéfano.
Título da coleção:	Física Básica
Editora:	Atual
Ano de Edição:	2004
Equipe editorial:	Gerente Editorial: Wilson Roberto Gambeta Editores: Teresa Christina W. P. de Mello Dias Assistentes editoriais: Mônica Rodrigues de Lima e Teresa Cristina Duarte Revisão: Pedro Cunha Jr. (coordenação) Elza Gasparotto/Cecília Kinker/Célia Camargo Renato Colombo/Edilene Santos/Camila Santana Gerente de arte: Nair de Medeiros Barbosa Coordenação eletrônica: Silvia Regina E. Almeida Assistente de produção: Grace Alves
Edição	2ª Edição
Impressão:	sem informações

Série (s):	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a série do Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	639 páginas

Fonte: Coleção *Física Básica*. São Paulo: Atual, 2004

Na apresentação do Livro do Aluno, os autores enfatizam a contribuição da obra para desmistificar a Física como “algo assustador, complicado e árido” e afirmam que, ao longo do livro, os fenômenos físicos e a evolução dos conhecimentos sobre eles serão trabalhados em linguagem clara e acessível.

A coleção está dividida em dez unidades, de acordo com a divisão temática tradicional: Mecânica (três unidades: I - Cinemática, II - Dinâmica e III - Estática e Hidrostática), Física Térmica (uma unidade: IV - Termologia), Ondulatória e Óptica (duas unidades: V - Óptica e VI - Ondas), Eletromagnetismo (três unidades: VII - Eletrostática, VIII - Eletrodinâmica e IX - Eletromagnetismo) e Física Moderna (uma unidade: X - Física Moderna). Além disso, os 49 capítulos que compõem as dez unidades são formados por 219 “unidades de aprendizagem”, segundo denominação dos autores.

Como exemplo da configuração de um dos capítulos que integram uma das unidades dessa coleção didática, o capítulo 1 da unidade I (Cinemática), intitulado “Estudo do Movimento”, é dividido em seis unidades de aprendizagem: “O mundo fascinante da Física”; “O tempo e sua medida”; “Medida de distâncias”; “Algarismos significativos”; “Notação científica”; “Medidas antigas de comprimento”; “Movimento. Referencial”; “Espaço de um móvel”; “Função horária”; “Variação de espaço”; “Velocidade escalar média. Velocidade escalar instantânea”; “Travessia de ponte e de túnel”; “Aceleração escalar média”; “Aceleração escalar instantânea”; “Movimento progressivo e movimento retrógrado” e “Movimento acelerado e movimento retardado”.

Em cada unidade de aprendizagem, os autores abordam a teoria utilizando uma linguagem acessível e clara e a finalizam com exercícios diferenciados pelas categorias Aplicação (exercícios que exigem a aplicação direta dos conceitos estudados na unidade de aprendizagem); Verificação (exercícios direcionados para consolidar os conteúdos aprendidos); e Revisão (categoria de exercícios que contém testes e questões de vestibulares).

Todos os capítulos apresentam vários itens especiais que foram classificados e conceituados pelos autores como:

- *Para saber mais: perguntas instigantes que levam o jovem a pensar e responder com base no que aprendeu e sugestões de pesquisas que permitem ao aluno avançar nos conteúdos desenvolvidos, ampliando seus conhecimentos.*
- *Conheça mais: pequenas leituras, explorando fatos e fenômenos ligados ao cotidiano ou relacionados com o desenvolvimento tecnológico.*
- *Observe: destaque, curiosidade ou aprofundamento do assunto que está sendo tratado na unidade de aprendizagem.*
- *Leia mais: bibliografia sucinta com obras de cunho paradidático ou de divulgação científica, que propiciam aos interessados um aprofundamento nos assuntos apresentados.*
- *Física no tempo: breve cronologia da Física, que permite aos estudantes ter uma idéia de como se formou o conhecimento físico.* (Nicolau e Toledo. *Física Básica*, Livro do Aluno, 2004, p.de apresentação)

Durante a leitura do texto de cada unidade de aprendizagem, o leitor tem contato com figuras coloridas e fórmulas destacadas com quadros coloridos. Além disso, no final de cada unidade de aprendizagem, são apresentadas as respostas esperadas dos exercícios.

Ao final do livro aluno, os autores apresentam ao leitor as siglas de Faculdades e Universidades indicadas nos exercícios.

Conforme o Quadro 8, o Manual do Professor contém os seguintes dados editoriais:

Quadro 8: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção *Física Básica*, da Editora Atual

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Antonio de Toledo Soares
Formação do autor:	Idem Livro do Aluno
Título da coleção:	Física Básica
Colaboradores:	Preparação de texto: Maria de Lourdes Chaves Ferreira/ Rita de Cassia Sorrocha Pereira/ Silvia Sampaio Ribeiro; Diagramação e projeto gráfico: Setup Bureau Editoração Eletrônica; (capa): Alexandre Rampazo; Imagem de capa: Chris Butler/SPL

Editora:	Atual
Ano de Edição:	2004
Equipe editorial:	Gerente Editorial: Wilson Roberto Gambeta Editora: Teresa Christina W. P. de Mello Dias Assistentes editoriais: Mônica Rodrigues de Lima e Teresa Cristina Duarte Revisão: Pedro Cunha Jr. (coordenação) Elza Gasparotto/Cecília Kinker/Célia Camargo Renato Colombo/Edilene Santos/Camila Santana Gerente de arte: Nair de Medeiros Barbosa Supervisor de arte: José Maria de Oliveira Coordenação eletrônica: Silvia Regina E. Almeida Assistente de produção: Grace Alves
Edição	2ª Edição
Impressão:	sem informações
Número de volumes:	Volume único
Número de páginas:	192 páginas

Fonte: Coleção *Física Básica*. São Paulo: Atual, 2004

O Manual do Professor apresenta as seguintes seções: “Características do texto”, “Unidades de aprendizagem” e “Resolução de exercícios”. Na primeira seção, os autores descrevem detalhadamente toda a configuração do livro: dez unidades; 49 capítulos; 219 unidades de aprendizagem; mais de 3.000 exercícios com diferentes objetivos e níveis de dificuldade, organizados em três categorias (aplicação, verificação e revisão) e várias atividades que aprofundam os conhecimentos (“para saber mais”, “conheça mais”, “observe”, “leia mais” e “Física no tempo”). Nas seções seguintes, os autores apresentam os títulos de todas as unidades de aprendizagem que compõem os capítulos e na última seção as resoluções de todos os exercícios da coleção, indicando somente um percurso de resolução e finalmente, os objetivos de estudo para cada unidade de aprendizagem.

3.3.2 – Análise da Coleção

Esta análise procurará identificar nesta coleção didática (Livro do Aluno e Manual do Professor), a presença de elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.3.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

A análise dos capítulos revelou uma preocupação (embora discreta) dos autores em trabalhar nos textos os conhecimentos prévios dos alunos a partir do resgate, ao longo da obra, de vários aspectos que estão presentes no cotidiano dos leitores. Todavia, são aspectos de um cotidiano generalizado, no qual não ocorre a especificação de locais ou regiões.

No capítulo 1, por exemplo, ao trabalhar com a relação tempo e medida, os autores destacam que:

Assim, em nossa vida, em nossas leituras e estudos, nos deparamos com intervalos de tempo desde os extremamente grandes (milhões de anos, centenas de séculos etc.) até os extremamente pequenos (frações de segundo). (NICOLAU E TOLEDO. **Física Básica**, Livro do Aluno, 2004, p.7).

Na página 27, seção “Para saber mais”, os autores propõem uma atividade de pesquisa para o leitor que aborda conhecimentos do cotidiano:

Movimentos uniformes ocorrem no nosso dia-a-dia e na natureza. Observe o ambiente e identifique cinco exemplos desse tipo de movimento. (Idem, p. 27)

Ao trabalharem com a primeira Lei de Newton, os autores utilizam um exemplo muito familiar a quase todos os leitores para explicar a lei inercial:

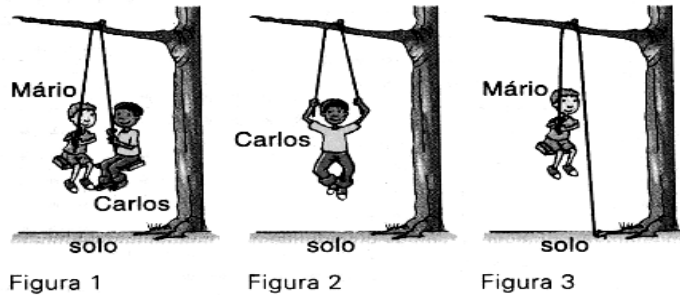
(...) quando o ônibus parte, o passageiro sente-se atirado para trás em relação ao ônibus, pois tende, por sua inércia, a permanecer em repouso em relação ao solo. (Ibidem, p. 27)

Na página 135, os autores resgatam o conceito de energia que é construído intuitivamente pelo leitor:

Diariamente somos bombardeados pelas notícias sobre a procura de novas fontes de energia, como a energia solar e a energia nuclear, para substituir as quase esgotadas fontes de energia química, obtidas a partir do petróleo. (NICOLAU E TOLEDO. **Física Básica**, Livro do Aluno, 2004, p. 135)

Muitos dos problemas propostos também fazem menções às situações do cotidiano:

R33. (Olimpíada Paulista de Física) Considere as situações desenhadas abaixo em que uma corda é apoiada no galho de uma árvore e Mário e Carlos fazem certas experiências:



Hipóteses:

- A corda arrebenta quando tracionada por uma força maior que o peso de um corpo de 70 kg.
- Mário e Carlos possuem massas iguais a 60 kg cada um.
- A corda pode deslizar, praticamente sem atrito, ao redor do galho.

Considerando-se as hipóteses acima podemos afirmar que a corda:

- a) arrebentará nas 3 situações figuradas.
- b) não arrebentará em nenhuma das 3 situações figuradas.
- c) arrebentará apenas na situação da figura 1.
- d) arrebentará apenas nas situações das figuras 1 e 3.
- e) arrebentará apenas na situação da figura 2.

(NICOLAU E TOLEDO. **Física Básica**, Livro do Aluno, 200, p. 114)

Por outro lado, ao se analisar tanto o Livro do Aluno como o Manual do Professor, constata-se que não existe uma preocupação dos autores em contrapor os conhecimentos do senso comum dos alunos às noções científicas; o que existe são situações do cotidiano que fazem com que o leitor resgate os seus conhecimentos prévios de um determinado conceito ou fenômeno físico. Os autores fazem isto apenas para ilustrar o que será tratado em cada tópico, tornar mais “familiar”, mais “amigável” os conhecimentos científicos novos. Não há uma preocupação em apresentar conflitos entre as idéias dos alunos e as noções científicas, menos ainda, promover processos de mudança conceitual.

3.3.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)

Ao longo dos textos que compõem a temática Mecânica no Livro do Aluno e que integram o Manual do Professor, pouquíssimos elementos demonstram a incorporação de aspectos da História e Filosofia da Ciência.

No capítulo 14, por exemplo, intitulado “Gravitação”, os autores apresentam os sistemas planetários para explicarem os movimentos de corpos celestes.

Primeiramente, descrevem o modelo geocêntrico proposto por Cláudio Ptolomeu (100-170), posteriormente refutado por Nicolau Copérnico (1473-1543) a partir da nova concepção do universo, que considera o sol como seu centro (sistema heliocêntrico). Em seguida, apresentam as idéias de Tycho Brahe (1546-1601), que propõe um novo modelo geocêntrico. E finalmente, descrevem as três leis de Johannes Kepler (1571-1630), que foram construídas a partir das concepções de seu tutor Tycho Brahe.

Nesse caso, optam pela História internalista de longo prazo, segundo classificação de Pessoa Jr. (1996), para explicar a evolução dos sistemas planetários.

Existe também, ao longo da coleção, uma seção intitulada “Física do Tempo”, que permite aos estudantes ter acesso a alguns conhecimentos que foram construídos ao longo dos séculos pela humanidade.

Na página 202, por exemplo, os autores apresentam alguns conhecimentos que foram construídos nos séculos: VI a.C.: “(...) *os gregos analisavam os fenômenos naturais por meio das próprias coisas da natureza (...)*”; IV a. C.: “*Aristóteles apresentou uma teoria para explicar o movimento dos corpos, terrestres e celestes, que perdurou por muitos séculos (...)*”; XVI e XVII (descrição dos modelos geocêntricos e heliocêntrico por Nicolau Copérnico, Giordano Bruno, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Galileu Galilei); XVII e XVIII (construção das três leis fundamentais do movimento e da Lei da Gravitação).

Em suma, é sempre uma abordagem histórica fechada ao contexto interno dos fatos, dados e acontecimentos científicos, sem relacioná-los a outras dimensões sociais, culturais, políticas, econômicas, etc.

3.3.2.3 – Modelos Mentais e a Resolução de Problemas

Nesta coleção existem exercícios com diferentes objetivos e níveis de dificuldade, que foram classificados pelos autores em três categorias: Aplicação (devem ser feitos em sala de aula e exigem aplicação direta dos conceitos aprendidos), Verificação (podem ser resolvidos em casa e destinam-se a solidificar o conteúdo desenvolvido) e Revisão (questões e testes de vestibulares).

Da página 10 do Livro do Aluno, um exemplo da categoria de exercícios de Aplicação:

Projetado à razão de 16 quadros por segundo, o filme que mostra o desabrochar de uma flor é exibido em 20 segundos. Sabendo-se que o processo normal da abertura da flor ocorre em 58 horas, qual o intervalo de tempo entre duas fotos sucessivas tomadas do processo? (NICOLAU E TOLEDO. Física Básica, Livro do Aluno, 2004, p.10).

E como resposta, os autores apresentam no Manual do Professor a seguinte resolução:

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} 16 \text{ fotos} - 1 \text{ s} \\ n - 20 \text{ s} \end{array} \right\} n = 320 \text{ fotos} \\ & \left. \begin{array}{l} 320 \text{ fotos} - 48 \text{ h} \\ 1 \text{ foto} - x \end{array} \right\} x = \frac{48}{320} \text{ (h)} \\ & \boxed{x = 0,15 \text{ h} = 9 \text{ min}} \end{aligned}$$

(NICOLAU E TOLEDO. Física Básica, Manual do Professor, 2004, p.13).

Da página 162 do Livro do Aluno, um exemplo da categoria de exercícios de Verificação:

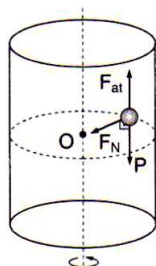
V16. Um motociclista percorre a parede lateral de um cilindro num movimento circular uniforme horizontal. O raio do cilindro é igual a 8,0 m e o coeficiente de atrito de escorregamento vertical entre os pneus e a parede do cilindro é igual a 0,2. Determine a menor velocidade do motociclista para não escorregar para baixo. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



(NICOLAU E TOLEDO. *Física Básica*, Livro do Aluno, 2004, p.162).

E como resposta, os autores apresentam no Manual do Professor:

R18.



$$F_{at} = P = 0,49 \text{ N}$$

$$F_N = m \cdot a_c \Rightarrow F_N = m \cdot \omega^2 \cdot R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_N = 0,050 \cdot 6^2 \cdot 0,2 \quad F_N = 0,36 \text{ N}$$

Resultante centrípeta e conservação da energia mecânica.

Objetivo:

- Resolver exercícios utilizando o conceito de resultante centrípeta e aplicando a conservação da energia mecânica.

(NICOLAU E TOLEDO. *Física Básica*, Manual do Professor, 2004, p.60).

Da página 138 (capítulo 10) do Livro do Aluno, um exemplo de exercício de revisão:

(Olimpíada Paulista de Física) Um dos grandes problemas dos programas espaciais com satélites, estações espaciais etc, é a colisão com fragmentos sólidos, chamados de lixo espacial, que

ficam orbitando ao redor da Terra. Suponha que um pequeno fragmento de 100g, com uma velocidade escalar de 8km/s com relação a um satélite, esteja na rota de colisão. A energia cinética desse pequeno fragmento com relação ao satélite equivale à energia cinética de um automóvel de 1 tonelada, cuja velocidade teria módulo de:

A) 288km/h B) 288m/s C) 80km/h D) 80km/s E) 288m/h
(NICOLAU E TOLEDO. *Física Básica*, Livro do Aluno, 2004, p.138).

No Manual do Professor, os autores apresentam a resposta esperada:

$$\mathbf{R2.} \text{ Fragmento: } E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow E = \frac{0,1 \cdot (8 \cdot 10^3)^2}{2}$$

$$E = 3,2 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\text{Automóvel: } E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 3,2 \cdot 10^6 = \frac{1\,000 \cdot v^2}{2}$$

$$v = 80 \text{ m/s ou } \boxed{v = 288 \text{ km/h}}$$

Resposta: *a*

(NICOLAU E TOLEDO. *Física Básica*, Manual do Professor, 2004, p.50).

No Manual do Professor, não existe uma orientação para a abordagem e o trabalho em classe com a resolução de problemas e muito menos com os Modelos Mentais; este consiste apenas em exaustivas folhas contendo a resolução dos exercícios propostos. Todos os exercícios apresentam um único percurso resolução, sem o detalhamento de passagens matemáticas.

3.3.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FMC)

O livro destina uma unidade exclusiva para a abordagem da Física Moderna (unidade X). No capítulo 48, intitulado “Introdução à Relatividade”, os autores abordam as seguintes unidades de aprendizagem: Introdução à Relatividade, os postulados da Relatividade Especial, dilatação do tempo, contração do espaço, a massa relativística e energia relativística. Finalmente, no capítulo 49, intitulado “Introdução à Mecânica Quântica”, as unidades de aprendizagem abordadas são o efeito fotoelétrico e o caráter dual da luz.

No Livro do Aluno, os textos presentes nessas unidades de aprendizagem fazem referência aos modelos clássicos para a construção dos conceitos da Física Moderna e contemporânea. Essa referência segue a linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes (1993), que propõem a revisão das principais contribuições da Física Clássica como alternativa para que os alunos superem suas dificuldades no tratamento da Física Moderna. Contudo, o conteúdo abordado nessas unidades de aprendizagem é extremamente resumido, o que impossibilita aos alunos uma aprendizagem mais significativa e impede o aprofundamento nos conhecimentos da Física Moderna.

No Manual do Professor, não existe nenhuma orientação quanto à abordagem da Física Moderna na sala de aula. Além disso, não há proposta de se partir das dificuldades que originaram a Física clássica, mostrando o limite de sua validade, para, na sequência, tratar dos modelos da Física Moderna.

3.3.2.5 – Atividades Experimentais

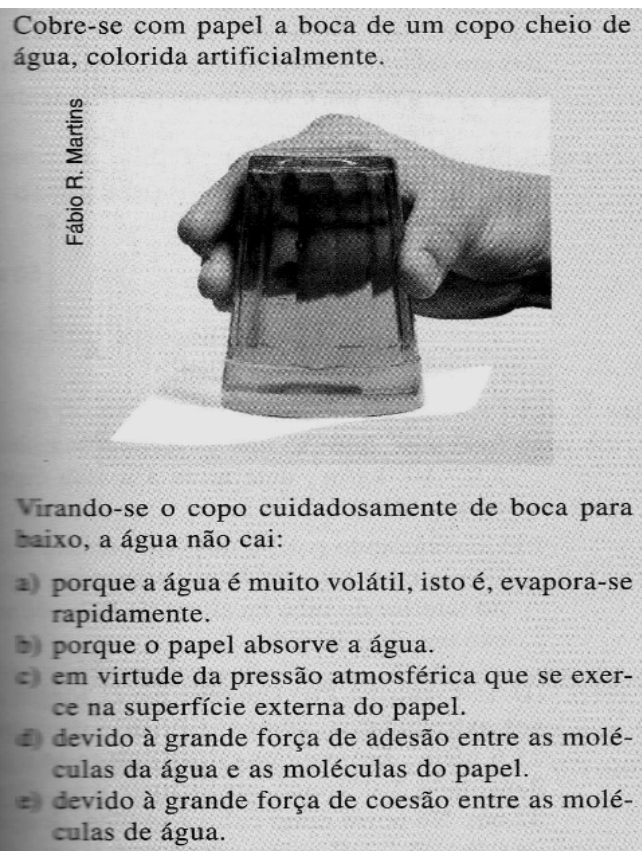
Praticamente não foram detectados, ao longo dos capítulos, os experimentos que integram a temática Mecânica aos demais da coleção, o que demonstra pouca preocupação por parte dos autores com esse aspecto.

Os textos presentes nos capítulos de Mecânica do Livro do Aluno não apresentam sugestões de experimentos para serem realizados pelo leitor. Contudo, ao trabalhar com alguns equipamentos físicos, os autores utilizam esquemas e figuras para demonstrar o funcionamento de aparatos experimentais tais como a máquina de Atwood, o dinamômetro, etc.

Na página 97, por exemplo, os autores demonstram, a partir de figuras, o funcionamento e a forma como é feita a graduação de um dinamômetro, aparelho que serve para realizar medidas de intensidade de forças.

Ao se analisar o Manual do Professor, constata-se que este se resume apenas à resolução dos exercícios propostos no Livro do Aluno e não apresenta comentários ou sugestões acerca das atividades experimentais.

Nos capítulos que integram a temática Mecânica existe um exercício situado na categoria de Verificação que aborda o conceito de pressão atmosférica:



(NICOLAU E TOLEDO. *Física Básica*, Livro do Aluno, 2004, p.233).

Este exercício apresenta uma atividade experimental que pode ser realizada pelo aluno em classe ou extraclasse. Apesar do roteiro extremamente sucinto, o leitor poderá inferir sobre o porquê da água não cair do copo.

Após a leitura do enunciado do exercício, o leitor testará todas as hipóteses (alternativas) e deverá concluir que a água não cai do copo devido à pressão atmosférica que se exerce na superfície externa do copo.

3.3.3 – Síntese da Análise

Na análise da coleção, mais especificamente nos textos e exercícios propostos, foram identificados aspectos “genéricos” do cotidiano que não se referem a locais ou

regiões específicas ou tratam de conhecimentos específicos dos alunos ou classes que trabalharão com a coleção.

Na leitura dos textos e exercícios propostos, estão presentes aspectos de um cotidiano “genérico” bem familiar aos leitores. Contudo, não foram encontrados elementos que configurem o processo de mudança conceitual conforme a proposta de Posner et al. (1982) ou mesmo a preocupação do autor em trabalhar, nos textos, o processo de evolução das idéias que os alunos trazem de suas vivências para as noções aceitas cientificamente. Além disso, não há registro na coleção que demonstre que as idéias prévias podem transitar para a conceituação científica ou que essas podem conviver com as científicas, tal como propõe Mortimer (1994).

Ao longo dos textos que integram a temática Mecânica no Livro do Aluno e no Manual do Professor, os pouquíssimos elementos que demonstram a incorporação da História e Filosofia da Ciência demonstram a opção dos autores pela História internalista de longo prazo, segundo classificação de Pessoa Jr. (1996), na qual os autores utilizam uma linguagem moderna para explicar a evolução das concepções físicas ao longo do tempo.

Contudo, praticamente não existem, tanto no Manual do Professor quanto no Livro do Aluno, discussões importantes acerca da HFC tais como a da ciência como atividade humana, a desmistificação da figura do cientista, o caráter externalista da ciência, produzida em dependência de problemas sociais, econômicos e políticos e a mudança de paradigmas, entre outros tópicos.

Quanto aos problemas e exercícios propostos, como foi visto anteriormente, esta coleção apresenta exercícios e problemas com diferentes objetivos e níveis de dificuldade, classificados pelos autores nas categorias de Aplicação, Verificação e Revisão. No entanto, não há na coleção uma orientação específica para o trabalho com a resolução de problemas ou a abordagem dos diversos modelos mentais dos alunos; ao invés disso, o Manual do Professor, por exemplo, apresenta somente extensas listas de respostas esperadas contendo apenas um caminho de solução possível para cada exercício e os seus respectivos objetivos.

A abordagem da Física Moderna e Contemporânea se resumiu a um único capítulo e foi realizada de forma superficial e extremamente sucinta. Este Manual do Professor carece de uma orientação específica quanto ao trabalho com a FMC, que poderia, por exemplo, partir das dificuldades que originaram a crise da Física Clássica para construir os

conhecimentos da FMC, conforme linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes (1993).

Por fim, no que se refere ao trabalho com as atividades experimentais, constatou-se que não há na coleção, tanto em Mecânica, como nos outros capítulos, um direcionamento adequado para esse tipo de atividade científica, ou seja, praticamente não há atividades experimentais na coleção.

3.4 – COLEÇÃO “FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO” – Editora IBEP

ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: IBEP, 2005, 2^a. ed. (volume único).

ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: IBEP, 2005, 2^a. ed. (volume único).



Livro do Aluno

Manual do Professor

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: IBEP, 2005

3.4.1 – Descrição da coleção

O Livro do Aluno apresenta os seguintes indicadores editoriais, conforme o Quadro 9 a seguir:

Quadro 9: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora IBEP

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Ivan Gonçalves dos Anjos
Formação do autor:	Professor licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (1975); Ex-professor de Ciências, no SENAI, e de Física, na Escola Técnica Federal e em diversas escolas de Ensino Médio e preparatórias para exames vestibulares; Professor da rede particular de Ensino Médio.
Colaboradores:	-
Título da coleção:	Física para o Ensino Médio
Editora:	IBEP
Ano de edição:	2005
Equipe editorial:	Presidente: Jorge A M. Yunes Diretor superintendente: Jorge Yunes Diretora editorial: Beatriz Yunes Guarita Gerente editorial: Antonio Nicolau Youssef Edição e revisão: Equipe IBEP Editora de arte: Sabrina Lotfi Hollo Assistentes de arte: Claudia Albuquerque, Érica de Oliveira Mendonça Rodrigues, Priscila Zenari e Tiago Oliveira Capa: Ulhôa Cintra Com. Vis. e Arq. S/S Ltda. Ilustradores: Hélio Senatore, Osvaldo Sequetim e Paulo Manzi Produtora gráfica: Lisete Rotenberg Levinbook Diagramação: Contemporânea
Edição	2ª Edição
Impressão:	-
Série(s):	1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio
Número de volumes:	único
Número de páginas:	448 páginas

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: IBEP, 2005

A coleção é composta por dezoito capítulos, subdivididos em tópicos, que se encontram enquadrados dentro da divisão clássica da Física: Mecânica (capítulos 1 ao 9), Física Térmica (capítulos 10 ao 12), Óptica (capítulos 13 e 14), Ondulatória (capítulo 15) e Eletromagnetismo (capítulos 16 ao 18).

No capítulo inicial (zero), intitulado “Física, que ciência é essa?”, o autor reproduz alguns trechos do discurso do presidente da Sociedade Brasileira de Física (SBF) na cerimônia de abertura do Ano Internacional da Física no Brasil (2005), com o intuito de mostrar ao leitor a importância dos conhecimentos científicos, em particular os da Física, para a melhoria da qualidade de vida do homem e para propiciar avanços tecnológicos.

Como exemplo da configuração de um dos capítulos que integram a coleção didática, o capítulo 9, “Equilíbrio estático de sólidos e líquidos”, se divide nos seguintes tópicos: “Momento de uma força e torque”, “Centro de massa e o centro de gravidade”, “Densidade”, “Pressão”, “Teorema de Stevin”, “Princípio de Pascal” e “Princípio de Arquimedes”.

Neste e em outros capítulos, o autor aborda a teoria utilizando uma linguagem clara e acessível ao leitor. Ao longo dos textos, evidencia-se a presença de figuras e esquemas em cores, além de exemplos de exercícios resolvidos, fórmulas, teoremas e notas destacadas em quadros coloridos e uma seção de exercícios para ser feita no caderno do aluno, conforme especificação do próprio autor (“sempre no caderno”). Em outros capítulos, textos ilustram episódios da História da Ciência ou descrevem a biografia de cientistas que participaram da construção dos conhecimentos físicos que foram abordados no capítulo em questão.

Ao final do livro, o autor apresenta as respostas esperadas para todos os exercícios que compõem a coleção didática.

O Manual do Professor apresenta os seguintes dados editoriais, conforme o Quadro 10 a seguir:

Quadro 10: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora IBEP

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor:	Ivan Gonçalves dos Anjos
Formação do autor:	idem ao Livro do Aluno
Título da coleção:	Física para o Ensino Médio
Colaboradores:	-
Editores:	IBEP

Ano de edição:	2005
Equipe editorial:	idem ao Livro do Aluno
Edição	2ª Edição
Impressão:	-
Número de volumes:	Único
Número de páginas:	80 páginas

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: IBEP, 2005

O Manual do Professor apresenta as seguintes seções: “O papel da Física”; “O novo Ensino Médio”, “Considerações específicas por capítulo” e a resolução dos exercícios de todos os capítulos que integram a coleção.

Na primeira seção, o autor destaca que os conhecimentos físicos devem propiciar ao leitor uma visão mais amplificada dos fazeres científicos,

(...) através da discussão do caráter de construção humana e história da ciência, da sua não linearidade, da sua relação com o cotidiano, de seu caráter experimental e da sua ligação com as demais áreas do conhecimento, mostrando-a como um dos elementos de um todo científico... (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p.5)

Na descrição do tópico “Novo Ensino Médio”, o autor reproduz trechos do documento *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM/98)*, destacando as competências e habilidades que o estudante deverá desenvolver em Física.

No terceiro tópico: “Considerações específicas por capítulo”, o autor apresenta comentários e sugestões acerca dos assuntos tratados em cada capítulo da coleção.

Um exemplo dessa suplementação é o capítulo 8, intitulado “Leis de Conservação”. Inicialmente, o autor faz comentários e sugestões acerca do tema energia, o uso cotidiano das idéias de potência e rendimento, o princípio de conservação da energia, etc, para em seguida destacar todas as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo estudante; objetivos factuais, procedimentais e atitudinais; sugestões de atividades e avaliações; propostas interdisciplinares com outras áreas do conhecimento: História, Química, Biologia e Geografia; sugestões de leitura de revistas e artigos. Além disso, em outros capítulos, sugere endereços de fabricantes de equipamentos de laboratório.

Ao final do Manual do Professor, são apresentadas todas as resoluções dos exercícios propostos e uma “mini agenda” destinada para o agendamento de aulas semanais e planejamento diário do professor.

3.4.2 – Análise da Coleção

O Livro do Aluno e o Manual do Professor dessa coleção serão analisados com o intuito de identificar a existência de aspectos que incorporam as inovações dos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.4.2.1 - Movimento das Concepções Alternativas e Teoria de Mudança Conceitual

Analizando os capítulos que compõem a temática Mecânica, inúmeros elementos distribuídos ao longo dos textos indicam a preocupação do autor em ilustrar as situações de um cotidiano “genérico” para posteriormente trabalhar os conhecimentos científicos.

No capítulo 1, por exemplo, intitulado “A Física e as medidas”, o autor rememora as unidades de medidas que fazem parte do cotidiano dos leitores:

No dia-a-dia a maioria das pessoas talvez já esteja acostumada a usar m/s e km/h para medir velocidade e °C (grau Celsius ou grau centígrado) para medir temperatura. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p.13)

Na ilustração de forças de contato, o autor utiliza alguns exemplos muito comuns ao cotidiano do leitor:

Uma pessoa chutando uma bola, um caminhão puxando um carro por meio de uma corda etc. são exemplos de força em que é necessário um contato físico; são chamadas forças de contato (Idem, p. 83)

No capítulo 6, intitulado de “Leis de Newton e suas aplicações”, o autor, ao trabalhar a primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia), utiliza um exemplo aristotélico para ilustrar o senso comum das pessoas:

Aristóteles afirmava que um corpo só podia permanecer em movimento se existisse uma força agindo sobre ele. Tal afirmação corresponde ao “senso comum” das pessoas ainda hoje. É correta a afirmação de Aristóteles?(Ibidem, p. 85)

E discute sobre a veracidade da afirmação de Aristóteles:

À primeira vista parece realmente que um corpo só se movimenta quando é puxado ou empurrado, porém Galileu mostrou que é devido à existência da força de atrito que isso assim parece. Se o atrito entre os corpos pudesse ser eliminado, um corpo poderia permanecer em movimento indefinidamente, apenas por inércia. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p.85)

No Manual do Professor, mais especificamente na seção “Considerações específicas por capítulo”, pode-se encontrar, nos objetivos de cada capítulo, indícios dessa preocupação do autor em trabalhar aspectos do cotidiano. Como exemplo, na página 10 desse manual, aparece uma preocupação do autor em contrapor o conceito de atrito de acordo com o senso comum à noção científica desse conceito. A respeito desse assunto, o autor comenta:

O atrito deve ser abordado com destaque para sua ampla utilidade (ou necessidade) na vida real, minimizando a possibilidade de criação da idéia de atrito como algo que atrapalha o movimento, algo prejudicial (dos Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p. 10).

Outros exemplos: na página 12, ao tratar as Leis de conservação, o autor espera que o professor caracterize os conceitos de energia, trabalho, potência e rendimento, aplicando-os em situações do cotidiano. Na página seguinte, o autor se mostra preocupado em corrigir os conhecimentos alternativos dos alunos acerca dos conceitos associados à temática “Equilíbrio estático de sólidos e líquidos”, ao tratar de

(...) temas interessantes como a navegação, a pressão arterial e atmosférica, sobre os quais se podem explorar as idéias prévias dos alunos e procurar corrigir possíveis enganos. (Idem, p.13).

No entanto, apesar de propor a “exploração” das idéias prévias dos alunos, o autor não sugere como o professor deve fazer isto. Ao invés disso, sugere a “correção dos possíveis enganos”, ou seja, propõe a substituição das idéias prévias quando essas não forem concordantes com as noções científicas, não permitindo, com isso, a convivência das duas noções, ou a possibilidade de mudança parcial das noções prévias.

3.4.2.2 - História e Filosofia da Ciência (HFC)

Ao longo dos textos que compõem a temática Mecânica no Livro do Aluno e os que integram o Manual do Professor, vários elementos incorporam aspectos da História e Filosofia da Ciência (HFC).

No capítulo 6, intitulado “Leis de Newton e suas aplicações”, o autor descreve o perfil biográfico do físico inglês Isaac Newton. Segundo este capítulo, Newton realizou um grande número de experiências e também criou e utilizou diversas ferramentas matemáticas para a construção dos conhecimentos físicos, além de divulgar e dar reconhecimento como ciência à Mecânica após a publicação da obra “Princípios matemáticos da filosofia natural”, em 1686. Ao final do texto, o autor menciona que as idéias newtonianas praticamente não mudaram até o final do século XIX, e depois foram classificadas como ‘Física Clássica’, enquanto as novas descobertas de Albert Einstein, Max Planck e outros passaram a integrar a ‘Física Moderna’.

No capítulo 7, “Gravitação”, na descrição das teorias geocêntricas e heliocêntricas que o autor faz, a primeira vigorou durante quase dois mil anos, enquanto a segunda foi aperfeiçoada por Ptolomeu no século II depois de Cristo. Assim, as principais leis (ou princípios) que regem os movimentos de todos os corpos celestes foram construídas graças a estudiosos como Nicolau Copérnico, Tycho Brahe e Johannes Kepler. Detalhando esta apresentação, o autor descreve o perfil de Johannes Kepler, descobridor das três leis do movimento planetário e o primeiro entusiasta da Teoria Heliocêntrica de Copérnico.

No Manual do Professor, também ocorrem vários trechos que indicam a preocupação do autor com aspectos da História e Filosofia da Ciência. Na página 11, mais especificamente nas orientações específicas do capítulo “Leis de Newton e suas

aplicações”, o autor destaca o papel da Filosofia na discussão da ciência como processo de construção humana:

A Filosofia, particularmente a Filosofia da Ciência, pode fornecer elementos importantes para a discussão da ciência como processo de construção coletiva. O ponto de partida pode ser a afirmação atribuída a Newton, de que seu trabalho estava apoiado em “ombros de gigantes”, referindo-se aos trabalhos de Aristóteles, Descartes, Galileu, dentre outros. (dos Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p. 11).

Entretanto, mesmo nesse trecho, o autor destaca a figura dos “grandes cientistas”, enquanto a noção de “produção coletiva” como fruto de trabalho de um “grupo de pesquisa” não aparece em sua abordagem.

Nas sugestões específicas para a seção do capítulo sobre gravitação, na mesma página, o autor propõe mostrar aos leitores como a religião, a política e a visão de mundo dos cientistas podem influenciar no desenvolvimento das ciências, sem, no entanto, dizer sem dizer como, além de recomendar que os alunos façam a leitura de textos originais de Galileu, Copérnico e outros. Somente um pouco antes, nas páginas 8 e 9, o autor incentivara a valorização do trabalho dos cientistas e o reconhecimento da história das ciências como parte da história pessoal de cada ser humano.

Por fim, na mesma página 11, o autor faz uma referência às relações entre a História e a Filosofia:

A História e a Filosofia fornecem elementos para entender os contextos nos quais os modelos e visões de mundo foram construídos, principalmente no que se refere aos paradigmas dominantes em cada momento. (Idem, p.11).

Esses poucos exemplos demonstram como o uso de HFC é bem restrito e parcial nesta coleção, além de vinculado a uma visão internalista.

3.4.2.3 - Modelos Mentais e a Resolução de Problemas

Na coleção existem inúmeros problemas para serem resolvidos pelos alunos, com diferentes objetivos e níveis de dificuldades. Dentre os objetivos almejados pelo autor, destaca-se um que se refere ao processo de resolução de problemas:

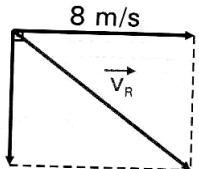
Resolver problemas sobre movimento dos corpos, por meio da manipulação de funções e gráficos” (dos Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p. 9).

Nos capítulos que compõem a temática “Mecânica” existem 231 exercícios que estão distribuídos em seções denominadas “Exercícios”. Existem também, ao longo dos textos que integram esses capítulos, vários exemplos de exercícios resolvidos. Dentre os problemas propostos na coleção, destacam-se os ditos “qualitativos”, “quantitativos” e as “pequenas pesquisas”.

Um exemplo de problema qualitativo da página 22 do Livro do Aluno: “*O prédio em que se localiza sua escola está em movimento em relação à Terra? E em relação ao sol?*”. Como resposta esperada para este problema, o autor coloca, na página 20 do Livro do Aluno, o seguinte: que “*O prédio está em repouso em relação à Terra e em movimento em relação ao sol.*”

Existem muitos exemplos de problemas quantitativos nesta obra; destacamos o da página 72 do Livro do Aluno: *Um barco tem velocidade própria de 8 m/s e tenta atravessar um rio perpendicularmente à correnteza, que tem velocidade de 6m/s. Qual é a velocidade resultante do barco em relação às margens?*

Na página 26 do Manual do Professor, encontra-se a resposta esperada:

5. 

$$v_R = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ m/s}$$

((dos Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p.26)

Finalmente, pode-se encontrar ao longo dos capítulos de Mecânica alguns exemplos de problemas que se enquadram na categoria “pequenas pesquisas”, como o da página 18 do Livro do Aluno:

Usando uma régua comum, graduada em milímetros, você seria capaz de medir a espessura da folha de papel deste livro? Em caso afirmativo, calcule essa espessura e exprima o resultado em notação científica. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p.18)

Na página 20 do Manual do Professor, o autor sugere uma resposta possível:

Sim, isto é perfeitamente possível medindo a espessura de um conjunto de folhas. Por exemplo, se 100 folhas completarem 8,5 mm, então cada folha terá espessura igual a: $8,5\text{mm}/100 = 0,085\text{ mm} = 8,5 \cdot 10^{-2}\text{ mm} = 8,5 \cdot 10^{-5}\text{ m}$. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p.20)

Apesar dos autores almejamem a “resolução de problemas” nos objetivos de vários capítulos que integram a coleção, não identificamos um trabalho diferenciado com o processo de resolução de problemas e nem mesmo um direcionamento para a construção dos Modelos Mentais dos alunos.

3.4.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FMC)

Existem poucas referências na coleção aos tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Na página 8 do Livro do Aluno, o autor, após explicar algumas limitações da Física Clássica como: *o da velocidade da luz, que parecia incrivelmente constante, independentemente do movimento da fonte que a emitia ou do observador que a percebia*, reproduz alguns trechos do discurso do presidente da Sociedade Brasileira de Física (SBF) na cerimônia de comemoração ao Ano Internacional da Física no Brasil, em 2005.

Nesse discurso, o presidente da SBF faz referência a estudos de Albert Einstein como o Efeito Fotoelétrico, Movimento Browniano, a Teoria Especial da Relatividade e a equivalência entre massa e energia, entre outros. Além disso, chama a atenção do público

em geral para a importância e o impacto da Física para a humanidade e para as outras áreas do conhecimento, com descobertas tais como a invenção do transistor em 1948, a do famoso <http://www>, que teve seu nascimento com os físicos de partículas do European Organization for Nuclear Research (CERN) e a dos raios X e suas aplicações na medicina, entre outras.

Ao final do discurso, o orador ressalta a importância do ensino de Ciências para a formação de profissionais a serviço da sociedade, da ciência e da tecnologia. Além disso, afirma que “sem nenhuma alfabetização científica, o indivíduo ficará incapacitado para exercer plenamente sua cidadania”.

Na página 133 do capítulo 7 da coleção, o autor descreve algumas noções sobre os buracos negros e a Teoria da Relatividade. Primeiramente, trabalha o conceito de velocidade de escape, que é a velocidade necessária para que um corpo possa escapar da atração gravitacional terrestre. Em seguida, partindo do conceito clássico de massa, o autor descreve as dimensões da Terra para que essa se torne um buraco negro. Por fim, descreve sucintamente as noções científicas: espaço-tempo-curvo, em que o tempo é uma quarta dimensão; a relação entre massa e energia; os postulados da Teoria da Relatividade Restrita ou Especial (que a velocidade da luz no vácuo é constante e que as leis físicas são as mesmas em todos os sistemas de referência inerciais) e algumas noções acerca da Teoria da Relatividade Geral, como o desvio que a luz sofre perto de um corpo de grandes dimensões.

Dados estes exemplos, pode-se dizer que a abordagem de FMC desta coleção é muito inadequada, pois além de não conter um capítulo ou unidade específica para essa temática, apresenta somente fragmentos de FMC tais como Teoria da Relatividade e buracos negros, que são “pulverizados” em alguns capítulos da coleção.

3.4.2.5 – Atividades Experimentais

Praticamente não há seções específicas de atividades experimentais ao longo da coleção (Livro do Aluno e Manual do Professor). Contudo, um dos exercícios propostos na página 18 pode ser classificado como uma atividade experimental, com ênfase matemática:

Usando uma régua comum, graduada em milímetros, você seria capaz de medir a espessura da folha de papel deste livro? Em caso

afirmativo, calcule essa espessura e exprima o resultado em notação científica (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p. 18).

A resposta esperada pelo autor pode ser obtida no Manual do Professor:

Sim, isto é perfeitamente possível medindo a espessura de um conjunto de folhas. Por exemplo, se 100 folhas completarem 8,5 mm, então cada folha terá espessura igual a: $8,5 \text{ mm}/100 = 0,085 \text{ mm} = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ mm} = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p. 20)

Na página 121 do Livro do Aluno existe ainda uma atividade experimental que propõe ao leitor a construção de uma elipse para que este entenda a primeira lei de Kepler.

No capítulo 9, ao trabalhar o conceito de pressão atmosférica, o autor descreve uma experiência histórica realizada por Otto von Guericke (1602-1686), na cidade de Magdeburgo, Alemanha:

Ele usou duas metades de uma esfera oca e fez uma justaposição entre elas. Após retirar o ar de dentro da esfera formada pelas duas metades justapostas, foi necessário usar a força de diversos cavalos puxando em sentidos opostos para separar cada uma das partes. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p. 191).

O Manual do Professor, ao contrário do Livro do Aluno, apresenta diversas sugestões com enfoque experimental. Nas páginas 9 e 11, o autor sugere que o professor realize atividades práticas e demonstrações em laboratório, sem, contudo, especificar quais devem ser essas atividades.

Na página 10 do mesmo, o autor também propõe ao professor a leitura de revistas e livros dirigidos para esse tipo de atividade, tais como *Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo*, de Eduardo de Campos Valadares; *Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental*, de Alberto Gaspar; *Explorando o mundo das ciências através de experimentos simples*, de Fuad Daher Saad, e *Cientistas em 90 minutos* (coleção).

Além disso, nos objetivos específicos do capítulo 6 do Manual do Professor, o autor apresenta alguns objetivos que devem ser alcançados ao se realizar uma prática experimental:

(...) desenvolver habilidades práticas para executar experimentos e trabalhar em equipe; interpretar dados experimentais; elaborar relatório sobre realização de experiências; perceber que toda experiência é influenciada por fatores externos e discutir seu valor na produção científica. (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2005, p. 20)

No entanto, apesar dessas evidências de que o autor procura orientar tanto professor quanto aluno quanto à realização das práticas experimentais em sala de aula, não há propostas de atividades experimentais no Livro do Aluno ou mesmo no Manual do Professor, o que inviabiliza ainda mais o trabalho do professor com a experimentação.

3.4.3 – Síntese da Análise

Na análise da coleção “Física para o Ensino Médio”, diversos elementos indicam a incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

Ao trabalhar com as situações do cotidiano em textos e exercícios propostos, autor sugere, no Manual do Professor, a exploração das concepções prévias dos estudantes, sem, contudo, indicar como este deverá realizá-la.

Na coleção também estão presentes vários conhecimentos do senso comum, porém, nenhum deles configura de fato o processo de mudança conceitual, segundo a Teoria proposta por Posner et al (1982), por exemplo, mas apenas algumas tentativas, por parte do autor, de mostrar ao professor a importância em contrapor esses conhecimentos do senso comum dos estudantes às noções científicas.

Na análise dos textos que configuram a temática Mecânica, alguns indícios demonstram a incorporação de aspectos da História e Filosofia das Ciências. Apesar do pequeno espaço físico destinado à HFC, esses textos apresentam descrições do perfil biográfico de estudiosos tais como Isaac Newton, Johannes Kepler etc.

Uma informação que aparece de forma superficial no manual do professor é a influência da religião, política e visão de mundo no desenvolvimento da Ciência. O autor também sugere que os alunos conheçam a HFC através da leitura dos originais de Galileu, Copérnico e outros.

Além disso, o autor apresenta no Manual do Professor um capítulo contendo todas as respostas esperadas para os exercícios e problemas propostos e, no Livro do Aluno, exercícios propostos e exemplos de exercícios resolvidos que estão distribuídos ao longo da coleção. No entanto, a metodologia utilizada para a resolução destes problemas se baseia em procedimentos matemáticos e representações físicas cujo único objetivo é a obtenção do resultado final, geralmente numérico. Ou seja, não há um direcionamento satisfatório para a metodologia a ser utilizada no processo de resolução de problemas ou para o trabalho com Modelos Mentais dos alunos.

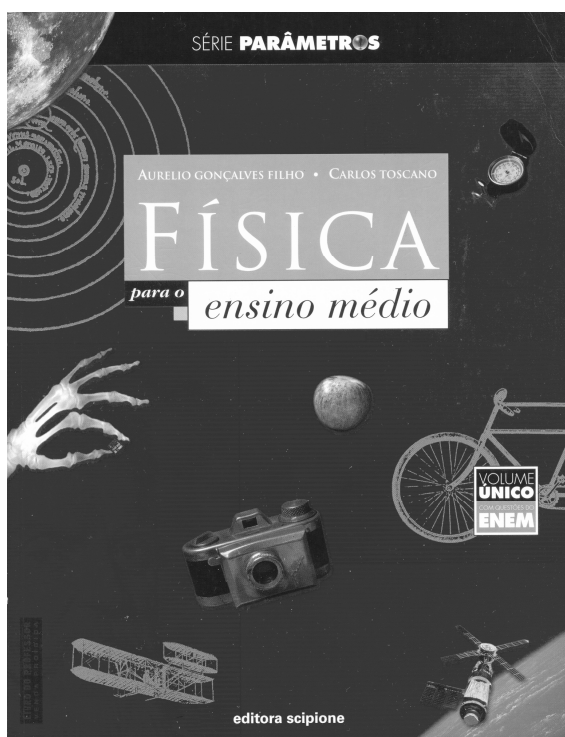
No que se refere à FMC, a abordagem é insatisfatória, porque a coleção apresenta poucas referências aos tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Dentre os textos que lidam com esses tópicos destaca-se a reprodução de alguns trechos do discurso do presidente da Sociedade Brasileira de Física (SBF) na cerimônia de comemoração ao Ano Internacional da Física no Brasil, em 2005, apresentando um resgate dos conhecimentos construídos em Física no século XX, a importância do ensino de Ciências para a sociedade e algumas noções sobre os buracos negros e a teoria da Relatividade.

Não existe um enfoque satisfatório do trabalho com experimentação, pois esta obra não contempla atividades experimentais. Paradoxalmente, o autor, no Manual do Professor, coloca algumas orientações quanto à realização de atividades práticas e demonstrações em laboratório, com objetivos a serem alcançados na prática experimental e sugestões de revistas e livros dirigidos a esse tipo de atividade.

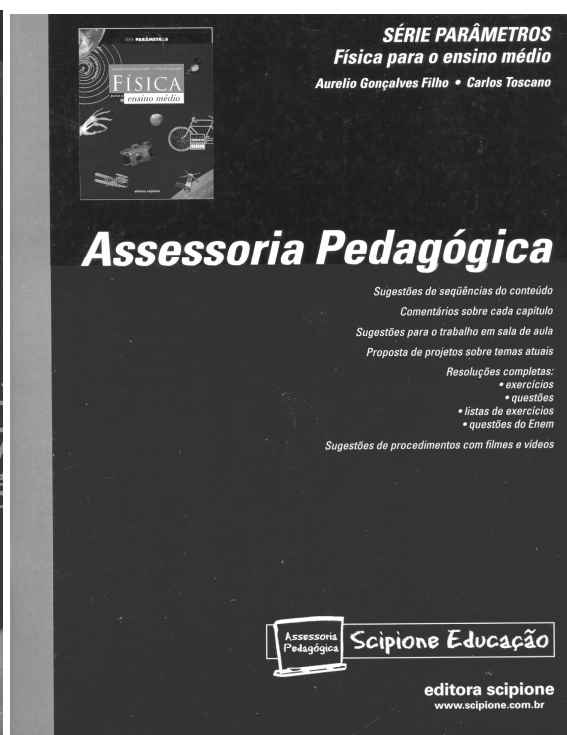
3.5 – COLEÇÃO “FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO” – Editora Scipione

FILHO, Aurélio Gonçalves e TOSCANO, Carlos. **Física para o Ensino Médio (Série Parâmetros)**. São Paulo: Scipione, 2003.

FILHO, Aurélio Gonçalves e TOSCANO, Carlos. **Assessoria Pedagógica (Série Parâmetros)**. São Paulo: Scipione, 2002.



Livro do aluno



Manual do professor

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2003/2002

3.5.1 – Descrição da Coleção

O Livro do Aluno contém os seguintes dados editoriais, conforme apresenta o Quadro 11 a seguir:

Quadro 11: Dados editoriais do Livro do Aluno da coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora Scipione

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor (es):	Aurélio Gonçalves Filho Carlos Toscano
Formação do (s) autor (es):	Aurélio Gonçalves Filho Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo <i>Carlos Toscano</i> Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo / Mestre em Educação na área de Metodologia de Ensino pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de São Carlos
Colaborador (es):	Profa. Geralda Lopes de Resende Prof. André Luiz Frattezi Silva Profa Maria da Glória de Andrade Martini Prof. Jorge Ferreira do Valle Neto Prof. Baidi Roberto Galvão Sant´anna Prof. Carlos A Pereira Vianna Prof. José Roberto Morabito Profa Nadia J. dos S. B. Cavalcanti Prof. Roberto Wendel Isoldi Prof. Termobu Okuno Prof. Walmir Thomazi Cardoso
Título da coleção:	Física para o Ensino Médio – Série Parâmetros
Editora:	Scipione
Ano de Edição:	2003
Equipe editorial:	Direção: Luiz Esteves Sallum Gerência Editorial: Aurélio Gonçalves Filho Chefia de Revisão: Miriam de Carvalho Abões Coordenação Geral de Arte: Sérgio Yutaka Suwaki Edição de Arte: Didier D. C. Dias de Moraes Coordenação de produção: José Antonio Ferraz Gerência de Marketing: Maria José Rosolino Gerência Comercial: Dorival Polimeno Sobrinho
Edição	1ª Edição
Impressão:	4ª impressão
Série (s):	1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio
Número de volumes:	Único
Número de páginas:	480 páginas

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2003/2002

Esta coleção apresenta a divisão temática da Física em Mecânica; Física Térmica e Óptica; Eletricidade e Magnetismo, reservando um espaço para a abordagem de tópicos de cinemática vetorial e escalar e terminando por apresentar ao leitor questões do ENEM, listas e respostas de exercícios, tábuas de funções trigonométricas, a bibliografia consultada para a elaboração da obra e a bibliografia indicada para consulta do leitor.

Na apresentação da coleção, os autores exemplificam a aplicação dos conhecimentos físicos na vida cotidiana do leitor. Por exemplo, a utilização de chuveiros elétricos e televisões, a visualização de relâmpagos durante as tempestades, a observação de notícias divulgadas nos diversos meios de comunicação que transmitem informações relacionadas aos conhecimentos físicos e, finalmente, procuram estabelecer uma relação entre o conjunto de informações a que os leitores têm acesso e os conhecimentos sistematizados da Física.

Em um capítulo especial intitulado “O que você vai estudar neste livro”, os autores realizam uma abordagem histórica do processo de construção dos conhecimentos físicos. Inicialmente, abordam os modelos de organização do sistema solar relacionados aos estudos astronômicos realizados por Giordano Bruno, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler e Galileu. Em seguida, discutem brevemente a construção das máquinas térmicas durante a Primeira Revolução Industrial, que culminou no surgimento de um novo ramo da física: a Física Térmica. E finalmente, discutem as teorias sobre a natureza da luz e fenômenos ópticos desenvolvidas inicialmente por Newton e Huygens no século XVII e posteriormente por Young e Fresnel no final do século XVIII e início do século XIX. Além disso, discutem os fenômenos elétricos investigados no fim do século XVIII, a ligação entre os fenômenos elétricos e os magnéticos na primeira metade do século XIX e a origem da física quântica na primeira metade do século XX.

Iniciando a abordagem dos tópicos temáticos da Física, a Mecânica é tratada na primeira parte do livro, em que são estudadas as condições para que haja ou não movimentos, ou seja, o campo de estudo da dinâmica e da estática. Dessa forma, os autores optaram por não iniciar o curso de Física com Cinemática, pois entenderam que, para compreendê-la, exige-se dos leitores um tempo excessivo, e que, geralmente, os alunos da primeira série do Ensino Médio têm muita dificuldade em interpretar gráficos, inclusive aqueles que envolvem a variável tempo.

Essa temática está dividida em oito capítulos que abordam temas relativos à dinâmica e a estática: “Forças”, “Lei Fundamental dos Movimentos”, “Ação e Reação, Inércia e Conservação da Quantidade de Movimento”, “Gravitação”, “Estática”, “Estática dos Fluidos”, “Energia” e “Trabalho e Potência”.

Como exemplo da configuração de cada capítulo, o capítulo “Forças” é dividido em três tópicos: “Forças e interações”, “Força gravitacional” (para corpos próximos do nosso planeta) e “Força normal, força de atrito e resistência do ar”.

Todos os tópicos desse capítulo têm uma configuração padrão de textos, atividades experimentais e exercícios propostos. No caso do tópico “Forças e interações”, o texto se inicia com uma questão motivacional que é discutida ao longo do mesmo: *com que significado e em que contexto utilizamos a palavra força?* Durante a leitura deste texto, o leitor tem contato com os personagens da Ciência que fizeram parte da construção dos conhecimentos físicos abordados. Nesse texto, em especial, a abordagem da temática força e interações tem inserções de Isaac Newton (1642-1727). Os exercícios e problemas propostos estão reunidos em uma seção denominada *Exercícios*, com premissas que exigem do leitor a posição verdadeira ou falsa, questões de interpretação de textos, problemas, exercícios com aplicação numérica, exercícios resolvidos, questões de vestibulares e conceituais.

Nos outros tópicos desse capítulo aparecem as propostas de atividades experimentais, que são inseridas ao longo do texto e propõem ao aluno atividades de simples realização utilizando recursos materiais acessíveis e de baixo custo. Além disso, em sua maioria, as figuras são coloridas, dando ao livro um design mais atrativo à leitura do aluno. As fórmulas físicas são destacadas em quadros coloridos distribuídos ao longo do texto e, em alguns pouquíssimos casos, os autores apresentam as deduções matemáticas dessas fórmulas. Finalmente, alguns tópicos apresentam uma seção denominada *Texto e Interpretação*, em que há a abordagem de um determinado aspecto ou conceito da física e questões interpretativas relativas ao texto, cujo tema está relacionado com os assuntos tratados no capítulo.

A parte da coleção que aborda a temática Física Térmica e Óptica apresenta inicialmente as concepções físicas do conceito de calor e as alterações que ocorrem na matéria quando a resfriamos, aquecemos ou mudamos de estado físico. Já a Óptica estuda

os fenômenos da visão e as diferentes teses acerca da natureza da luz, corpuscular, ondulatória e dual (onda e partícula) e suas interações com a matéria, como a reflexão, refração, difração, interferência e absorção.

Nessa coleção, a temática Física Térmica e Óptica está dividida em sete capítulos: “Uma teoria para a temperatura e o calor”, “Efeitos da transferência de energia”, “Máquinas térmicas”, Luz, visão e fenômenos luminosos”, “Reflexão da luz”, “Refração da luz” e “Luz: partícula ou onda?”.

Finalmente, a temática Eletricidade e Magnetismo estuda conceitos, leis e princípios que regulam o funcionamento da maior parte dos equipamentos que encontramos em casa e aborda os aspectos da estrutura da matéria, como a natureza elétrica e magnética das partículas que a compõem. Essa temática está dividida em quatro capítulos: “Aparelhos e circuitos elétricos: Eletrodinâmica”, “Campo elétrico, tensão e modelo de corrente elétrica”, “Magnetismo e eletricidade”, “Energia elétrica: produção e distribuição”.

A configuração dos capítulos que constituem cada um dessas temáticas segue a mesma padronização da temática Mecânica: o texto inicia-se com uma questão motivacional, que é discutida ao longo do texto; as atividades experimentais são inseridas também no decorrer do texto; os exercícios e problemas são propostos na seção *Exercícios* e alguns tópicos apresentam a seção *texto e interpretação*.

Nos capítulos complementares, os autores colocam dois capítulos advindos da Mecânica Clássica: “Cinemática Vetorial” e “Cinemática Escalar” com a mesma configuração: questão motivadora, texto com conteúdo teórico e seção de *Exercícios* e de *texto e interpretação* com questões referentes ao texto.

Nas partes finais que a compõem, a coleção apresenta as seguintes seções: *Questões do ENEM* dos anos 98, 99 e 2000 (38 questões); *Listas de exercícios* das temáticas “Mecânica”, “Física Térmica e Óptica” e “Eletricidade e Magnetismo”, com 220 questões predominantemente de vestibulares; *Respostas dos exercícios* (propostos nos capítulos e das questões do ENEM); *Tábua de funções trigonométricas*; *Bibliografia consultada* (50 títulos) e *Bibliografia indicada* (35 títulos).

O Quadro 12 a seguir apresenta os dados editoriais do Manual do Professor:

Quadro 12: Dados editoriais do Manual do Professor da coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora Scipione

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autor (es):	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano
Formação do(s) autor (es):	Idem ao Livro do Aluno
Colaborador (es):	<i>Resolução de Exercícios:</i> Prof. Dorival Rodrigues Teixeira Prof. Jorge Ferreira do Valle Neto <i>Projetos:</i> Profa Maria da Glória de Andrade Martini Prof. Baidi Roberto Galvão Sant’anna
Título da coleção:	Física para o Ensino Médio – Série Parâmetros Subtítulo: Assessoria Pedagógica
Editora:	Scipione
Ano de Edição:	2002
Equipe editorial:	Idem ao Livro do Aluno
Edição	1ª Edição
Impressão:	1ª impressão
Número de volumes:	Volume único
Número de páginas:	104 páginas

Fonte: Coleção *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2003/2002

O Manual do Professor apresenta as seguintes seções: “Trabalhando com o livro”, “Detalhamento do curso”, “Projetos”, “Resolução de Exercícios”, “Resposta das questões da seção de Texto e Interpretação”, “Questões do ENEM”, “Resolução das listas de exercícios”, “Parâmetros Curriculares Nacionais” e “Sugestões de Filmes e Séries”.

Na apresentação da coleção, os autores afirmam que a reorganização e modificações ocorridas na obra anterior e que resultaram em sua atual versão levaram em consideração as experiências vivenciadas por eles em sala de aula e as pesquisas e discussões sobre as tendências atuais do ensino de Física e afirmam ainda que essa reestruturação deve ser significativa do ponto de vista da formação intelectual e afetiva do aluno.

No capítulo 1: “Trabalhando com o livro”, os autores sugerem que o professor incentive o aluno a realizar a leitura prévia do texto antes da aula. Em cada texto, é proposta uma questão motivadora que direciona o desenvolvimento do conteúdo no texto e enriquece as discussões em sala de aula. Além disso, propõem algumas possibilidades de distribuição do conteúdo ao longo das três séries que constituem o Ensino Médio.

No capítulo 2, “Detalhamento do curso”, os autores realizam uma discussão sobre cada tópico dos capítulos do livro, sugerem o número de aulas para o desenvolvimento de cada um deles e propõem algumas atividades que podem ser realizadas em classe pelo professor (exercícios, experimentos etc.).

A proposta de projetos coletivos é discutida no capítulo 3, intitulado “Projetos”. Nesta seção do Manual do Professor são propostos três projetos direcionados para as três séries do Ensino Médio: “O sol nosso de cada dia”, que estuda os conceitos de energia e/ou gravitação universal; “As máquinas que nos rodeiam”, abordando os conceitos de máquinas térmicas e “Especulando o espectro”, que sistematiza os conceitos de eletricidade e magnetismo. Ainda nessa seção, os autores sugerem revistas científicas da área de ciências e de divulgação científica e sites na internet para a consulta do aluno.

No capítulo 4, o livro apresenta a resolução detalhada de alguns exercícios propostos nos capítulos teóricos do Livro do Aluno. Já o capítulo 5 traz as respostas esperadas para as questões da seção Texto e Interpretação, o capítulo 6 oferece a resolução das questões do ENEM dos anos 1998, 1999 e 2000 e o capítulo 7 traz a resolução das listas de exercícios propostas no final do Livro do Aluno.

Um trecho do documento *Parâmetros Curriculares Nacionais de Física* é reproduzido no capítulo 8 para a reflexão dos professores. Por fim, o capítulo 9 encerra o Manual do Professor, sugerindo ao mestre várias opções de filmes e séries relativas a conhecimentos de Física.

3.5.2 – Análise da Coleção

Esta análise procurará identificar, nos capítulos de Mecânica que compõem o Livro do Aluno ou nos textos que integram o Manual do Professor, se há elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.5.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

Dada a importância do estudo das concepções prévias, os autores, na página 19 do livro, alertam para a linguagem usual do aluno: *“Cuidado! Na linguagem cotidiana, massa e peso têm o mesmo significado, mas, para a física, peso é a força da gravidade”*.

Este trecho ilustra um tipo de conhecimento prévio distinto do científico. Os conceitos de massa e peso têm significados distintos, contudo, por uma influência cultural, o aluno, ao realizar a medição de sua massa em uma balança, utiliza o termo “peso” para designar “massa”.

Ao longo do livro, algumas questões suscitam mais conhecimentos trazidos pelos alunos, de suas vivências, e esses são trabalhados no texto, sem, no entanto, explicitar o que os alunos pensam acerca desses conceitos ou teorias.

Na página 27, por exemplo, o texto *“Você é capaz de imaginar como seria viver sem peso?”* apresenta a seguinte questão: *O que aconteceria se a gravidade deixasse de existir?”*. Nesse caso, a questão exige do aluno o resgate dos seus conhecimentos prévios; contudo, os autores não abrem a discussão para os diferentes pontos de vista. O mesmo ocorre na página 33: *“Imagine que você está numa pista de patinação e percebe um adulto e uma criança vindo de encontro a você, com a mesma velocidade. Não vai ser possível escapar dos dois. Você terá que escolher se foge do adulto e tromba com a criança ou vice-versa. Qual das colisões causaria maior estrago?”*.

No Manual do Professor, os autores sugerem aos mestres que trabalhem com os conhecimentos espontâneos do aluno anteriormente ao conceito físico propriamente dito. Por exemplo, na página 7, o conceito de “impulso”, que é do conhecimento do aluno no senso comum, deve ser trabalhado com os significados que os alunos atribuem a esse conceito. Em outras partes deste livro, por exemplo, na página 8, os autores alertam que é comum *“a idéia intuitiva de que é necessária a ação de uma força para manter um movimento inalterado”*, e sugerem que esse assunto seja debatido em classe *“com o máximo de exemplos possíveis”*.

Além disso, no Manual do Professor, os autores ao se referirem aos termos conhecidos e utilizados pelos alunos com um sentido restrito ao cotidiano, tais como calor, temperatura e sensação de frio e calor, dizendo esperar

(...) que os (as) alunos (as) possam, ao final do estudo, transpor a concepção do senso comum ou pelo menos, reconhecer suas limitações e compreender suas diferenças com a conceituação científica utilizada pela física (Gonçalves Filho e Toscano. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2002, p. 13)

E ainda:

Com esse propósito, primeiramente, apresentamos as noções usuais de temperatura e calor e, posteriormente, as da física. A evolução do conhecimento científico contribuiu significativamente nesse caso, pois a teoria do calórico tem vários aspectos comuns com algumas dessas noções intuitivas dos alunos. (Idem, p.13)

Nesse caso, os autores esperam que os alunos possam transpor os conhecimentos espontâneos, ou que, na opção da convivência dos conhecimentos científicos e prévios na mesma ecologia conceitual, possam reconhecer as limitações e diferenças dos espontâneos em relação aos científicos.

Apesar dos autores incentivarem o confronto das concepções prévias e as noções científicas, não foram identificadas, ao longo da coleção, atividades (práticas, exercícios, pesquisas etc.) que estimulem a solução, ao menos parcial, dos conflitos cognitivos que eventualmente venham a se instaurar nos alunos.

3.5.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)

Na introdução do livro, os autores utilizam uma linguagem moderna para explicar a evolução dos conceitos e teorias da Física ao longo do tempo. Este enfoque histórico pode ser classificado como História internalista de longo prazo, segundo denominação de Frota Pessoa Jr. (1996).

Ao longo do livro, o enfoque histórico utilizado pelos autores parte do perfil biográfico de alguns grandes cientistas, como Isaac Newton (1642-1727) e Galileu Galilei (1564-1642), por exemplo. Nas outras inserções históricas que ocorrem nos textos, os autores focalizam os cientistas mostrando suas contribuições para o desenvolvimento da ciência, os estudos realizados e as teorias construídas, o que promove um melhor entendimento e significação aos conceitos que serão trabalhados na obra.

No capítulo de Gravitação, por exemplo, há uma discussão sobre o modelo de organização do sistema solar. Primeiramente, o modelo geocêntrico é apresentado, juntamente com os seus defensores. Por outro lado, segundo os autores, vários estudiosos, como Copérnico (1473-1543), Galileu, Kepler (1571-1630) e Newton defenderam o modelo heliocêntrico. Contudo, dois deles (Kepler e Newton) afirmaram que as órbitas dos planetas descreviam um formato elíptico, enquanto os outros dois acreditavam em um formato circular.

Nesse trecho, os autores retratam as discussões e os conflitos com os dogmas da igreja acerca do modelo de organização do sistema solar. Há nesse capítulo, também, uma descrição do processo instaurado pela Igreja Católica contra Galileu Galilei. Dessa forma, o aluno tem acesso a um episódio histórico que retrata um dos conflitos vividos pelos cientistas ao defender um modelo, nesse caso, heliocêntrico.

Na página 78, na seção *Texto e Interpretação*, o texto “Teoria da gravitação ontem e hoje” trabalha com a evolução do pensamento científico acerca do tema gravitação, apresentando idéias acerca da teoria da gravitação, sob a visão de Newton e Einstein.

Na bibliografia indicada e nas sugestões de filmes e séries, são propostos alguns livros, filmes e séries que abordam a História e Filosofia das Ciências.

Apesar dessas considerações, pode-se dizer que a abordagem da HFC nesta coleção é pouco satisfatória, pois se limita a alguns trechos da HFC com ênfase internalista, sem tratar de outros aspectos importantes, tais como a construção de paradigmas, o caráter externalista da ciência e a convivência simultânea de modelos / teorias conflitantes, entre outros.

3.5.2.3 – Modelos Mentais e a Resolução de Problemas

Na coleção, problemas e exercícios são classificados em uma mesma categoria (*Exercícios*). Os exercícios propostos são diversificados, pedindo tanto respostas dissertativas quanto objetivas. Além disso, não foram encontradas seqüências de exercícios repetitivos que abordam o mesmo conceito ou utilizam a aplicação da mesma fórmula. O livro também apresenta, em toda a sua extensão, questões de vestibulares e do ENEM e, no final da obra, exercícios e problemas complementares e gabarito de respostas.

Como exemplo dos problemas apresentados na coleção, a página 27 mostra o seguinte:

Por que, durante a queda, a força de resistência do ar que atua em gotas de chuva ou pára-quedas aumenta? (Gonçalves Filho e Toscano. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2002, p.27)

Neste caso, mesmo que o aluno nunca tenha tido contato com um pára-quedas, consegue construir o modelo das “gotas de chuva” em queda, sem que tenha a percepção de que a resistência do ar aumenta com a velocidade e possa inferir sobre a influência da força de resistência do ar sobre essas gotas.

A resposta esperada pelos autores para essa questão é: “*Porque a força de resistência do ar depende da velocidade. Como inicialmente durante a queda a velocidade aumenta, a força de resistência do ar também aumenta*”.

Outro exemplo de problema:

Explique por que, fisicamente, é importante utilizar cinto de segurança quando dirigimos (Idem, p.56)

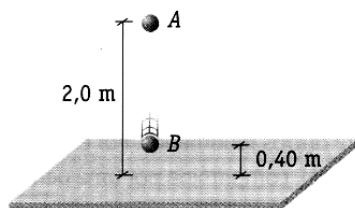
Para esse problema clássico no cotidiano das pessoas, a resposta dos autores é:

Quando freamos um carro, por inércia temos a tendência de continuar com a velocidade que tínhamos antes de freada. O cinto acabará exercendo uma força no passageiro, variando sua quantidade de movimento e diminuindo sua velocidade em relação ao banco do automóvel, impedindo-nos de colidir com o painel, volante ou pára-brisas. (Ibidem, p. 459)

Em todos os capítulos que compõem a temática Mecânica, podem-se encontrar exercícios resolvidos ou deduções matemáticas de fórmulas físicas. Contudo, os autores freqüentemente apresentam uma solução com ênfase em cálculos matemáticos e com um caminho único de resolução do problema. Vide Exemplo da página 113:

12. Uma esfera de massa m é abandonada de um ponto A em queda livre, a uma altura 2,0 m acima do chão. Considere o campo gravitacional $g = 10 \text{ N/kg}$.

- a) Qual a velocidade da esfera ao passar por um ponto B, cuja altura é 0,40 m?
b) Qual a velocidade da esfera ao atingir o chão?



Exercício 12

Resolução

- a) Como a energia mecânica é conservada na queda livre, temos:

$$Em_A = Em_B$$

$$Ec_A + Epg_A = Ec_B + Epg_B$$

$$0 + m \times 10 \times 2,0 = \frac{m \cdot v_B^2}{2} + m \times 10 \times 0,40$$

Dividindo ambos os lados da equação por m , vem:

$$0 + 10 \times 2,0 = \frac{v_B^2}{2} + 10 \times 0,40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 20 = \frac{v_B^2}{2} + 4 \Rightarrow 16 = \frac{v_B^2}{2}$$

$$v_B^2 = 32 \Rightarrow v_B \approx \pm 5,7 \text{ m/s}$$

Observe que a velocidade não depende da massa da esfera (eliminamos m na equação). Isso significa que, na queda livre, a velocidade de esferas de diferentes massas depende apenas da altura e velocidade iniciais e da altura instantânea.

Podemos adotar o sentido para baixo como positivo; assim, $v_B \approx 5,7 \text{ m/s}$.

-) Pelo princípio da conservação da energia, a energia potencial da esfera no ponto mais alto converteu-se integralmente em energia cinética quando ela atingiu o chão. Portanto:

$$Epg = Ec \Rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Substituindo os valores de g e h , temos:

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2,0} \Rightarrow v = \sqrt{40}$$

$$v \approx \pm 6,3 \text{ m/s}$$

(Gonçalves Filho e Toscano. *Física para o Ensino Médio*, Livro do Aluno, 2002, p.113)

Neste exemplo, os autores utilizam o princípio de conservação de energia para determinar a velocidade da esfera ao passar por um ponto B e mostram que, em queda livre, a velocidade de esferas independe das massas.

Os exemplos levantados mostram que e os autores, apesar de incentivarem os “problemas abertos” no livro do professor, não apresentam uma orientação para o trabalho com resolução de problemas, de modo geral. Nos exercícios resolvidos, o que se observa são resoluções com ênfases matemáticas e apresentadas em uma única solução possível. Além disso, não se verifica o estímulo ao trabalho com Modelos Mentais dos alunos.

3.5.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FCM)

Na página 68, os autores, ao tratarem do tema gravitação, inserem no capítulo um texto sobre a formação do sistema solar, com o intuito de estimular o estudo do tema gravitação pelo leitor, utilizando as contribuições da Física Clássica, tais como o conceito de matéria e de gravitação, para explicar o processo de nascimento e morte de uma estrela.

Na seção *Texto e Interpretação* da página 78, o texto “Teoria da gravitação ontem e hoje” aborda a diferença entre a teoria da gravitação proposta por Newton e Einstein e apresenta analogias para explicar as diferentes visões dos cientistas acerca do tema gravitação. Além disso, o leitor tem contato com a visão moderna da gravitação e com a concepção espaço-tempo proposta por Einstein.

No texto “ $E = m.c^2$ (A dinâmica das altas velocidades)”, a concepção moderna de massa, de acordo com a teoria da Relatividade, é trabalhada a partir do conceito de massa inercial, que classicamente pode ser considerada como a medida da dificuldade de se variar a velocidade de um corpo. No Manual do Professor, os autores argumentam, quanto a esse texto:

O Texto discute um aspecto da teoria da Relatividade – o princípio da conservação massa-energia. Consideramos essencial que os (as) alunos (as) compreendam os conceitos abordados em uma certa teoria, mas que também percebam as transformações conceituais que ocorrem com a elaboração de novas teorias, como as transformações por que passam os conceitos de massa e energia. Recomendamos a leitura e discussão do texto proposto, que é razoavelmente simples e possibilita ao (à) aluno (a) contato com a física moderna, mostrando a evolução de certos conceitos nas teorias científicas. (Gonçalves Filho e Toscano. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2002, p.12)

No capítulo *Luz: partícula ou onda?*, os autores trabalham a dualidade da luz onda-partícula a partir do modelo corpuscular proposto por Newton e, posteriormente, de acordo com a visão ondulatória proposta por Christian Huygens. E finalizam sua abordagem com discussões acerca do efeito fotoelétrico e átomo de Bohr, que trabalham com a concepção de luz de acordo com a Física Moderna.

Na página 364, o texto “A imagem no tubo de TV” discute o processo de formação da imagem na televisão e apresenta o conceito moderno da emissão termiônica.

Assim, pode-se dizer que a abordagem da FMC nesta coleção é superficial e limitada a inserções de pequenos textos em vários capítulos da coleção. Apesar de não haver um capítulo específico de FMC, os autores utilizam nesses trechos concepções clássicas de massa e energia para construir os conhecimentos dessa área.

3.5.2.5 - Atividades Experimentais

Na coleção analisada, mais especificamente em Mecânica, existem oito atividades experimentais, que, além de utilizarem materiais de fácil acesso aos estudantes, propiciam sua participação ativa, despertando neles a curiosidade e o interesse pela Ciência.

A maioria desses experimentos se enquadra na categoria Cotidiano, segundo classificação de Araújo e Abib (2003), pois trabalham com situações do cotidiano associadas aos fenômenos físicos.

O experimento da página 22 do Livro do Aluno exemplifica esta constatação, ao trabalhar com conceitos relacionados à força de atrito:

Atividade experimental

Calce um par de meias e tente andar numa sala bem encerada. O que acontece? Por quê? Para não levar um tombo, lembre-se de ser cuidadoso ao tentar executar essa atividade!

(Gonçalves Filho e Toscano. *Física para o Ensino Médio*, Livro do Aluno, 2002, p.22)

No Manual do Professor, orienta-se o professor para que realize essa atividade com alunos, porque isso facilitará, segundo a visão dos autores, a discussão sobre a força de atrito.

As outras atividades experimentais se enquadram na categoria ênfase matemática, pois utilizam dados numéricos para a abordagem de conceitos da Física. Um exemplo de atividade que permite aos estudantes a determinação da pressão que seus pés exercem sobre o chão pode ser conferido na página 94:

Atividade experimental

Quando você está em pé e descalço, qual é a pressão (em N/m^2) que seus pés exercem sobre o chão? Para realizar esta atividade, é preciso saber sua massa e a área de contato entre seus pés e o solo. Adote $g = 9,8 \text{ N/kg}$ e calcule seu peso em newtons. Calcule a área da região de contato desta maneira: pise num papel quadriculado e, com um lápis, desenhe o contorno de seu pé. Conte os quadrados que determinam a área de seu pé e multiplique-os pela área unitária. Você certamente terá que fazer algumas aproximações. Repita a atividade, calçando tênis. Nesse caso, para achar a área, meça o perímetro do tênis com um barbante; depois, forme um retângulo que mais se aproxime da área dos seus pés, meça os lados e calcule-a. Discuta com os colegas as respostas obtidas e outras maneiras de calcular a área da região de contato.

Agora, calcule a pressão que você faz sobre o solo quando está só com um pé apoiado no chão. Após realizar este experimento, você poderia explicar por que um faquir consegue deitar em uma cama com muitos pregos?

(Gonçalves Filho e Toscano. *Física para o Ensino Médio*, Livro do Aluno, 2002., p.94)

Nesse experimento de fácil aplicação em sala de aula, percebe-se que os autores descreveram todos os procedimentos em forma de “roteiro”, para que o aluno determine a pressão exercida pelo seu corpo sobre os seus pés e, a partir das conclusões obtidas, possa explicar “*por que um faquir consegue deitar em uma cama com muitos pregos*” sem se machucar muito.

Os exemplos acima permitem concluir que a abordagem das atividades experimentais é parcialmente concorde com as inovações atuais, pois apresenta o exemplo da página 22, que é mais aberto, enquanto que o da página 94 é mais fechado, embora a idéia de atividade experimental como projeto de pesquisa e como disparadora dos estudos não seja contemplada em nenhuma das atividades.

3.5.3 – Síntese da Análise

Nos textos que compõem a temática Mecânica do Livro do Aluno e do Manual do Professor, desta coleção foram identificados elementos que mostram a importância dada pelos autores aos aspectos e vivências do cotidiano “genérico” do aluno. Além disso, os textos trabalham com questões que procuram resgatar conhecimentos prévios dos estudantes e têm o intuito de fazer com que eles reflitam sobre os seus conhecimentos alternativos.

Além disso, no Manual do Professor, há sugestões para que os professores trabalhem os conhecimentos do cotidiano do aluno anteriormente ao conceito físico propriamente dito. Os autores ainda esperam que os alunos, ao final do estudo de um determinado conceito ou teoria, possam transpor a concepção do senso comum ou, ao menos, reconhecer as limitações desses conhecimentos. Assim, os autores admitem duas possibilidades: 1^a) as idéias do senso comum são substituídas pelas noções científicas, como proposto na Teoria de Mudança Conceitual (Posner et al, 1982) ou 2^a) as noções científicas podem conviver com as interpretações prévias, sendo cada uma delas empregadas em um contexto conveniente para o estudante, tal como propõe Mortimer (1994).

No que se refere à abordagem dada à História e Filosofia da Ciência, nos capítulos reservados à Mecânica, esta abordagem limita-se somente à introdução do livro com um enfoque internalista, utilizando uma linguagem moderna para explicar a evolução dos conceitos e teorias da Física construídas ao longo do tempo e em inserções realizadas ao longo dos textos, onde os autores focalizam os “grandes” cientistas mostrando suas contribuições para o desenvolvimento da Ciência. Contudo, praticamente não existem, tanto no Manual do Professor quanto no Livro do Aluno, outras discussões importantes acerca de HFC, tais como a desmistificação do cientista como “ser superior” “dotado de genialidade”, a construção e abandono de paradigmas, a influência de aspectos históricos, culturais e sociais na construção da ciência e a convivência simultânea de modelos / teorias conflitantes.

Nesta coleção ainda, apesar de alguns dos problemas apresentados resgatarem conhecimentos cotidianos dos estudantes, os autores não apresentam uma proposta ou

metodologia sobre como os professores devem trabalhar a resolução de problemas em sala; o que se percebe é que os exercícios resolvidos no Livro do Aluno apresentam, em alguns casos, inferências do enunciado e um caminho único de resolução do problema. Além disso, o Manual do Professor apresenta a resolução de todos os exercícios e problemas propostos no Livro do Aluno seguindo a mesma linha dos exercícios resolvidos, apenas um caminho único de resolução.

Quanto à abordagem da Física Moderna e Contemporânea, a coleção faz esta abordagem de forma superficial e extremamente sucinta, limitando-se a inserir conteúdos isolados de FMC em alguns capítulos e seções, intituladas “*Texto e Interpretação*”. Essa abordagem teórica segue a linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes (1993), pois os assuntos abordados, tais como gravitação, relatividade e dualidade da luz, partem, por exemplo, das concepções clássicas de massa e energia para posteriormente construir os conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea.

Por outro lado, as oito atividades propostas nos capítulos de Mecânica utilizam materiais acessíveis e de baixo custo. A maioria desses experimentos aborda conhecimentos cotidianos que, ao serem propostos aos alunos, facilitam a compreensão dos conceitos da Física que estarão sendo contemplados nas atividades. Já os outros experimentos se limitam a trabalhar com dados numéricos para a abordagem dos conceitos. Todavia, a maioria das atividades experimentais utiliza a descrição de procedimentos sob a forma de “roteiros” para orientar a realização da atividade por parte do aluno, o que acaba limitando a criatividade e a capacidade de lidar com problemas por parte dos estudantes.

3.6 – COLEÇÃO “FÍSICA” – Editora Moderna

CARRON, Wilson e GUIMARÃES, Osvaldo. **Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.



Livro do aluno e Manual do Professor

Fonte: Coleção *Física*. São Paulo: Moderna, 2003

3.6.1 – Descrição da Coleção

O Livro do Aluno e Manual do Professor estão encadernados juntos e o volume apresenta os seguintes dados editoriais, conforme Quadro 13:

Quadro 13: Dados editoriais do Manual do Professor e do Livro do Aluno da coleção *Física*, da Editora Moderna

Indicadores	
Área do conhecimento:	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
Disciplina:	Física
Autores:	Wilson Carron Osvaldo Guimarães
Formação do (s) autor (es):	Wilson Carron

	Licenciado em Física pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Mestre em Energia Nuclear Aplicada à Agricultura pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Piracicaba, SP). Professor do Ensino Médio. Oswaldo Guimarães Professor de Física no Ensino Médio e em cursos pré-vestibulares
Colaboradores:	-
Título da coleção:	Física
Editores:	Moderna
Ano de Edição:	2003
Equipe editorial:	Coordenação Editorial: Virginia Aoki; Coordenação de produção gráfica: Fernando Dalto Degan; Edição, Projeto gráfico e produção: Pigmento Editorial; Ilustrações: Carlos Avalone; Coordenação e Pesquisa Iconográfica: Vera Lucia da Silva Barrionuevo Pesquisa Iconográfica: Vera Lucia da Silva Barrionuevo Saída de filmes: Hélio P. de Souza Filho, Marcio H. Kamoto Coordenação de Design e Projetos Visuais: Sandra Botelho de Carvalho Homma Capa: Luiz Fernando Rubio Coordenação de produção industrial: Wilson Aparecido Troque Impressão e acabamento: Prol Editora Gráfica LTDA
Edição	2ª Edição
Impressão:	sem informações
Série (s):	1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio
Número de volumes:	Volume único
Número de páginas:	392 páginas

Fonte: Coleção *Física*. São Paulo: Moderna, 2003

A coleção apresenta o Livro do Aluno e Manual do Professor compactados em um único volume.

O Manual do Professor, inserido nas páginas iniciais da coleção, contém a resolução dos exercícios propostos nos capítulos teóricos, leituras complementares e a bibliografia utilizada para a construção da obra didática.

Na página de apresentação do Livro do Aluno, os autores sugerem que a coleção:

(...) prioriza a seleção de tópicos programáticos essenciais da disciplina, o emprego de uma linguagem simples e objetiva (sem descuidar do rigor), a avaliação e o aprofundamento da aprendizagem por meio de uma quantidade significativa de exercícios e atividades, e a aplicação dos tópicos programáticos ao cotidiano do aluno. (Carron e Guimarães, Física, Livro do Aluno, 2003, pág. de apresentação).

A coleção está dividida em cinco unidades, segundo classificação dos autores, de acordo com a divisão temática tradicional: Mecânica, Física Térmica, Óptica e ondas, Eletromagnetismo e Física Moderna. Além disso, a coleção apresenta um apêndice contendo tópicos de matemática básica (notação científica, operações com potências de 10, Algarismos significativos e sistemas de unidades de medida), tópicos relacionados à Física (relações entre grandezas físicas e grandezas diretamente e inversamente proporcionais e vetores) e tabelas auxiliares (principais unidades do SI, valores de funções trigonométricas etc). Ao final da obra, são apresentadas as respostas dos exercícios e atividades propostas, siglas das universidades e faculdades e bibliografia utilizada pelos autores para a construção da obra.

Como exemplo da configuração de um dos capítulos que integram uma das unidades desta coleção didática, o capítulo 24 da Unidade III (Óptica e ondas), intitulado “Ondas”, é dividido em tópicos, segundo a classificação dos autores: “Classificação das ondas”, “Ondas periódicas”, “Fenômenos ondulatórios” e “Onda estacionária”.

Em cada tópico do capítulo, a teoria é abordada a partir de situações de um cotidiano genérico. Neste capítulo, por exemplo, os autores sugerem aos leitores imaginarem um passageiro sentado em uma ferroviária, aguardando o trem. Mesmo com os olhos fechados, esse passageiro ouvirá os ruídos das rodas que correspondem à energia propagando-se pelo solo e pelo ar até chegar aos ouvidos do passageiro, fenômeno que se refere a ondas que se propagam pelos meios materiais.

Ao longo do texto, os autores inserem figuras demonstrativas / explicativas e dão destaque aos conceitos e as fórmulas físicas. Além disso, o capítulo apresenta exercícios resolvidos, uma seção de atividades contendo questões dissertativas e alternativas e de exercícios complementares (questões de vestibulares). Entretanto, em outros capítulos,

também são apresentados textos complementares que abordam as temáticas “trabalho e consumo”, “ciência e tecnologia”, “qualidade de vida e ambiente e preservação”.

3.6.2 – Análise da Coleção

Serão identificados nos capítulos de Mecânica da coleção - Livro do Aluno ou Manual do Professor – alguns elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências.

3.6.2.1 – Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual

Todos os capítulos de Mecânica desta coleção apresentam elementos mostram a preocupação dos autores em resgatarem situações de um cotidiano “genérico” dos leitores.

Para começar, o capítulo 2, os autores ao trabalharem com o movimento uniforme, utilizam exemplos do cotidiano, tais como “*o movimento de uma pessoa transportada numa escada rolante, o da Lua em torno da Terra e o dos ponteiros de um relógio*” (p. 42).

Também no capítulo 5, “Projéteis”, ao introduzirem a caracterização de projéteis, os autores utilizam exemplos do cotidiano tais como movimentos de bolas de futebol, de tênis, de vôlei, movimentos de jatos de água etc.

Já no capítulo 6, para exemplificarem a primeira Lei de Newton, conhecida como Lei inercial, os autores utilizam a seguinte situação cotidiana:

Consideremos uma pessoa em pé, em um ônibus em repouso em relação ao solo, e que não esteja segurando em lugar algum. Se o ônibus entrar em movimento, acelerando rapidamente, a pessoa fica para trás, podendo até cair. (Carron e Guimarães. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 45).

Por fim, no capítulo 10, intitulado “Energia Mecânica”, o conceito de “energia” é trabalhado a partir de situações do cotidiano que segundo os autores está presente em todas as nossas atividades diárias; provém de reações estelares; pode ser obtida através da ingestão de alimentos etc.

Assim, ao analisar tanto o Livro do Aluno como o Manual do Professor, constata-se a presença de situações isoladas que expressam a preocupação dos autores em contraporem os conhecimentos do senso comum dos alunos às noções científicas. Outro exemplo do capítulo 6 ocorre quando os autores, ao trabalharem com o conceito de força, destacam que

Temos intuitivamente a noção de força. Embora a palavra “força” seja usada com diferentes significados em nosso cotidiano, nosso conceito primitivo de força leva-nos a associá-la a um puxão ou a um empurrão. Nessa linha de raciocínio, as forças estariam associadas ao contato físico. Mas nem sempre esse contato é necessário. Uma força é sempre um resultado de uma interação de dois corpos – que não precisam obrigatoriamente estar em contato. (Idem, p. 42).

Neste caso, os autores resgatam o conhecimento primitivo do conceito de “força” dos leitores, para posteriormente introduzirem a noção científica desse conceito.

3.6.2.2 – História e Filosofia da Ciência (HFC)

Ao longo da coleção são apresentados alguns fragmentos da História da Física. No capítulo 12, por exemplo, intitulado “Gravitação universal”, os autores fazem menções superficiais aos trabalhos de Galileu Galilei, Johannes Kepler, Isaac Newton na construção da teoria heliocêntrica.

No capítulo 6, ao introduzir as leis de Newton, os autores fazem um destaque aos dados biográficos de Isaac Newton:

Isaac Newton é considerado um dos maiores gênios da história da humanidade. Ele nasceu em 1642, em Woolsthorpe, no interior da Inglaterra, e faleceu em 1727, em Londres. Atuou em vários campos, principalmente em Astronomia, Física e Matemática. ((Carron e Guimarães. Física, Livro do Aluno, 2003, p. 42)

Entretanto, neste destaque não há direcionamento para a mistificação de Isaac Newton como um ser superior dotado de genialidade para uma possível desmistificação posterior.

Além disso, em todos os capítulos que compõem a temática de Mecânica, a abordagem histórica se limita aos destaques biográficos e contribuições pontuais de alguns cientistas.

No Manual do Professor, pode-se identificar nos cinco textos complementares a presença de elementos que configuram uma abordagem de história externalista, segundo a classificação de Pessoa Jr. (1996). Estes textos resgatam como foram construídos os conhecimentos físicos associados à Mecânica, Física Térmica, Óptica e Ondulatória, Eletromagnetismo e Física Moderna.

Em todos os textos, transpareceu a valoração da evolução dos conhecimentos humanos para a melhoria das condições de vida humana. Além disso, fora percebidos aspectos políticos, sociais e econômicos nas contextualizações dadas aos conhecimentos apresentados nos textos, o que demonstra o caráter externalista da ciência. Contudo, no Livro do Aluno, a ênfase dada à HFC se limitou à abordagem dos dados biográficos dos “grandes” cientistas e pouco contribuiu para o questionamento da “verdade em ciência”, a construção de paradigmas e a desmistificação do cientista como “ser superior”.

3.6.2.3 - Modelos Mentais e a Resolução de Problemas

Na coleção existem três seções de exercícios. Na primeira seção estão enquadrados os exercícios resolvidos que são predominantemente numéricos e apresentam um único caminho de solução. A segunda seção apresenta exercícios com aplicação direta dos conceitos trabalhados ao longo dos capítulos e finalmente a terceira seção, intitulada “exercícios complementares”, propõe exercícios de vestibulares e outros exercícios que exigem um raciocínio mais aprofundado.

Após os exercícios propostos, os autores sugerem aos alunos a resolução de outros exercícios complementares.

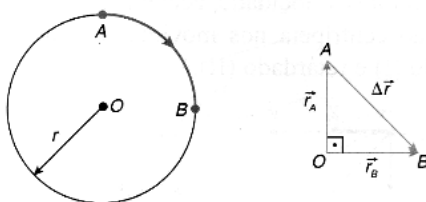
A página 27 do Livro do Aluno apresenta um exemplo de exercício resolvido:

Exercício resolvido

R1 Um carro de corrida movimenta-se em uma pista circular de 500 m de raio e, em 20 s, ele percorre $\frac{1}{4}$ da circunferência da pista. Determine o módulo do vetor velocidade média. Considere $\sqrt{2} = 1,4$.

Resolução

Na figura seguinte, supondo que o carro se movimenta no sentido horário, os pontos A e B correspondem às posições inicial e final. Adotando-se o centro da circunferência como ponto de referência, traçamos os vetores posição $\vec{r}_A$ e $\vec{r}_B$ e o vetor deslocamento $\Delta\vec{r}$.



O módulo do vetor deslocamento é dado por:

$$\Delta r = \sqrt{r_A^2 + r_B^2 - 2 \cdot r_A \cdot r_B \cdot \cos \theta} \Rightarrow$$

$$\Delta r = \sqrt{(500)^2 + (500)^2 - 2 \cdot 500 \cdot 500 \cdot \cos 90^\circ}$$

Lembrando que $\cos 90^\circ = 0$, obtemos:

$$\Delta r = \sqrt{2 \cdot (500)^2} = 500\sqrt{2} \Rightarrow \Delta r = 700 \text{ m}$$

E o módulo do vetor velocidade média é dado por:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t} = \frac{700}{20} \Rightarrow |\vec{v}_m| = 35 \text{ m/s}$$

(Carron e Guimarães. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 27)

Na página 31, outro exemplo de exercício:

- 15 Um carro de corrida movimenta-se numa pista circular de raio 500 m com velocidade constante em módulo. Ele efetua 60 voltas completas em 1 hora e 30 minutos.
- Quanto tempo o carro demora para efetuar uma volta completa?
 - Qual é a velocidade escalar do carro?

(Carron e Guimarães. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 31)

E como resposta a este exercício, o Livro do Aluno apresenta simplesmente: “a) 90s” e “b) 125,6km/h”

No capítulo 5, um exemplo dos exercícios complementares:

- 27 (Unicamp-SP) Até os experimentos de Galileu Galilei, pensava-se que, quando um projétil era arremessado, o seu movimento devia-se ao *impetus*, o qual mantinha o projétil em linha reta e com velocidade constante. Quando o *impetus* acabasse, o projétil cairia verticalmente até atingir o chão. Galileu demonstrou que a noção de *impetus* era equivocada. Consideremos que um canhão dispara projéteis com uma velocidade inicial de 100 m/s, fazendo um ângulo de 30° com a horizontal. Dois artilheiros calcularam a trajetória de um projétil: um deles, Simplicio, utilizou a noção de *impetus*; o outro, Salviati, as idéias de Galileu. Os dois artilheiros concordavam apenas em uma coisa: o alcance do projétil. Considere $\sqrt{3} = 1,8$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,90$. Despreze a resistência do ar.
- Qual é o alcance do projétil?
 - Qual é a altura máxima alcançada pelo projétil, segundo os cálculos de Simplicio?
 - Qual é a altura máxima alcançada pelo projétil, calculada por Salviati?

(Carron e Guimarães. *Física*, Livro do Aluno, 2003, p. 41)

Assim, no Manual do Professor e no Livro do Aluno não existe uma orientação quanto à abordagem e o trabalho com resolução de problemas e Modelos Mentais dos alunos. Além disso, os autores indicam no Manual do Professor apenas um único percurso básico de resolução, sem o detalhamento de passagens matemáticas.

3.6.2.4 – Física Moderna e Contemporânea (FMC)

O livro destina uma unidade exclusiva para a abordagem da Física Moderna e Contemporânea (Unidade V). Os dois capítulos que compõem essa unidade apresentam os conhecimentos modernos de relatividade, efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, radioatividade e reações nucleares de forma muito compacta, o que impede o aprofundamento do leitor

quanto a esses conhecimentos. Além disso, os textos dessas unidades fazem referência aos conceitos clássicos de massa e energia, por exemplo, para trabalhar os conceitos modernos.

O Manual do Professor não apresenta um direcionamento para a abordagem da FMC. Contudo, apresenta um texto complementar sobre o princípio de incerteza, que auxilia o professor na introdução dos conceitos de FMC em sala de aula.

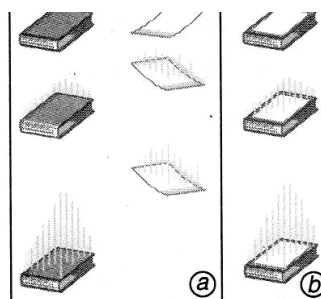
3.6.2.5 – Atividades Experimentais

A análise dos capítulos de Mecânica e de outras temáticas revelou a total inexistência de propostas de atividades experimentais.

No entanto, existem ao longo dos textos e das seções de exercícios que compõem a coleção, alguns exercícios, esquemas e figuras que mostram fenômenos físicos, tais como a queda livre, a aplicação da lei inercial em um ônibus, o princípio da conservação da quantidade de movimento etc.

Na página 34 do Livro do Aluno, por exemplo, os autores estudam a queda dos corpos a partir de um experimento simples: a queda de um pedaço de papel e de um livro.

Figura 1 (a) A resistência do ar faz a folha solta cair mais devagar do que o livro. (b) O livro elimina a ação da resistência do ar sobre a folha solta, e ambos caem ao mesmo tempo.

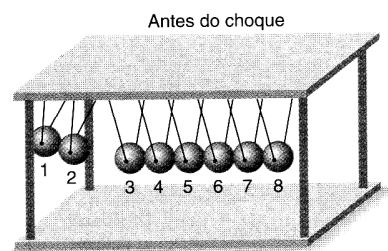


(Carron e Guimarães. **Física**, Livro do Aluno, 2003, p. 34)

Apesar do experimento estar representado em forma de figura, o leitor poderá realizá-lo em classe ou em casa, pois os componentes são acessíveis e de baixo custo.

Na página 88, o exercício 14 ilustra um brinquedo decorativo que trabalha o conceito de conservação de quantidade de movimento:

- 14 Um brinquedo decorativo interessante que pode ser usado para demonstrar a conservação da quantidade de movimento em uma colisão é mostrado na figura seguinte; nele as oito bolinhas suspensas possuem massas iguais. Suponha que duas dessas bolinhas sejam deslocadas de sua posição de equilíbrio e soltas. Considere um choque elástico entre as esferas.



Após o choque, quais bolinhas entrarão em movimento?

- a) Somente a 8.
- b) 7 e 8
- c) 6, 7 e 8
- d) 5, 6, 7 e 8
- e) Nenhuma delas.

(Carron e Guimarães. **Física**, Livro do Aluno, 2003, p.88)

Neste caso, como as bolinhas do aparelho mostrado no exercício possuem massas iguais, para que haja conservação da quantidade de movimento, as bolinhas 7 e 8 entrarão em movimento.

Apesar desses exemplos, considera-se que a coleção analisada não faz uma abordagem de experimentação satisfatória, pois, além de não propor experimentos no Livro do Aluno e no Manual do Professor, não propicia ao mestre um trabalho focado na experimentação em sala de aula.

3.6.3 – Síntese da Análise

Na coleção, os textos se pautam em situações do cotidiano para trabalhar com os conceitos da Física. Além disso, não são frequentes os elementos que configuram a preocupação dos autores em trabalharem o processo de mudança conceitual. Apenas em

uma situação trabalhou-se a noção intuitiva de “força” para posteriormente introduzir esse conceito pautado em uma fundamentação científica.

Os textos que compõem o Livro do Aluno apresentam apenas fragmentos de HFC. De forma predominante, todos eles tratam de dados biográficos dos estudiosos e não abordam o caráter internalista ou externalista de ciência. Entretanto, nos textos complementares que configuram o Manual do Professor, foi identificada a preocupação dos autores em mostrar a relação entre a HFC e os aspectos sociais, políticos e econômicos da sociedade.

Quanto aos exercícios propostos, os autores apresentaram para eles apenas resoluções sucintas, numéricas e com uma única forma de resolução. Também não foi identificado um direcionamento dos autores para a resolução de problemas pautados na teoria dos Modelos Mentais.

A Física Moderna e Contemporânea é apresentada em dois capítulos muito sucintos, o que dificulta o aprofundamento dos leitores. Além disso, o conteúdo teórico foi trabalhado a partir dos conceitos e das dificuldades que geraram a Física Clássica, conforme a linha de pesquisa de Daniel Gil-Perez e Jordi Solbes (1993).

Finalmente, apesar de se identificar figuras, esquemas e exercícios que abordam alguma atividade experimental, não se nota a presença de atividades experimentais nos capítulos que integram a temática Mecânica, bem como nos outros que constituem a coleção analisada.

3.7 – QUADRO GERAL DA ANÁLISE DAS COLEÇÕES

O Quadro 14 a seguir apresenta uma síntese das características de cada coleção analisada frente às cinco categorias configuradas para verificar a incorporação das inovações da pesquisa em Educação em Ciências nas coleções didáticas.

Quadro 14: Síntese geral das análises das coleções didáticas de Física.

Coleção	Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	História e Filosofia da Ciência (HFC)	Modelos Mentais e Resolução de Problemas	Física Moderna e Contemporânea	Atividades Experimentais
“Física – História & Cotidiano” Editora FTD	Contemplado parcialmente. A Teoria da Mudança Conceitual é trabalhada no nível de propósito apenas no manual do professor. O livro do aluno apresenta algumas situações do cotidiano para que os alunos reflitam sobre os conhecimentos da Física.	Contemplada muito pouco no Livro do Aluno e no Manual do Professor. Apresenta textos que configuram uma história externalista da HFC apenas no Livro do Aluno.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Contemplada superficialmente no livro do Aluno. Além disso, no Manual do Professor apresenta somente os objetivos a serem alcançados nos tópicos relativos à Física Moderna e Contemporânea.	Contempladas de forma insuficiente. O número de experimentos é reduzido e esses são do tipo “redescoberta” e com roteiros fechados.
“Física” Editora Ática	Contemplado muito pouco no Livro do Aluno e no Manual do Professor. Além disso, inexistem atividades que estimulem a superação dos conhecimentos prévios ou ao menos o confronto das idéias prévias com as noções científicas.	Contemplada parcialmente no Manual do Professor e no Livro do Aluno nos seguintes vieses: perfil biográfico, história internalista de longo prazo e externalista da ciência.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Contemplada de forma razoável no Livro do Aluno e no Manual do Professor à medida que aborda a FMC sem complicações matemáticas e em alguns momentos parte de contribuições e problemas que não foram resolvidos pela Física Clássica.	Contempladas parcialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor. Apesar do número restrito de experimentos que são tipo “redescoberta”, a coleção apresenta um capítulo exclusivo ao professor que dá orientações quanto aos objetivos a serem alcançados com esse trabalho e sugestões para a instalação de equipamentos e procedimentos experimentais.
“Física Básica” Editora Atual	Contemplado parcialmente no Livro do Aluno, à medida que os textos e exercícios propostos apresentam aspectos de um cotidiano “genérico”.	Contemplada raramente no Livro do Aluno e Manual do Professor discussões importantes acerca da HFC, tais como a desmistificação da figura do cientista e a mudança de paradigmas. Os pouquíssimos elementos que demonstram a incorporação da HFC apontam para a história internalista de longo prazo.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Contemplada superficialmente no Livro do Aluno e se limita a um capítulo. O Manual do Professor não apresenta uma orientação específica para o trabalho com FMC.	Não contempladas. Praticamente não há atividades experimentais na coleção.

Coleções	Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual	História e Filosofia da Ciência (HFC)	Modelos Mentais e Resolução de Problemas	Física Moderna e Contemporânea	Atividades Experimentais
“Física para o Ensino Médio” Editora IBEP	Contemplado parcialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor. Os textos e exercícios propostos apresentam vários conhecimentos do senso comum. Contudo, não configura em nível de fato o processo de mudança conceitual.	Contemplado superficialmente no Livro do Aluno e Manual do Professor. No caso do Livro do Aluno, os textos apresentam descrições do perfil biográfico dos estudiosos e no Manual do Professor existe uma orientação / sugestão para que os alunos conheçam a HFC através da leitura de originais.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Não contemplada suficientemente no Livro do Aluno e no Manual do Professor.	Não contempladas no Livro do Aluno e no Manual do Professor.
“Física Para o Ensino Médio” Editora Scipione	Contemplado parcialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor. No Livro do Aluno, alguns textos trabalham com questões que procuram resgatar os conhecimentos prévios dos alunos. Além disso, no Manual do Professor, há sugestões para o trabalho dos conhecimentos prévios do aluno anteriormente ao conceito físico.	Contemplado muito pouco no Livro do Aluno, limitando-se a um texto no capítulo introdutório com enfoque internalista e a algumas inserções históricas ao longo dos textos. Além disso, não há no Manual do Professor discussões acerca da HFC.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Contemplada superficialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor. A abordagem da FMC é realizada de forma superficial, sucinta e fragmentada ao longo dos textos que compõem a coleção.	Contempladas parcialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor, a partir de experimentos que abordam conhecimentos do cotidiano e que utilizam materiais acessíveis e de baixo custo.
“Física” Editora Moderna	Contemplado parcialmente no Livro do Aluno. Nos textos, se pautam em situações do cotidiano para trabalhar com conceitos da Física	Contemplado superficialmente no Livro do Aluno e no Manual do Professor. De forma predominante, os textos apresentam dados biográficos dos estudiosos. No manual do professor, foi identificada uma abordagem externalista.	Não contemplados no Livro do Aluno e no Manual do Professor um direcionamento para o trabalho com resolução de problemas / Modelos Mentais.	Contemplada superficialmente no Livro do Aluno a partir de dois capítulos muito sucintos.	Não contempladas no Livro do Aluno e no Manual do Professor.

Fonte: Coleções didáticas de Física (Livro do Aluno e Manual do Professor)

Podemos observar que, em linhas gerais, todas as coleções incorporam as inovações ou tendências da pesquisa educacional na área de forma parcial, ou seja, apresentam um discurso (nível de propósito) que busca incluir no manual do professor ou nos textos, ilustrações, exercícios e atividades do livro do aluno, alguns aspectos presentes nos movimentos da pesquisa em Educação em Ciências. Todavia, os autores pouco ou quase nada concretizam desse discurso no livro do aluno, e quando o fazem, quase sempre é de

maneira ilustrativa ou motivadora. Não sugerem explicitamente a continuidade da exploração dos aspectos inovadores, o que implicaria em reflexões individuais e coletivas, debates, investigações entre outras ações por parte de estuantes, sob orientação dos seus respectivos professores. Os autores transferem para os professores a responsabilidade de realizar essas abordagens. Poucas ou quase nenhuma orientação trazem para tanto.

No que se refere ao movimento dos Modelos Mentais e Resolução de Problemas, nenhuma coleção contempla de forma adequada tal aspecto. Não há preocupação de nenhuma coleção em ultrapassar o nível dos exercícios de aplicação direta de fórmulas ou de solução de problemas de caráter mais padronizado e convencional, nem de estimular a reflexão e formulação de modelos mentais por parte dos estudantes acerca dos fenômenos e conceitos em estudo.

No capítulo seguinte, damos continuidade a esta discussão, apresentando algumas conclusões sobre o conjunto das análises e outras considerações sobre as coleções analisadas.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização da pesquisa foram selecionadas seis coleções de Física para o Ensino Médio: “Física, História & Cotidiano”, da Editora FTD; “Física”, da Editora Ática; “Física Básica”, da Editora Atual; “Física para o Ensino Médio”, da Editora IBEP; “Física para o Ensino Médio”, da Editora Scipione e “Física”, da Editora Moderna. Essas coleções, que constituíram o objeto deste estudo acadêmico, foram selecionadas dentre as opções disponibilizadas no mercado editorial por atenderem aos seguintes critérios: 1º: serem as coleções de volume único mais vendidas de cada editora, e 2º: terem edição atualizada.

No entanto, não se pode dizer que a aquisição desses livros foi fácil: foi necessário ir às editoras acima, isto é, aos escritórios de seus distribuidores localizados nas cidades de Campinas e São Paulo, operação que teve alguns contratempos, como encontrar a localização (endereço) de cada editora, a indisponibilidade inicial do material desejado, o desconhecimento do divulgador a respeito da coleção mais vendida da editora e por fim a exigência do vínculo do professor com uma escola para garantir a retirada do material didático. Também o acesso a artigos e outros materiais acadêmicos a respeito dos materiais didáticos específicos de Física foi limitado, devido à pequena quantidade de pesquisas e análises disponíveis para consulta, considerando-se que este campo de estudo encontra-se ainda em desenvolvimento.

Mesmo com esses contratempos, com o material de pesquisa “em mãos” e levantados os aspectos mais importantes dos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências, foi possível o início da análise das coleções didáticas.

Apesar de não ser o propósito deste estudo, a análise do projeto gráfico de cada uma das seis coleções constatou a presença de várias características em comum que sugerem uma padronização das coleções diante das exigências do mercado editorial. Em todas as obras foi observado um excesso de figuras, esquemas coloridos e formatação “atual” e padronizada (por exemplo, número semelhante de páginas e folhas offset com gramatura de 90g/m²) para chamar a atenção dos alunos e para reduzir o custo do material que chega às

prateleiras das livrarias. Estas “coincidências” quanto ao formato demonstra, a nosso ver, uma preocupação excessiva com o aspecto visual das coleções em prejuízo do conteúdo, haja vista que os usuários (professores e alunos) podem ficar tão “fascinados” com a estética dos livros, que deixam de lado seu conteúdo.

Ao descrever as coleções, observa-se que a seleção dos conteúdos, de forma predominante, seguiu um mesmo padrão: Mecânica, Física Térmica, Ondulatória e Óptica, Eletromagnetismo e, em algumas obras, Física Moderna e Contemporânea. Apenas na coleção “Física para o Ensino Médio”, da Editora Scipione, o conteúdo de Cinemática ficou em um capítulo complementar. A nosso ver, essa separação da Cinemática dos demais capítulos se deve ao fato dos autores entenderem que este assunto é muito extenso, tanto que recomendam que não se deve começar a ensinar Física por Cinemática, devido à “dificuldade inicial” dos alunos de 1ª. série em interpretar gráficos, abundantes neste estudo, em oposição aos conceitos abordados.

Quanto à abordagem dos conteúdos, todas as coleções utilizam aspectos do cotidiano na elaboração de seus textos. Em geral, os capítulos apresentam seções de atividades tais como exercícios resolvidos, exercícios para serem resolvidos em classe e testes de vestibulares, pressupondo interesse por parte dos alunos em prestarem esses exames e continuarem seus estudos e procurando facilitar a seleção desse tipo de material em sala de aula para os professores. .

Em contraposição a isso, textos de aprofundamento, atividades lúdicas, projetos e atividades experimentais aparecem com pouca frequência nas coleções analisadas. Além disso, todas as coleções apresentam as respostas dos exercícios no Livro do Aluno; metade delas (3) apresentam a bibliografia utilizada para a construção da obra e as siglas de faculdades e universidades e apenas um terço delas (duas coleções) apresentou listas com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e tábuas trigonométricas.

Quanto ao Manual do Professor de cada coleção, que deveria ser um complemento ao trabalho do mestre e um suporte de formação continuada, quatro das coleções analisadas apresentam somente a resolução de exercícios, considerações específicas de cada capítulo e textos complementares; uma sugere como trabalhar o Livro do Aluno, com projetos, resoluções de exercícios e questões do ENEM, filmes e séries, e ainda apresenta a reprodução dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM); a última

coleção, além de reproduzir os PCNEM, indica sugestões de recursos para o aprimoramento do professor, discute a prática de atividades experimentais, orienta quanto ao desenvolvimento de cada capítulo e apresenta a resolução dos exercícios propostos no Livro do Aluno.

No que se refere à análise das coleções, concomitantemente à seleção do material, uma pesquisa nos principais periódicos e revistas de divulgação científica e em dissertações e teses de doutorado teve o intuito de identificar os principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências. Foram levantadas as seguintes tendências: Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual; História e Filosofia da Ciência; Modelos Mentais e a Resolução de Problemas; Física Moderna e Contemporânea; e Atividades Experimentais.

Uma das expectativas em relação à análise de uma coleção didática é que esta análise revele alguma obra que tenha superado os padrões clássicos de um livro didático e a forma convencional de se abordar a Física, ou seja, um livro que deveria estimular a criatividade, a reflexão, o debate e o senso de investigação individual e coletiva dos alunos, entre outros resultados que podem ser obtidos caso as coleções incorporarem com mais ênfase as contribuições advindas das pesquisas educacionais na área.

Na análise das coleções, observou-se que os autores ilustram os conteúdos tradicionais com *conceitos alternativos* (distintos dos conhecimentos científicos e do rigor científico) e com elementos do *cotidiano* do aluno. Porém, trata-se de um cotidiano “genérico” que não se refere a locais ou regiões específicas, nem tampouco trata de conhecimentos específicos dos alunos ou classes que trabalharão com as coleções. Uma possível justificativa para esse fato é considerarmos que os autores realizam essas inserções com um objetivo exclusivamente mercadológico, ou seja, precisam tornar a linguagem mais acessível aos leitores para que as coleções se tornem mais agradáveis de serem lidas e, conseqüentemente, mais vendáveis.

Em algumas coleções, mais especificamente nos Livros do Aluno, as atividades propostas propiciam o resgate dos conhecimentos prévios dos estudantes. Contudo, seus autores não realizam adequadamente a exploração desses conceitos e muito menos abrem espaço para que os estudantes realizem um debate sobre os diferentes pontos de vista.

No Manual do Professor da coleção “Física” da Editora Scipione, por exemplo, os autores sugerem que o professor trabalhe os conhecimentos prévios dos alunos anteriormente ao conceito propriamente dito e que esses conceitos sejam debatidos “com o máximo de exemplos possíveis”. Neste ponto, realizam apenas um comentário, sem sugestões de atividades, deixando para o professor a tarefa de trabalhar com os alunos esses conhecimentos espontâneos. Ou seja, os autores lidam com o nível de propósito, sem concretizar suas intenções no Livro do Aluno, e deixam para o professor essa concretização, caso este tenha noções sobre como tratar tais conhecimentos prévios e também condições adequadas para essa realização.

Esses fatos permitem concluir que as coleções analisadas incorporam parcialmente os elementos indicativos do Movimento das Concepções Alternativas, na medida em que ilustram alguns conhecimentos prévios dos alunos e inserem aspectos do cotidiano nos textos; contudo, esses conhecimentos não são trabalhados adequadamente ao longo dos capítulos e não existem atividades propostas exclusivamente para esse fim.

O estudo que focaliza as concepções alternativas dos alunos define o espaço para a Teoria da Mudança Conceitual. Nas coleções didáticas analisadas, predominantemente nos Manuais do Professor, foram identificados elementos que configuram a incorporação parcial da Teoria da Mudança Conceitual. Nesses manuais, os autores destacam a importância do professor em resgatar as concepções alternativas dos alunos e em contrapô-las às noções científicas. Contudo, não promovem debates, atividades coletivas ou individuais e exercícios que visem promover a confrontação entre as idéias dos alunos e as noções científicas, e muito menos promover processos de mudança conceitual. Dessa forma, entendemos que o manual do professor, ao ser produzido pelos autores e seus colaboradores, realiza uma abordagem da Teoria da Mudança Conceitual em nível de propósito, sem concretizar no livro do aluno.

Em algumas coleções, os autores citam conceitos que têm significados tanto no senso comum quanto na visão científica. No entanto, ao invés de trabalhar ao longo do texto a superação gradual ou simplesmente a substituição do conceito alternativo pelo científico, os autores optam por apresentar as diferenças entre o significado no senso comum e do científico para depois avançarem com o enfoque científico.

Na coleção “Física para o Ensino Médio” da Editora IBEP, por exemplo, o autor sugere que se deve explorar os conhecimentos prévios dos alunos e procurar “corrigir os possíveis enganos”. No entanto, além de não sugerir como o professor deve realizar essa “correção”, o autor deixa claro que o professor deve propiciar a substituição das idéias prévias dos alunos quando essas não forem concordantes com as noções científicas. Dessa forma, implicitamente, o autor deixa um recado: o aluno pensa assim, mas deve passar a pensar de outra maneira, isto é, as duas concepções não podem coexistir simultaneamente.

Além disso, as coleções não discutem o processo de “substituição” das idéias alternativas dos alunos em direção aos conhecimentos científicos ou a “convivência” dessas idéias em contextos diferentes. No primeiro caso, aproximamo-nos das idéias de Posner et al. (1982), e nossos resultados indicam que as coleções assumem – em nível de propósito – postura próxima dessas idéias. No segundo caso, tomamos por base os estudos de Mortimer (1994), segundo o qual as noções prévias podem permanecer e conviver no pensamento dos estudantes junta às noções científicas, sendo cada uma delas empregada em contextos diferentes. Todavia, não observamos nas coleções analisadas indicativos de incorporação dessa segunda visão.

Ao analisarmos a abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC) nas coleções didáticas, a expectativa era de que essa abordagem contribuísse para um melhor entendimento dos conceitos e teorias da Física e proporcionasse uma visão mais adequada da Ciência enquanto processo de construção humana.

Nas seis coleções analisadas, foi observada uma padronização da abordagem da HFC orientada por um chamariz muito comum: datas marcantes e personagens ilustres, o que torna a HFC apenas “verbetes” inseridos em textos e seções específicas do livro, geralmente repletos de fatos, datas e personagens que não contribuem de forma significativa para o entendimento do conteúdo teórico. Faz-se uma abordagem mais internalista da HFC, mais restrita a fatos históricos e dados biográficos dos “grandes” cientistas.

Em alguns manuais do professor, os autores sugerem que a construção da Ciência não ocorre desconectada de fatores externos tais como a política, a cultura e o desenvolvimento econômico de uma sociedade, e que a Física deve acompanhar o contexto do momento em que vivemos. Entretanto, essa visão externalista da Ciência não é

trabalhada na coleção, salvo em pouquíssimos textos complementares direcionados para professores e/ou alunos aprofundarem seus conhecimentos.

Os autores das coleções, mais especificamente nos Manuais do Professor, reconhecem o papel do homem no processo de construção da Ciência. Contudo, esse reconhecimento não reflete a abordagem de HFC nas mesmas. O que ocorre é uma grande quantidade de inserções de “perfis biográficos” e “histórias repletas de curiosidades” ao longo da coleção, que contribuem ainda mais para reforçar no leitor uma visão estereotipada do cientista, como ser dotado de “poderes divinos”, provido de “genialidade” e capaz de inventar teorias, leis e princípios, sem esforços pessoais ou coletivos.

Na maioria das coleções, além de trabalharem o “perfil biográfico” dos estudiosos, os autores recorrem a uma abordagem internalista da HFC nos textos, utilizando uma linguagem moderna para explicar a evolução dos “feitos” físicos ao longo do tempo. O uso da abordagem internalista da HFC é bem restrito a determinados capítulos da coleção ou textos complementares.

Por esses motivos, conclui-se que a abordagem da História e Filosofia da Ciência nas coleções analisadas é realizada de forma parcial e bastante precária, predominando a abordagem internalista nos textos e atividades. Raras vezes, especialmente no manual do professor, há destaque para o processo de construção da ciência e um enfoque que possibilite o entendimento de que a História é construída em dependência de fatores culturais, econômicos, sociais e políticos. Além disso, praticamente não se observa nas coleções a presença de outras discussões importantes acerca da HFC, tais como a construção e abandono de paradigmas, a não linearidade da ciência, a ciência mutável e instável e a convivência simultânea de modelos e teorias conflitantes.

Também foi realizada nas coleções uma abordagem da Teoria dos Modelos Mentais e a Resolução de Problemas do tipo “lápiz e papel”. Ao longo das coleções analisadas, várias seções de atividades contêm questões relativas ao texto, exercícios para a classe, problemas e testes de vestibulares com diferentes objetivos e níveis de dificuldades. A organização dessas seções, que foram pulverizadas ao longo dos capítulos, é muito similar à formatação padrão das apostilas de vestibulares: primeiro se encontram questões relativas aos textos, em seguida, questões para serem realizadas em classe e, finalmente, exercícios mais complexos. Esta situação vem ao encontro da

observação feita por Pacheco (1979), ao concluir, em seu estudo sobre os exercícios de Física propostos nos livros de segundo grau em escolas de Campinas, que 71 % dos professores que lecionam Física e adotam livros, utilizam-nos somente como fonte de exercícios, o que também é coerente com a metodologia de utilização dos materiais didáticos em cursos preparatórios para os vestibulares.

Ao longo dos capítulos dos livros também foram identificados vários modelos conceituais, para facilitar a compreensão de um modelo físico, como os que são tratados nos problemas propostos. Contudo, não existe um trabalho com resolução de problemas que direcione o aluno para a construção de modelos mentais compatíveis com o problema trabalhado. Sequer encontramos citações dos termos “resolução de problemas” e “modelo mental” nas coleções. Na maioria dos livros, existe uma seção de exercícios e problemas resolvidos cuja resolução é mecanizada, sem especificação de raciocínio e das “passagens” matemáticas e, geralmente, se limita a apresentar uma resposta numérica, construída por apenas um caminho básico de resolução.

Outro aspecto a ressaltar é que é possível ajudar os alunos a resolverem problemas a partir de atividades que incentivem, por exemplo, sua manifestação verbal e escrita durante a resolução e representação dos enunciados. Entretanto, a interpretação de problemas é uma tarefa árdua e complexa, e a inadequação de uma modelagem mental adequada resulta, muitas vezes, na dificuldade de se resolver problemas. Quanto a isso, salvo algumas menções a objetivos que devem ser alcançados pelos alunos no processo de resolução de problemas nos Manuais do Professor, não há, nas coleções analisadas, atividades específicas que incentivem os alunos a interpretar mentalmente, ou seja, a construir modelos e expressar verbalmente as tarefas que lhes são propostas, assim como os resultados numéricos e gráficos que obtêm delas. Também não há indícios de atividades que estimulem a análise crítica dos enunciados desses problemas.

Assim, pode-se dizer que a incorporação de elementos que configuram a resolução de problemas é inadequada em todas as seis coleções analisadas.

A análise dos tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) nas coleções didáticas indicou que a maioria delas destina apenas uma unidade para os tópicos de FMC, que, de forma geral, abrangem a Teoria da Relatividade Especial, idéias

fundamentais de Física Quântica e Radioatividade, e ocasionalmente as principais correntes metodológicas internacionais para a introdução de FMC no Ensino Médio.

Algumas coleções se dispõem a tratar os modelos da Física Moderna a partir de conceitos da Física Clássica como propõe a corrente de Daniel Gil-Perez e Jordi Solves (1993). Na coleção Física para o Ensino Médio, da Editora Scipione, por exemplo, os autores abordam a concepção moderna de massa a partir do conceito clássico de massa inercial e salientam que é essencial que os alunos compreendam as transformações conceituais que ocorrem com a elaboração de novas teorias.

Apesar de iniciativas esparsas como essa, exceto alguns textos complementares de FMC, não há nos Manuais do Professor e nos Livros do Aluno um incentivo para a discussão aprofundada sobre a importância de FMC para a formação do estudante e para a sociedade. Além disso, o conteúdo abordado na maioria das coleções é extremamente sucinto, o que impossibilita que os alunos aprofundem esses conhecimentos modernos.

Em duas coleções, o conteúdo de FMC inexistente ou está fragmentado em outros capítulos da obra livro. Esta ausência ou fragmentação é inadmissível, quando se pensa que se vive após um século no qual tantas idéias revolucionaram a Ciência. Além disso, os alunos não têm a oportunidade de conhecer os resultados da pesquisa em Física a partir do ano 1900, nem são estimulados a reconhecer a Física como uma construção humana e, conseqüentemente, mais próxima deles.

Outro comentário a destacar é que, na maioria das coleções, concepções semiclássicas, como a do dualismo onda-partícula e o modelo de Bohr, são contempladas na unidade de FMC. Segundo a corrente metodológica de Helmut Fischler e Michel Lichtfeld (1992), a introdução dessas concepções gera uma grande dificuldade na aprendizagem dos alunos.

Em suma, concluímos que todas as coleções contemplam, mesmo de forma resumida e superficial – quase sempre de maneira inadequada –, a lista de tópicos de FMC que devem ser contemplados no ensino médio, tomando-se o referencial de Ostermann e Moreira (2000a): Átomo de Bohr, Leis da Conservação, Radioatividade, Forças fundamentais, Dualidade onda-partícula, Fissão e Fusão nuclear, Origem do universo, Raios-X, Metais e isolantes, Semicondutores, Lasers, Supercondutores,

Partículas elementares, Relatividade restrita, Big Bang, Estrutura molecular e Fibras ópticas.

No que se refere às atividades experimentais, sua importância é apontada em inúmeras pesquisas acadêmicas. Por isso, buscamos analisar nas coleções do presente estudo como essas práticas são incorporadas. Em metade das coleções foi constatada a falta de uma preocupação dos autores com a prática experimental, salvo alguns exercícios que apresentam demonstrações de experimentos. E na outra metade das coleções, a análise revelou que as atividades experimentais propostas, de forma geral, utilizam materiais e equipamentos que são acessíveis aos alunos por serem de baixo custo. No entanto, grande parte dessas práticas enfatiza a “redescoberta”, ou seja, concebe situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias e são apresentadas a partir de procedimentos e roteiros fechados. A outra parte das atividades experimentais trata de experimentos abertos.

Na coleção Física, da Editora Ática, por exemplo, os autores sugerem a utilização do computador em práticas experimentais apenas como uma ferramenta para a realização de cálculos e construção de gráficos e tabelas, sem esclarecer que o professor deve ter conhecimentos de informática e estar capacitado para esse tipo de tecnologia associada ao processo educativo, a fim de que essa atividade tenha realmente resultados significativos para a aprendizagem dos alunos.

Apesar de não propor seções de atividades experimentais ao longo da obra, a coleção Física para o Ensino Médio, da Editora IBEP, apresenta em seu Manual do Professor sugestões para o trabalho com a experimentação, tais como a indicação de revistas e livros sobre a prática experimental, incentivo para que o professor trabalhe com atividades e demonstrações em laboratórios e, finalmente, alguns objetivos que devem ser alcançados ao se realizar uma prática experimental.

A maioria das atividades experimentais das coleções analisadas se enquadra na categoria ênfase matemática, segundo classificação de Araújo e Abib (2003), pois utilizam dados numéricos para a abordagem de conceitos da Física. Contudo, a minoria retrata atividades com o enfoque do cotidiano, pois verificam-se situações do cotidiano associadas aos fenômenos físicos.

Assim, pode-se dizer que a abordagem das Atividades Experimentais é parcialmente concorde com as inovações atuais. No entanto, a idéia de atividades experimentais como projeto de pesquisa, disparadora de estudos e que incentive as condições para os alunos refletirem e revelarem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados não é contemplada em nenhuma prática experimental.

Estas conclusões são particularmente preocupantes, dada a precariedade geral das condições de funcionamento e de manutenção do acervo das bibliotecas de nossas escolas públicas, nas quais o livro didático usado em classe assume um papel fundamental na formação dos estudantes, pois geralmente este é uma das poucas ou única fonte de leitura a que têm acesso.

No caso específico do ensino de Física, quando é proposto pelo professor, o livro didático é muito divulgado para utilização em sala de aula. No entanto, a leitura dos textos e a realização das atividades experimentais geralmente não são incentivadas e nem exigidas pelos professores, que utilizam os livros didáticos quase que exclusivamente para a indicação de exercícios.

Pode-se dizer então que tanto professores quanto alunos se atêm quase que exclusivamente ao livro usado em sala de aula, e esta postura decorre também do desinteresse geral pela leitura, tanto por parte de alunos como de professores de Física, que, além disso, sofrem, como muitos professores das redes públicas, de uma formação ainda deficiente, de excesso de trabalho e de falta de condições e de incentivo para a leitura e a pesquisa enquanto trabalham.

Concomitantemente a este contexto educacional e cultural complexo, atualmente, os livros didáticos passaram a refletir ainda mais uma política de editoração para a qual o que importa é a adequação dos livros às exigências do mercado editorial. Assim, o conteúdo continua perdendo espaço para a forma e apresentação do livro, aspectos que mais atraem visualmente seus usuários e impulsionam sua vendagem.

Para tornar suas obras mais “acessíveis”, os autores das coleções analisadas ainda incrementam seus livros a partir de uma linguagem mais acessível, recheada de exemplos de um cotidiano “genérico”, com fragmentos de História e Filosofia da Ciência e de Física Moderna e Contemporânea e raríssimos experimentos abertos.

Podemos concluir que, de acordo com essa postura editorial, adequar estas coleções às inovações do campo da pesquisa em Educação em Ciências é secundário, pois essas inovações não constituem ponto de partida para a construção e desenvolvimento dos conteúdos. A impressão que fica é que os autores estão preocupados somente em facilitar sua linguagem, acrescentar as questões de vestibulares e do ENEM mais recentes a suas coleções, ou ainda mudar o “visual” das páginas de suas obras, para estas se tornarem mais atraentes e, conseqüentemente, mais aceitas pelo mercado.

Em resumo, pode-se afirmar que todas as seis coleções analisadas incorporam parcialmente as inovações da pesquisa em Educação em Ciências em nível de propósito, realizando muito pouco – em nível de fato – no Livro do Aluno, sendo que, nas vezes em que o fazem, realizam uma abordagem dessas inovações de maneira inadequada. Falta ainda muito empenho dos autores em procurarem superar o modelo clássico de livro didático de Física, rompendo com a estrutura rígida do “convencional”, permitindo assim que este se torne uma ferramenta efetiva da aprendizagem, no sentido de estimular a criatividade dos alunos, a reflexão, o debate e o senso de investigação individual e coletiva.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J. A de. **Conversando com Imagens: tratamento de representações fixas de livros de Ciências.** (1995). 127p. Dissertação (Mestrado em Educação). Instituto de Psicologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

ARAÚJO, M. S. T., ABIB, M. L. V. S. *Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.* **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, jun. 2003.

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de Física Moderna e contemporânea e a Revista Ciência Hoje.** (1999). Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências da Educação, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Rio de Janeiro: Edições 70, 1995.

CACHAPUZ A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., PRAIA, J., VILCHES, A. (org.) **A necessária renovação do ensino das Ciências.** São Paulo: Cortez, 2005. 263 p.

CARVALHO, A. M. P. de, GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1995. 120 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de, VANNUCCHI, Andréa. *O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos anos noventa.* **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.

CHINN, C. A. e BREWER, W. F. *The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction.* **Review of Educational Research**, v. 63, n. 1, p. 1- 49, 1993.

COSTA, S. S. C., MOREIRA, M. A. *A resolução de problemas com um tipo especial de aprendizagem significativa.* **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.18, n.3, p.263-277, dez. 2001.

_____. *O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física.* **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 1, mar. 2002.

DRIVER, R. **The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students.** (1973) Tese (Doutorado). Universidade de Illinois, Urbana, Illinois.

FISCHLER, H.; LICHTFELDT, M. *Modern physics and students' conceptions*. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 14, n. 2, p. 183-184, 1992.

FRACALANZA, H. *O ensino de Ciências no Brasil: livros didáticos x projetos de ensino*. In: FRACALANZA, H., MEGID NETO, J. (orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas-SP: Komedi, 2006. p.125-152.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. (1992) Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

FREITAS, H. M. R. de. JANISSEK, Raquel. **Análise léxica e análise de conteúdo: técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para exploração de dados qualitativos**. Porto Alegre: Sphinx: Sagra Luzzatto, 2000. 176 p.

GIL-PÉREZ, D. *Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas*. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 154-164, 1994.

_____. *New Trends in science education*. **Science Education**, v. 18, n. 8, p. 889-901, 1996.

GIL-PÉREZ, D., SOLBES, J. *The introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science*. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 15, n. 3, p. 255-260, 1993.

GRECA, I. **Tipos de representações mentais – modelos, proposições e imagens – utilizadas por estudantes de Física Geral sobre os conceitos de campo eletromagnético**. (1995) Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

JOHNSON-LAIRD, Girotto V., LEGRENZI, P. **Mental models: a gentle guide for outsiders**, 1998.

KRASILCHICK, M. *Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências*. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, jan./mar. 2000.

LAIJOLO, Marisa, *Livro didático: um (quase) manual de usuário*. **Em Aberto**, Brasília, v. 16, n. 69, jan./mar. 1996.

_____. *O livro didático: velho tema, revisitado*. **Em Aberto**, Brasília: v. 6, n. 35, p. 1-9, jul./set. 1987.

LAKATOS, Irme. *O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa*. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (eds.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1970, p. 109-169.

LEÃO, F de B. F. **O que avaliam as avaliações de livros didáticos de ciências – 1ª a 4ª séries do programa nacional do livro didático?** (2003) Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.3.

LEÃO, F de B. F. e MEGID NETO, Jorge. *Avaliações Oficiais sobre o Livro Didático de Ciências*. In: FRACALANZA, H., MEGID NETO, J. (orgs.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. p.125-152.

MARANDINO, M. *A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de Ciências: questões atuais*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 168-193, ago. 2003.

MARQUES, D. M., CALUZI, J. J. *Contribuições da História da Ciência no ensino de Ciências: alternativas de inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio*. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra, 2005.

MATTHEWS, M.R. *História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação*. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.12, n.3, p. 164-214, dez.1995.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental**. 1999. Tese (Doutoramento em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

_____. **Pesquisa em ensino de física do 2º grau no Brasil – concepções e tratamento de problemas em teses e dissertações**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

_____. Representações e novas perspectivas do livro didático na área de Ciências: o que nos dizem os professores, as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais. In: **Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores, 2002, Brasília-DF**: Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores. Brasília-DF: SEF/MEC, vol.1, p. 328-334

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. São Paulo: Vozes, 1994.

MOREIRA, M. A. *Modelos mentais*. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.1, n.3, dez. 1996.

MORTIMER, Eduardo. *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos?* In: **Anais da ANPED**, Caxambu, MG, out. 1994.

NARDI, Roberto. *Avaliação de livros e materiais didáticos para o ensino de ciências e as necessidades formativas do docente*. In: BICUDO, Maria Aparecida V., SILVA Jr., C. A. da. (Orgs.). **Formação do educador e avaliação educacional**. v.1. São Paulo: EdUNESP, 1999.

NOMAN, D. A. *Some observations on mental models*. In: GENTNER, D., STEVENS, A. L. (eds.). **Mental Models**. Hillsdale-NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no ensino médio”*. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.5, n.1, mar. 2000a.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A. *Física Contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores*. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.18, n.3, p.391-404, nov. 2000b.

PACHECO, D. **Análise dos exercícios propostos nos livros didáticos de física adotados nas escolas de segundo grau de Campinas**. (1979) 194.f. Dissertação (Mestrado em Educação na Área de Metodologia de Ensino) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

PENA, P. **A experimentação nos livros didáticos de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental** (2000). 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

PESSOA Jr., O. *Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de Ciências?* **Ciência e Ensino**, Campinas, SP, v.1, out. 1996.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., GERTZOG, W. A. *Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change*. **Science Education**, v.66, n.2, p. 221-227, 1982.

POZO, J. I., GOMEZ, Crespo. *A solução de problemas nas ciências da natureza*. In: POZO, L. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p. 67-102.

TEODORO, S. R. **A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional** (2000) Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Bauru-SP.

TINOCO, S. C. **A mudança nas concepções dos professores sobre ensino e aprendizagem de Ciências**. 2000. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

TOULMIN, S. **La comprensión humana. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos.** Madrid: Alianza Universidad, 1977.

YAGER, R.E., HARMS, N.C. (eds.) **What research says to the science teacher.** Washington: National Science Teachers Association, 1981. v. 3-4.

VIENNOT, L. **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire.** Paris: Hermann, 1979.

VILLANI, A., CABRAL, T. C. B. *Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise.* **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 43-61, 1997.

VILLANI, A. *Filosofia da Ciência e ensino de Ciência: uma analogia.* **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 24-37, 2001.