

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CRISTIANO CARVALHO

**A HISTÓRIA DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA
CONTADA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA**

**CURITIBA
2007**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CRISTIANO CARVALHO

**A HISTÓRIA DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA
CONTADA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA**

Dissertação apresentada como requisito Parcial
à obtenção do grau de Mestre em Educação,
Curso de Pós-Graduação em Educação, Setor
de Educação, Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

**CURITIBA
2007**

Resumo

Este trabalho teve por objetivo analisar como a história do conceito da indução eletromagnética está contada nos recentes livros didáticos de Física do Ensino Médio. A opção pelo estudo do livro didático foi feita devido à sua marcante presença como importante elemento de registro das formas de ensino em determinados períodos. Iniciando pela discussão do papel e função do livro didático no processo de ensino aprendizagem, foi feito também um estudo sobre a contribuição da História da Ciência ao Ensino de Física e a importância que isso tem na humanização da ciência, bem como na desmistificação de fatos que impediriam o estabelecimento de relação do processo de desenvolvimento científico com as dimensões culturais, sociais, políticas e econômicas nele presentes. O universo da pesquisa constituiu-se dos livros didáticos de Física, tanto na sua versão completa como na de volume único, de autores que tiveram livros didáticos aprovados no processo do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNELEM 2007). A análise foi realizada a partir da identificação de quatro categorias, que permitiram diagnosticar a presença e o fazer humano no processo de construção da ciência, assim como as idéias e os métodos presentes no desenvolvimento da ciência. Além dessa análise, comparou-se o conteúdo presente nas obras de volume único com a versão completa de cada autor, na tentativa de investigar o que foi modificado na versão mais “enxuta” comparada com a mais completa. Embora tenham se caracterizado como exceção e não como regra, nos livros foram encontrados exemplos do uso da História da Ciência que a mostraram como um processo, como resultado de construção coletiva, cotejada por erros e acertos. Finalizando, são tecidas considerações para que essa história seja melhor contada nos livros didáticos.

Palavras-Chave: História da Ciência, Livro Didático, Ensino de Física.

Abstract

This work aimed to analyze how the history of the electromagnetic induction concept is told in Physics didactic books for Secondary Education. The option for the study of didactic books was made due to their outstanding presence in education as an important register element of the education forms regarding determined time periods. Starting from the discussion of the function of didactic books in the teaching learning process, it has also been made a study about the contribution of Science History to Physics Teaching and the relevance of this strategy of education in the science humanization process, as well as in the demystifying of some facts that would obstruct to set up relationships between the process of scientific development and the cultural, social, economic and politics dimensions. The framework of this research consisted of Physics didactic books – complete books and reduced versions – of authors that to have didactic books approved in the process of PNELEM 2007 (National Program of the Didactic Book of Secondary Education). The analysis was made based on the inquiry of four categories, which allowed identifying the human presence in the process of construction of science, as well as the ideas and the methods presents in its development process. Furthermore, it has been compared the content presented in books of only volume with the complete version of each author, attempting to investigate what had been modified in the more “reduced” version, compared with the most complete one. In the books were found examples of Science History use that present it as a process, as result of a collective construction, even though these concerns were exceptions. Also, there are some considerations so that this History may be told in the didactic books in more proper way.

Keywords: History of Science, Didactic Books, Education of Physics

Aos meus pais que fazem parte da Minha História. Já que comentamos tanto da importância da História.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e à minha irmã pelo apoio e pelos conselhos que foram dados, principalmente nos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador professor Nilson Marcos Dias Garcia, que com sabedoria e paciência me ajudou a visualizar e a organizar as idéias, que foram tão fundamentais para a realização desse trabalho.

À professora Tânia Maria Figueiredo Braga Garcia, pelas sugestões essenciais para a realização deste trabalho.

À professora Ivanilda Higa, pelas contribuições que foram de grande valia para a continuação desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação, com o qual tive oportunidade de conhecer e conviver um pouco durante a fase da realização das disciplinas.

Ao meu tio Ernani, com quem, durante as nossas conversas, fizemos grandes reflexões.

Às Editoras Ática, Moderna, Saraiva e Scipione que forneceram os exemplares necessários para a realização dessa pesquisa

Livros não mudam o mundo, quem muda o mundo são as pessoas. Os livros só mudam as pessoas.”

Mário Quintana

Sumário

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iv
Sumário.....	vi
Introdução	1
Capítulo 1 – O livro didático no sistema de ensino.....	9
1.1 – O livro didático e o ensino	9
1.2 – A História do livro didático	10
1.3 – O livro didático e os programas de distribuição.....	12
1.4 – O livro didático e o mercado editorial	16
1.5 – O livro didático na educação formal	19
1.6 – As transformações dos livros de Física.....	21
Capítulo 2 – A História da Ciência no Ensino de Física	24
2.1 – A aproximação da História da Ciência do Ensino de Física	24
2.2 – Contribuições da História da Ciência no Ensino de Física	31
2.3 – Oposição à aproximação histórica no Ensino de Ciências.....	34
2.4 – Como a visão de Ciência e aspectos históricos são veiculados nos livros didáticos.....	39
2.5 – A importância de trabalhos publicados sobre a temática da História da Ciência.....	45
Capítulo 3 – Metodologia	47
Capítulo 4 – Resultados	52
4.1 – Caracterização dos livros	52
4.2 – Apresentação dos resultados por categoria	62
4.2.1 – Interação	62
4.2.2 – Atores.....	68
4.2.3 – Métodos.....	74
4.2.4 - Construção da Ciência.....	83
4.3 – A respeito das categorias analisadas	89
4.3.1 - Interação	89
4.3.2 - Atores.....	89
4.3.3 - Métodos	91
4.3.4 - Construção da Ciência.....	92

Capítulo 5 – Análise dos resultados	94
5.1 – A forma e a concepção com que são apresentados aspectos da História da Ciência.....	94
5.1.1 – A forma.....	94
5.1.2 – A concepção.....	96
5.2 – Comparação entre os livros de coleção completa e volume único.....	100
Considerações finais	103
Referências	108
Anexo I: A forma e a intenção com que aspectos da História da Ciência são apresentados nos livros textos analisados	113
Anexo II: A História da Indução Eletromagnética.....	121

Introdução

Esta pesquisa se insere no campo do ensino da Física. Como disciplina, a Física passou a ser objeto de estudo nas escolas de maneira mais efetiva com a criação do Colégio Pedro II, em 1837, no Rio de Janeiro. De lá para cá, entretanto ao se estudar a história do Ensino da Física observa-se, efetivamente, que pouco se alterou no cenário desse ensino. Torna-se necessário, portanto, refletir sobre o Ensino de Física praticado em nossas escolas pois,

...hoje, no início do século XXI, mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas do Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada há cem anos atrás: ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontradas apenas nos textos de periódicos relacionados ao ensino de física, não apresentando um elo com o ambiente escolar (ROSA e ROSA, 2005, p.6).

De acordo com Rosa e Rosa (2005), o processo de ensino-aprendizagem em Física tem sido objeto de pesquisas por aqueles cuja "... preocupação central tem estado na identificação do estudante com o objeto de estudo. Em outras palavras, a questão emergente na investigação dos pesquisadores está relacionada à busca por um real significado para o estudo dessa Ciência na educação básica-ensino médio" (ROSA e ROSA, 2005, p.2).

Os livros didáticos, de uma maneira geral, apresentam um discurso que mostra a preocupação com a Física como uma ciência que permite compreender uma grande quantidade de fenômenos naturais, indispensáveis para a formação profissional e preparação para o vestibular e a compreensão e interpretação do mundo pelos sujeitos. No entanto, neles a ênfase recai sobre os aspectos quantitativos em detrimento dos qualitativos e conceituais, privilegiando a resolução

de “Problemas de Física” que se traduzem em exercícios matemáticos com respostas prontas. Isso tem relevância na medida em

... que as estruturas curriculares se valem dos livros didáticos para se organizarem. A opção de tal e tal livro didático determinará, a princípio, a constituição das disciplinas que assumem seu espaço curricular, (...). Mesmo que o discurso didático do professor seja amplo, abrangente e propicie contextualizações, em geral, ele fará uso de exercícios e problemas do livro didático e sua avaliação terá como base a literatura disciplinar do livro adotado. É importante lembrar que os livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio refletem o mesmo enfoque disciplinar presente no meio universitário, levando os professores a consolidarem, na sua prática pedagógica, o estilo reprodutivista e disciplinar (...) Os currículos de Física nos cursos de graduação também colaboram para a manutenção do conhecimento físico ensinado nos moldes ditados internamente pelas disciplinas (...) Certamente este indicador pode ser estendido, sem muitas ressalvas, à maioria dos cursos de formação de professores de Física e para a maioria das licenciaturas em ciências. O peso de uma tradição disciplinar, historicamente constituída, se impõe fortemente aos currículos dos cursos universitários, (...) (PIETROCOLA, ALVES e PINHEIRO, 2005, p. 6-7).

Nessa perspectiva, conforme (Garcia, Rocha e Costa, 2001, p.138) “ ... via de regra, os conteúdos acabam por ser desenvolvidos como se estabelecessem relações com eles mesmos, sendo desconsideradas as diversas relações com outros tópicos da própria Física e de outros campos de conhecimento”. Essa prática pedagógica não permite aos estudantes a compreensão de que a ciência é uma construção humana, com todas as implicações que isso possa ter, inclusive os erros e acertos decorrentes das atividades humanas, levando-os

... a ter uma idéia distorcida do que é Física e quase sempre ao desinteresse pela matéria. Os estudantes devem ser levados a perceber que os modelos dos quais os pesquisadores lançam mão para descrever a natureza são aproximações válidas em determinados contextos, mas que não constituem uma verdade absoluta. Muitas vezes idéias como as de partícula, gás ideal, queda livre, potencial elétrico e muitas outras são apresentadas sem nenhuma referência à realidade que representam, levando o estudante a julgá-los sem utilidade prática. Outras vezes modelos como o de um raio luminoso, de átomo, de campo, de onda eletromagnética, etc., são apresentados como se fossem entes reais (ÁLVARES, 1991,p.42).

Ainda de acordo com Álvares, (1991, p.25), essa Física não permite ao aluno o acesso à compreensão conceitual e ao formalismo próprio deste campo de

conhecimentos, essencial para o desenvolvimento de uma cultura em ciência, tendo em vista que “... um número elevado dos estudantes brasileiros, não tem acesso aos estudos superiores, ou, segue cursos para os quais a Física não tem caráter propedêutico”. Além disso, apesar do incentivo que deve ser dado à carreira universitária, esta deveria ser mais uma possibilidade e não apenas o objetivo principal do ensino desta disciplina no nível médio.

Também parece haver consenso entre os professores em torno da idéia de que a Física é uma ciência experimental. No entanto, apesar de enfatizarem esse caráter experimental da matéria e a importância dessa consideração no sentido de contribuir para uma compreensão dos fenômenos físicos, é comum adotarem textos que, além de não apresentarem uma só sugestão de experimento a ser realizado pelo professor ou pelos seus alunos, tratam os assuntos sem nenhuma preocupação com seu desenvolvimento experimental. Por outro lado, outros professores que se dizem preocupados com um curso mais voltado para a compreensão dos conceitos, escolhem textos que tratam matematicamente os tópicos abordados, sem trabalharem aspectos cognitivos da aprendizagem.

Comecei a ter contato com a sala de aula no 2º semestre de 2002, quando fiz a disciplina Prática de Ensino de Física, cujo estágio válido para a disciplina que ocorreu entre outubro e dezembro de 2002. Devido à greve ocorrida nas Universidades Federais no ano de 2001, houve no início uma certa dificuldade em compatibilizar o calendário das escolas com o da universidade, motivo pelo qual na época, a melhor opção, foi fazer a Prática de Ensino num colégio particular, em razão de ter mais aulas semanais de Física em relação aos colégios públicos. Como mencionado, até essa época, ainda não tinha nenhum contato efetivo com a sala de aula, tendo oportunidade apenas de registrar algumas relações envolvidas em sala de aula e também ministrar algumas aulas.

No período de observação das aulas, pude constatar que o silêncio se fazia presente nas aulas, sendo muito pouco o desgaste da professora em relação ao aspecto disciplinar. Creio entretanto, que isto ocorreu principalmente pelo fato de ter sido o estágio realizado num colégio religioso, em que algumas condutas são prioritárias e trabalhadas durante o transcorrer das aulas, como a ênfase na religião. Ao ministrar as minhas primeiras aulas, pude notar desde o primeiro momento que os alunos participaram e colaboraram para o bom andamento da aula. O estágio foi

realizado na 8^a série, na disciplina de Ciências, e ao conversar com o professor orientador da disciplina, durante o semestre, ficou nítido que a escolha da série para a realização do estágio foi acertada por envolver relações que mesclam características do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Durante as aulas ministradas, pude ter esse contato sob os aspectos afetivos, emocionais e cognitivos. Nelas foi possível trabalhar com várias metodologias, como a realização de experimentos, a utilização de fitas de vídeo, o uso do retroprojetor e de demonstrações e também a forma expositiva tradicional. O resultado mais satisfatório foi verificar que ali foi apenas um começo que se completa, que o professor não sai pronto ao realizar o estágio e ao terminar a graduação, mas sim com a sua experiência diária, que se ampliará ao se trabalhar com jovens que se mostram cada vez mais desinteressados em relação à escola.

Como professor de disciplina de Física, comecei a lecionar depois do término da graduação, em julho de 2003. O ano seguinte foi para mim de um grande aprendizado, pois tive o primeiro contato real com os alunos, já que no período do estágio havia a presença da professora da turma. A partir daquele momento, pude sentir, de forma integral, a dificuldade em ser professor substituto de escola pública. Logo nos primeiros dias, pude constatar a situação da educação nas nossas escolas, em pequenas observações ocorridas entre conversas na sala dos professores, que abordavam sistematicamente a indisciplina e a apatia dos alunos e também a falta de motivação dos próprios professores em enfrentar e de transformar a realidade.

Nos primeiros meses em que comecei a lecionar, percebi algumas dificuldades da realidade escolar, entre elas o conteúdo programático, que já vem pronto e de certa forma imposto aos professores, os livros didáticos que em algumas escolas já são determinados e escolhidos, sendo que a maior parte deles contribui para um ensino dogmático e descolado da realidade, contribuindo assim para a matematização no Ensino de Física. Além disso, pude constatar o pouco tempo destinado para as aulas de Física, sendo oferecido no máximo duas a três aulas por semana, dependendo da série e do colégio em que se está lecionando. No primeiro ano de sala de aula, pude sentir ainda a minha falta de habilidade em controlar os alunos, quanto à disciplina e o aprendizado. De acordo com a experiência vivida, pude verificar que o professor tem que ter convicção que o conteúdo deve ser

apresentado de forma a estimular aprendizagem mais significativa para o educando, relacionando-se com aplicações e situações do cotidiano. Entre outras situações vividas, pode ser visto a falta de estrutura de alguns colégios públicos, em relação à falta de espaço para realização das experiências e também da falta de conservação da parte física. A carga de trabalho elevada dos professores tornando-se um agravante a mais para a estagnação da situação educacional, pois se torna mais difícil o esboço de uma reação, em virtude do elevado número de alunos, turmas e colégios. Entre os problemas pode-se comentar ainda os salários baixos, as péssimas condições de trabalho que ajudam a aumentar a alta rotatividade dos professores contribuindo em muito para o aumento da indisciplina.

Apesar desses problemas mencionados anteriormente, tem-se tentado nos últimos anos reverter esse panorama por parte da Secretaria de Educação, embora as ações planejadas e elaboradas começam a ter resultados de maneira efetiva a médio e longo prazo. Essas características gerais mostram que as soluções aos problemas do ensino passam por várias áreas sejam elas sociais, políticas, econômicas e também pela formação de professores que tem ser revista para diminuir o fosso existente entre a escola e a universidade. No início desse século XXI o professor tem uma tarefa árdua que é motivar crianças e adolescentes em sala de aula concorrendo com outros meios de comunicação como a internet, televisão e revistas especializadas em divulgação científica.

No final de 2004, depois de quase um ano em sala de aula, resolvi me preparar para o processo de seleção de mestrado. Depois de algumas vivências como docente, percebi que as aulas de Física se tornam desinteressantes para os nossos jovens pela exagerada presença de fórmulas, no que conta com a contribuição de boa parte de livros didáticos que pode ser considerado o grande curricularista nesse segmento de ensino, contribuindo dessa forma em muito para o desinteresse no aprendizado. Decidi então propor uma pesquisa que estivesse relacionada à perspectiva de um Ensino de Física que pudesse mostrar o lado humano de como se faz ciência, optando por investigar aspectos da História da Ciência, por ser uma temática que contribui para humanização da ciência e ajuda no desenvolvimento de uma atitude científica, formando e contribuindo para formar visão de mundo e da natureza do conhecimento científico. Além da interação entre o lado humano e a construção da ciência, os aspectos históricos podem contribuir para

tornar o ensino mais interessante, facilitando a aprendizagem, mostrando o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, o que pode levar o aluno a perceber que suas dúvidas são cabíveis, e ter a percepção de que aceitação ou crítica de propostas depende não só da fundamentação, mas também das forças políticas, filosóficas e religiosas envolvidas e que às idéias científicas estão num contexto temporal e cultural, permitindo assim mostrar ao educando tanto os acertos quanto os erros que colaboraram para a ciência que temos atualmente.

A partir do uso da História da Ciência no Ensino de Física poderemos mostrar aos nossos alunos que a ciência é um processo, que ela foi elaborada através dos erros e acertos dos cientistas e não como um produto acabado e definido em que é inserido em boa parte dos livros didáticos. Assim sendo poderemos evidenciar a eles que os cientistas que têm os seus nomes marcados na ciência, são seres humanos como nós, que passaram dificuldades, anseios e angústias, que deram sua contribuição através de um caminho longo e árduo, passando por momentos de desespero e que foram sujeitos a análises e aprovações. A História da Ciência é uma estratégia de ensino em que o professor poderá ressaltar aos seus alunos que a Física é uma ciência que está em constante evolução, que foi construída ao longo do tempo através de hipóteses, observações e teorias que foram marcadas por disputas entre comunidades científicas. Além disso, no sentido kuhniano¹, os alunos poderão ter a percepção de que a ciência presente em sala de aula é denominada de ciência normal e que as teorias que foram constantemente substituídas, ou seja a teoria vigente, acaba cedendo lugar a uma nova teoria e por esse motivo acaba sendo caracterizado por períodos de revoluções científicas.

Por outro lado, a presença da História da Ciência nas aulas de Física exigirá do professor, além de ser mediador do conhecimento, um outro papel que é o de pesquisar materiais didáticos que permitam a presença de uma História de qualidade, levando-o a consultar manuais desenvolvidos por pesquisadores que têm profundo conhecimento sobre a área. A utilização didática da História da Ciência no Ensino Médio não sendo a solução para os problemas do ensino de Física, a utilização pode contribuir no intuito de estimularmos pessoas que sejam capazes de

¹ A influência das idéias de Kuhn, todavia, ultrapassou as fronteiras da história e filosofia da ciência enquanto áreas de conhecimento específicas.

inovar e pensar cientificamente e ao mesmo tempo seres humanos preocupados com questões da sociedade atual, já que a História da Ciência possibilita a integração da Física com outras áreas, contribuindo para a complexa formação de um cidadão contemporâneo.

Dado esse panorama, a presente pesquisa teve por objetivo investigar como a História do conceito da indução eletromagnética está presente em livros didáticos de Física do Ensino Médio, em relação à forma, intenção e principalmente em relação à concepção manifestada por esses autores, em veicular os aspectos históricos em suas obras. A opção pelo estudo do livro didático foi feita devido à sua marcante presença no ensino e pelo fato de registrar elementos da tradição seletiva e os modos de ensinar de determinados períodos que podem ser denominados de “sistemas de pensamento”. Iniciando pela discussão do papel e função do livro didático no processo de ensino aprendizagem, foi feito também um estudo sobre a aproximação da História da Ciência no ensino de Ciências e em particular no Ensino de Física e da importância de serem inseridos, através do livro didático, aspectos culturais, sociais, políticos e econômicos na formação dos alunos, se tornando indispensável para entendermos os pensamentos que permitiram a construção do conhecimento e em especial o da ciência que temos atualmente, pois resgata aspectos históricos embutidos nos métodos, nas idéias, nos experimentos e nos inventores que contribuíram para o processo de construção, aonde se encontram aspectos internos e externos a ciência, sendo que os aspectos mencionados anteriormente estão marcados de forma menos ou mais impactante. O material empírico foi constituído pelos livros de Física indicados no PNELEM 2007 (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio), dentre os quais, optou-se investigar apenas os de autores que tiveram indicadas suas versões de volume único ou de três volumes. Como estratégia, procurou-se comparar a versão de volume único com a versão completa de cada autor, na tentativa de investigar o que foi modificado na versão mais enxuta comparada com a mais completa e as conseqüências dessa ação.

O primeiro capítulo discutiu o papel do livro didático no ensino, por ser ele um dos recursos pedagógicos mais difundidos apesar da presença das novas tecnologias educacionais disponíveis nas escolas e colégios, pois de acordo com (Brasil, 1997) embora seja recomendado a utilização de outros materiais didáticos, o

livro didático exerce uma influência muito grande na prática do ensino brasileiro. Conforme tem sido amplamente ponderado por diversos pesquisadores em educação, mesmo apesar das limitações desse tipo de material, ele se constitui muitas vezes na única fonte de informação de que o professor dispõe para ministrar o conteúdo e conseqüentemente o conhecimento científico chega aos educandos através do livro didático, constituindo-se assim num dos elos mais importantes nesse processo.

No segundo capítulo é argumentada a aproximação da História da Ciência no ensino de ciências e em particular no ensino de Física. Segundo Michael R. Matthews várias razões têm sido colocadas em defesa da História da Ciência no ensino, entre elas a motivação dos estudantes, a humanização dos conteúdos e o rico entendimento do método científico e da natureza da ciência assim como as contribuições da História da Ciência ao se trabalhar com uma abordagem que valoriza o aspecto humano, estando presente a construção humana da ciência, ficando nítido para o estudante que a ciência é um processo inacabado de construção, contribuindo para a desmistificação de que a ciência é produzida por descobertas fortuitas, sendo valorizado tanto os acertos quanto os erros da ciência. Na parte final do capítulo é ressaltado o papel do livro didático como o elemento de divulgação da História da Ciência.

No terceiro capítulo foram descritos aspectos da metodologia da respectiva pesquisa, tais como os critérios de escolha dos livros, dentro de um respectivo universo para se verificar como é veiculada a participação da História da Ciência, nos livros didáticos através da história do conceito da indução eletromagnética e quais as categorias que são responsáveis para a realização desta pesquisa.

No quarto capítulo através de todas as categorias que foram definidas no capítulo anterior, os livros que foram escolhidos para investigação, foram submetidos às mesmas normas, sendo apresentados os resultados através da caracterização geral dos livros, do mapeamento linear e da conclusão das categorias.

No quinto capítulo, está presente a apresentação da análise dos resultados através de uma abordagem quase quantitativa, através da análise dos resultados obtidos no capítulo anterior, em busca do real significado que a pesquisa demonstrou ao ser realizada, sendo concluída com as considerações finais.

Capítulo 1 – O livro didático no sistema de ensino

1.1 – O livro didático e o ensino

A criação do livro didático, de acordo com Lorentz (1986), data da Grécia Antiga, estando presente nas instâncias formais de ensino. Ainda hoje, apesar das novas tecnologias educacionais disponíveis, o livro didático constitui-se no recurso pedagógico mais difundido no Brasil (Moysés e Aquino, 1987, Fernandez e Silva, 1995, Castilho, 1997), desempenhando importante papel no processo de ensino-aprendizagem. A exemplo do que ocorre atualmente em outras instituições, a escola tem acesso a um sem número de recursos inovadores proporcionados pela tecnologia, sendo no entanto, o livro didático o principal recurso educativo no ensino escolar, o que permite expressar que, dentre os diferentes recursos, embora seja recomendado a utilização de outros materiais didáticos, o livro didático é um dos materiais de mais forte influência na prática do ensino brasileiro, (Brasil, 1997).

Muitos pesquisadores em educação têm registrado o papel do livro didático no sistema escolar. Os dados nesses estudos mostram que o livro didático é o principal recurso empregado no ensino e, muitas vezes, a única fonte de informação de que o professor dispõe para ministrar o conteúdo da disciplina (Camargo,1997; Lopes 1987; Rosemberg, 1987; Freitag et al, 1987; Carlini-Cotrim e Rosemberg; 1991, Castilho, 1997). Do mesmo modo, como o conteúdo do ensino científico chega aos alunos através de um sistema de comunicação que tem no material didático um dos elos mais importantes (Carvalho, 1982), o aluno usa freqüentemente este instrumento, dada a dificuldade de acesso a outras fontes de estudo e pesquisa (Brasil,1998).

Entretanto, apesar da importância do livro didático no sistema de ensino, de acordo com Soares (1996) e Bizzo (1996) muitos dos seus autores não reúnem credenciais científicas à altura desse compromisso.

Silva (1990), ao investigar livros didáticos, alertou em relação ao descuido com que os conteúdos são apresentados nos de Ciências. Segundo o autor, muitas vezes são apresentados de forma a preencher determinados tópicos do conteúdo programático sem qualquer justificativa; outras vezes há incoerência nos conteúdos resultando na falta de encadeamento de temas a serem abordados.

Nas últimas décadas, muitos pesquisadores têm desenvolvido estudos sistemáticos sobre os mais variados aspectos relacionados ao livro didático. Lajolo (1987) mostra que os manuais escolares sempre tiveram uma história de desacertos e desencontros. Mohr (1994) e Delizoicov (1995), analisando especificamente livros didáticos destinados ao Ensino Fundamental, apontam erros conceituais graves. Segundo os estudos desses autores, verifica-se a displicência em se veicular a informação incorreta, evidenciando a necessidade de investimentos na orientação de professores, na perspectiva de seu aperfeiçoamento, de forma a estar preparado para realizar análise crítica do conteúdo presente nos instrumentos didáticos de que se irá realizar.

1.2 – A História do livro didático

Apesar das limitações, o livro didático vem sendo considerado como um dos instrumentos que mais influencia a educação escolar. Há muito tempo sua importância expressa uma grande parcela do ensino na aprendizagem das mais diversas ciências. Segundo o Banco Mundial o livro didático tem uma posição de destaque no processo de aprendizagem dos estudantes, superando o conhecimento, a experiência e o salário do professor (BM, 1995, in MATTOS et al, 2002).

A necessidade do livro didático para o ensino não é de hoje. Em 1657, Comênio² propôs uma escola moderna onde se inutiliza o uso de obras clássicas na escola e valoriza a utilização de livros didáticos. Para ele, seu uso substitui em grande parte o conhecimento do professor:

² Fez a transposição das idéias de Francis Bacon, sobre a moderna concepção de ciência, para o campo da educação.

“(…) finalmente serão hábeis para ensinar, mesmo aqueles a quem a natureza não dotou de muita habilidade para ensinar, pois a missão de cada um não é tanto tirar da mente o que deve ensinar, como sobretudo comunicar e infundir na juventude uma erudição já preparada e com instrumentos também já preparados, colocados nas suas mãos”. (Comênio, 1657, in SCAFF 2004,10).

No Brasil o livro didático passou a ter uma maior importância no final da década de 1920, com a expansão da escola pública que acompanha o crescimento e o desenvolvimento da grande indústria, tendo como consequência a urbanização (SCAFF 2004). Como esse movimento gerou necessidade de mão de obra para trabalho na indústria e na construção, houve uma ampliação do acesso escolar e o livro didático passou a ser um importante elemento.

O livro didático, em várias épocas, foi considerado como importante instrumento de controle social no Brasil, sendo um dos exemplos aquela posterior ao golpe de 1964. Durante esse período de conflito social, o cultivo de determinados valores, ligados a uma ideologia dominante, veiculando a sustentação de uma crença em um “milagre econômico”, o livro didático foi utilizado como um elemento de comunicação na qual se transmitia uma visão de realidade próspera e promissora para seus leitores (SCAFF 2004).

No ano de 1970 a indústria do livro cresceu de forma acentuada, e esse aumento está relacionado com a maneira que o livro passou a ser visto. Para Freitas, “o livro passa a ser visto como uma mercadoria alterando as relações entre autores, editoras, ilustradores e a disposição dos conteúdos nos livros. Estas alterações estão diretamente relacionadas às mudanças do livro didático como mercadoria e à ampliação da indústria cultural” (Freitas 2005, 2).

Mas foi apenas em 1985 com a implementação do PNLD (Plano Nacional do Livro didático), que tinha por diretrizes a escolha do livro pela escola com a participação dos professores do Ensino Fundamental mediante análise, seleção e indicação dos títulos, que se iniciou um programa de universalização do atendimento a todos os alunos do Ensino Fundamental e adoção dos livros reutilizáveis (NABIHA 2001).

1.3 – O livro didático e os programas de distribuição

Com a circulação do livro didático no Brasil, nas últimas décadas do século XX e início do século XXI, tal abordagem do livro didático pressupõe levar em conta a condição de mercadoria, que contém elementos de sua materialidade, ou seja das leis de mercado e também do seu uso na educação.

Entende-se por isso, então, as tensões procedentes da comercialização deste produto que é uma mercadoria produzida e comercializada em situação bastante específica, decorrente da função que possui dentro do contexto escolar. Apple (1995, p.81) observa que “são os livros didáticos que estabelecem grande parte das condições materiais para o ensino e a aprendizagem nas salas de aula de muitos países através do mundo”. Corrêa (2000, p. 22) ressalta que “provavelmente nenhum outro material escolar sofreu tanto as influências das leis de mercado quanto esse, fundamentalmente porque as políticas do livro escolar mantiveram conectados os interesses estatais aos privados”. Segundo Zilbermam (1998), se todas as características do livro didático fazem-no o primo pobre da família dos livros, ele é o primo rico no ramo das editoras, assegurando aí uma rentabilidade segura, não só por contar com o apoio do sistema de ensino, como também por ter suporte do estado, devido às políticas públicas que garantem sua compra.

Sendo assim, no Brasil, as grandes editoras vêem a escola como mercado-alvo, ao mesmo tempo em que impõe a tais empresas especificidades para produção e circulação desse produto.

Koetler (2000, p.30) aponta que:

antigamente um mercado era um espaço físico onde compradores e vendedores se reuniam para trocar mercadorias. Atualmente os economistas descrevem um mercado como um conjunto de compradores e vendedores que negociam determinado produto ou classe de produto (o mercado habitacional ou o mercado de grãos). Mas, para os profissionais de marketing, as empresas vendedoras representam os diferentes setores, e as compradoras, o mercado.

No Brasil as políticas públicas para o livro didático são representadas pelo PNLD (Programa Nacional do Livro Didático). Este programa foi criado pelo decreto n ° 91542, de 1985, estabelecendo algumas alterações substanciais em relação ao programa do livro didático anterior, nos seguintes pontos:

- a) o término de compra do livro descartável, ou seja, o governo não compraria mais livros que contivessem exercícios para serem feitos no próprio livro, para possibilitar a sua reutilização por outros alunos em anos posteriores. Sendo assim, o governo passou a comprar somente livros não consumíveis;
- b) a escolha do livro didático passou a ser feita diretamente pelo professor;
- c) distribuição gratuita às escolas públicas e sua aquisição com recursos do Governo Federal;
- d) Universalização do atendimento do programa para os alunos de todas as séries do atual Ensino Fundamental (1^a a 8^a séries).

Com a implementação do PNLD, a principal mudança em relação ao programa anterior foi a extinção do sistema de co-edição e do censor oficial dos livros didáticos usados nas escolas brasileiras. O Estado foi gradativamente assumindo o papel de financiador desses livros, passando o MEC a ser comprador dos livros produzidos pelas editoras participantes do Programa do Livro Didático.

Paralelamente ao PNLD, outro programa de grande alcance, em que os livros são adquiridos para as escolas públicas brasileiras, é o Programa Nacional Biblioteca da Escola – PNBE. Neste, porém, as obras adquiridas não são didáticas, ficando restritas ao acervo da biblioteca escolar, diferentemente dos livros que são adquiridos através do PNLD, cuja finalidade é a aquisição de livros didáticos que ficam com o aluno durante todo o período escolar.

Apesar de as principais diretrizes estabelecidas em 1985 terem se mantido, significativas mudanças foram introduzidas no PNLD em 1996. Naquele ano, o governo, que até esse momento tinha o papel de comprador e distribuidor de livros didáticos, constituiu uma comissão para analisar a qualidade dos conteúdos e dos aspectos pedagógico-metodológicos dos livros que vinham sendo comprados pelo MEC. Tal comissão analisou os dez livros de cada disciplina mais solicitados pelos professores das escolas públicas. Segundo a comissão, tal levantamento demonstrou que o MEC vinha comprando e distribuindo para a rede pública de ensino livros didáticos com erros conceituais, desatualizados em relação aos conteúdos e preconceituosos. A partir de 1996, o MEC passou a submeter os livros

didáticos a uma avaliação, cujos resultados são divulgados em guias distribuídos normalmente para as escolas, com o objetivo de orientar os professores na escolha do livro didático. A divulgação do guia de livros didáticos e, principalmente, dos livros excluídos por motivos diversos (erros conceituais, preconceito, etc.) teve ampla repercussão na mídia e ocasionou uma grande reação das editoras e dos autores, principalmente pela divulgação de extensa lista de livros escritos e excluídos, principalmente por erros conceituais. O impacto da avaliação até então inédita do PNLD, criou um mal estar nos mais interessados no resultado, gerando manifestações de várias entidades, entre elas a Associação de Editores de Livros – Abrelivros e a Associação de Pais e Alunos do Estado de São Paulo-Apaesp (Munakata, 1997).

Nesse mesmo ano, outras mudanças significativas também ocorreram. O PNLD passou a ser conduzido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento para a Educação- FNDE, autarquia federal vinculada ao MEC (Ministério da Educação) e responsável pela captação de recursos para o financiamento de programas voltados para o ensino fundamental e o MEC conseguiu estabelecer um fluxo regular de recursos para o Programa, cumprindo sua proposta de universalização. No mesmo ano os alunos de 5^a a 8^a séries recebem livros didáticos e em 2001 foram distribuídos 109 milhões de livros, sem contar os livros distribuídos no Estado de São Paulo.

Em 2004 o programa de distribuição de livros didáticos foi estendido aos alunos do Ensino Médio de todo o país com a criação do PNLEM, cujo procedimento é semelhante ao PNLD, que distribui livros aos alunos do Ensino Fundamental. O processo do PNLEM começa com a inscrição dos livros por parte das editoras e titulares de direitos autorais, havendo um edital que estabelece as regras para a inscrição do livro didático que é publicado no Diário Oficial da União e disponibilizado no sítio do FNDE na internet. Posteriormente essas obras são apresentadas para verificar se atendem às exigências técnicas e físicas do edital, sendo realizada uma triagem pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Os livros selecionados são encaminhados então à Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC), responsável pela avaliação pedagógica. A SEB escolhe especialistas para analisar as obras, conforme critérios divulgados no edital. Os especialistas elaboram as resenhas dos livros aprovados, que passam a compor o guia de livros

didáticos/catálogo. O guia do livro didático/catálogo é disponibilizado pelo FNDE em seu sítio na internet, ao mesmo tempo que a SEB envia o mesmo material impresso às escolas cadastradas no censo escolar. As secretarias estaduais e municipais de educação ficam com a tarefa de acompanhar a distribuição do guia e a escolha dos títulos pelos professores, além de supervisionar a devolução dos formulários.

Os livros didáticos tendem a ser escolhidos por um processo participativo, com base no guia do livro didático/catálogo. Diretores e professores analisam e escolhem as obras que serão utilizadas e o professor possui duas alternativas para escolha dos livros didáticos.

A primeira é pela internet. De posse de senha previamente enviada pelo FNDE às escolas, os professores fazem a escolha on line em aplicativo específico para esse fim disponível na página do FNDE.

A segunda é pelo formulário impresso, remetido pelos correios. Nessa hipótese, o FNDE envia às escolas cadastradas no censo escolar, junto com o guia do livro didático, um formulário de escolha que deve ser usado pelos docentes para identificação das obras desejadas.

A escolha só é processada quando os formulários são preenchidos corretamente. É obrigatória a escolha de dois títulos, um em primeira opção e outro em segunda opção, necessariamente de editoras diferentes. Tal dispositivo visa resguardar a escolha do professor caso o FNDE não negocie os títulos escolhidos em primeira opção.

Após a compilação dos dados dos formulários impressos e dos pedidos pela Internet, o FNDE inicia o processo de negociação com as editoras. A aquisição é realizada por inexigibilidade de licitação, prevista no Caput do art. 25 da lei 8.666/93 combinada com os arts. 28 e 30 da lei 9.610/98, tendo em vista que as escolhas dos livros são efetivadas pelos professores. Feita a negociação, o FNDE firma o contrato e informa o quantitativo e as localidades de entrega para as editoras, que dão início à produção dos livros, sob a supervisão dos técnicos do FNDE.

Inicialmente, o programa de distribuição de livros para o Ensino Médio atendeu, de forma experimental, 1,3 milhão de alunos da primeira série do Ensino Médio de 5.392 escolas das regiões Norte e Nordeste, que receberam, até o início de 2005, 2,7 milhões de livros das disciplinas de português e matemática. A

resolução nº 38 do FNDE, que criou o programa, define o atendimento de forma progressiva, aos alunos das três séries do Ensino Médio de todo o Brasil.

Segundo o MEC, o programa procura universalizar a distribuição de livros didáticos de português e matemática para o Ensino Médio em 2006. Assim, 7,01 milhões de alunos das três séries do Ensino Médio de 13,2 mil escolas do país serão beneficiados, com exceção das escolas e dos alunos dos estados de Minas Gerais e do Paraná, que desenvolvem programas próprios. Serão adquiridos e distribuídos até o final do ano, 8,2 milhões de exemplares para 7,5 milhões de alunos de 14.727 escolas públicas federais, municipais e estaduais. A previsão de investimento é de 94,9 milhões.

1.4 – O livro didático e o mercado editorial

Um dos pontos que chamam atenção em relação à comercialização do livro didático no Brasil é o gigantesco volume de vendas. As editoras brasileiras que tiveram os maiores faturamentos no final da década de 1990 foram as seguintes: Ática, Scipione, FTD, Saraiva, Moderna, Record, Cia das Letras, Siciliano, Rocco, Nova Fronteira. Fica evidenciada a força da indústria de didáticos não somente na área educacional, mas na própria indústria de livros em geral (Saab, 1999).

Ainda de acordo com Saab (1999), a indústria dos livros didáticos representa, em média, 54 % da indústria nacional de livros. Em 1998, dos 369 milhões de livros produzidos no Brasil, 244 milhões referiam-se aos didáticos, cujo segmento é o mais concentrado, ou seja, com o menor número de editoras (Ática, Scipione, FTD, Saraiva e Moderna).

Em relação a esses números de produção dos didáticos ainda precisamos ter em conta que os livros são trocados anualmente (gradualidade), isto é, o aluno muda de série e também de livro. Sendo próprio da forma escolar, voltado para o ensino de massas, o espaço e o tempo são organizados de modo a atender simultaneamente todos os alunos (universalidade) e ensinar a muitos ao mesmo tempo (simultaneidade). Essas três categorias (gradualidade, simultaneidade e universalidade) são intrínsecas ao sistema escolar contemporâneo, explicando em parte o grande volume de livros didáticos que circula anualmente.

Saab (1999, p.15), como já foi apontado, em estudo sobre a cadeia de comercialização de livros no Brasil, também observa serem essas editoras, que vendem freqüentemente para o governo, as principais editoras de didáticos no país.

Na última década do século XX, boa parte delas, líderes de mercado, foi vendida para grandes multinacionais. Como exemplo desta internacionalização, podem ser apresentados os seguintes dados: a Editora Saraiva, que tinha 15% do seu capital em propriedade de capital estrangeiro, vendeu mais 2,6 % ao Internacional Financial Corporation - IFC, órgão financeiro do Banco Mundial; as editoras Ática e Scipione foram, num curto espaço de tempo, compradas pelo grupo Abril e pelo Havas, da França, sendo posteriormente vendidas para outro grupo francês, o Vivendi e, mais uma vez, foram compradas pelo Grupo Abril e a Editora Moderna, em 2001, foi adquirida pela espanhola Santillana de edições, do grupo Prisa (Saab, 1999).

Choppin (1998) aponta que uma característica da segunda metade do século XX bastante considerável é a crescente dominação econômica das grandes editoras européias. Argumenta que grandes sociedades de capital internacional difundem publicações de uso escolar no mundo. Dentre estas empresas estão a Hays, a Hatier, a Nathan, a Mac Millan, a Longman, a Araya e a Santillana.

De acordo com Halewell (1982), especialistas estrangeiros descrevem problemas ao analisarem o desenvolvimento da indústria editorial brasileira na década de 1960. Passada mais de uma década, ficaram surpresos com a situação firme desse setor, uma vez que não havia condições para isso e salientam que o desenvolvimento da indústria editorial brasileira é a mais ativa da América do Sul, caminhando para ser a primeira indústria de livros do Terceiro Mundo. Para Halewell (1982, p.610), nesse período os resultados da indústria editorial brasileira, ao mesmo tempo em que apontavam o seu êxito, causavam um “embaraçoso grau de interesse pelo Brasil por parte das editoras multinacionais, e várias delas já se encontram hoje, firmemente estabelecidas no país”.

As atuais editoras de livros didáticos, que dominam o mercado brasileiro, ao lado de investidores financeiros por trás de algumas Universidades privadas, são protagonistas da inserção do Brasil, no setor da educação, na economia globalizada. De acordo com a matéria assinada por Aguiar (2003) no setor de economia e negócios da Revista Época, o negócio da educação no Brasil é bilionário,

movimentando 13,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Sozinho, o setor de Educação é maior do que os setores somados de óleo e gás, energia e telecomunicações. Como “alvo” dos investidores estão as universidades privadas, cursos de línguas, escolas de treinamento profissional, empresas de software educacional e as editoras de livros didáticos.

Apesar dessa reconfiguração estrutural no quadro das editoras brasileiras de livros didáticos, os nomes destas continuam a ser mantidos para o mercado como se não houvesse ocorrido mudança alguma, isto é, como se tais empresas fossem nacionais. A relação de todas elas com as instituições escolares continua a ser feita por divulgadores, além de outras estratégias de marketing. Grande parte delas entram no mercado de formação de professores com estratégias de marketing bastante sofisticadas.

Em relação ao grupo de editoras de livros didáticos que fazem parte do mercado no Brasil, podemos falar que elas estabelecem entre si diversos acordos econômicos. Pode-se considerar assim que a maior preocupação atualmente, reside no fato de cursinhos pré-vestibulares produzirem e comercializarem apostilas, sem passarem por uma análise mais criteriosa em relação aos aspectos conceituais e pedagógico-metodológicos.

Um ponto a destacar seria a recente desnacionalização do grupo das editoras, tendo como consequência a desnacionalização dos livros didáticos. Apesar disso, Saab (1999, p.5) confirma em seu estudo que “o material didático que circula nas escolas brasileiras é majoritariamente elaborado por autores nacionais, sendo que a presença de estrangeiros é pequena, no ensino básico, figurando apenas no Ensino Superior”.

A internacionalização da indústria de livros didáticos ocorreu, basicamente, pelo faturamento significativo do mercado brasileiro, assim como pela sua potência, e que este é um mercado que requer a conciliação de interesses comerciais com os educacionais, que as características entre outras, tornam o mercado de livro didático importante objeto de estudo, merecendo a atenção de vários setores da sociedade, visto as relações estabelecidas, em nível nacional, entre as grandes editoras de livros didáticos e as instituições públicas e privadas.

A reflexão sobre os aspectos políticos e econômicos do livro didático como foi trazido nesse texto, é importante por vários motivos, entre eles a relevância social

que os programas de distribuição adquirem em países como o Brasil, pois tende a assegurar a universalização do livro didático para todos os estudantes brasileiros do Ensino Fundamental e que se formos pensar nas desigualdades sociais que assolam o nosso país, em muitos casos esse será o único livro que o estudante terá em toda a sua vida, sendo igualmente relevante o gasto público despendido nesses programas.

1.5 – O livro didático na educação formal

O livro didático pode ser entendido como artefato da cultura que está conectado ao currículo organizado pela escola, pois seleciona conteúdos considerados relevantes e apropriados à série escolar para qual foi elaborado; desenvolve conteúdos; tendo em vista sua apropriação para o aprendiz; possui forma de apresentação conforme seqüência considerada adequada e própria para a utilização.

As atividades educacionais realizadas nas instituições escolares são, em boa medida, condicionadas pela utilização dos livros didáticos. O saber a ser ensinado passa por uma segmentação, seleção e organização em seqüências progressivas e sofre um processo que Magda Soares (1996) chama de didatização ou escolarização. Os currículos, programas e materiais didáticos representariam assim estratégias sociais e educacionais para a concretização e operacionalização desse saber escolarizado. Os livros didáticos são um dos instrumentos escolares utilizados para assegurar a aquisição dos saberes e competências julgados indispensáveis à inserção das novas gerações na sociedade, ou seja, saberes que a ninguém seria permitido ignorar.

Ainda segundo Magda Soares, que apresenta uma posição sócio-histórica, os livros didáticos convertem-se em uma fonte privilegiada para a constituição de uma história do ensino e das disciplinas escolares. Permitem identificar e recuperar os saberes e as competências consideradas formadores em determinada época, qual o processo de escolarização do conhecimento, da ciência e das práticas culturais. Um olhar sobre o livro didático pode conduzir a uma história do ensino, das práticas escolares e da transformação das disciplinas.

Segundo Jurjo Santomé (1998), os livros didáticos eram marcados por duas características principais: primeira, como recurso restrito e editado para uso exclusivo dos alunos; segunda, o local de sua utilização era exclusivamente a escola. Apesar de ainda mantidas, a essas duas características, segundo Santomé, deve ser acrescentada uma terceira: destinado também aos professores. São eles que primeiramente têm acesso e decidem quais devem ser adquiridos. O texto concebido deve ajudá-los a concretizar a missão de escolarização durante o tempo de trabalho.

O livro didático oferece ao professor uma seleção de temas que pretende ser vendida como, conforme citado por Santomé (1998, p. 156), “um trabalho a menos que este deve realizar”. Para ele, um material eficiente deve estar em conformidade com o programa oficial instituído pelo Estado; as informações do livro texto podem determinar as questões fundamentais de cada disciplina, colaborar para delimitar o que o aluno tem que saber em cada curso e o ritmo das aprendizagens, bem como a progressão dos conteúdos em cada matéria.

Nas diversas especialidades do conhecimento são estabelecidas pesquisas que apontam críticas e exigências sobre o currículo que deve estar contemplado nos livros didáticos. Como orientador ou organizador das atividades escolares, o livro didático por si carrega uma formação conteudista, articulada com uma visão disciplinar do conhecimento.

Ele tem uma presença marcante em sala de aula, muitas vezes, como substituto do professor quando deveria ser mais um dos elementos de apoio ao trabalho docente. Dessa maneira, os conteúdos e métodos utilizados pelo professor em sala de aula estariam na dependência dos conteúdos e métodos propostos pelo livro didático adotado. Muitos fatores têm contribuído para que o livro didático tenha esse papel de protagonista na sala de aula, dentre eles a atração irresistível exercida sobre o professor por um livro que promete tudo pronto, tudo detalhado, bastando mandar o aluno abrir a página e resolver exercícios. Dessa forma, um dos pontos que se torna relevante no livro didático, é a sua qualidade, tanto gráfica quanto conceitual, pois ele não é um instrumento auxiliar como qualquer outro em sala de aula.

Num primeiro momento podemos pensar em qualidade do livro didático enquanto objeto material. Outra análise é focalizada nesse material enquanto

sistema de comunicação. Há um certo tempo em que o livro didático brasileiro deixou de ser um livro texto para ser um objeto bonito e colorido. Ao mesmo tempo, praticamente desapareceram os livros que tratam de determinado assunto com amplitude, dando lugar aos que reduzem o conhecimento a pequenas partes, reforçando a importância de se analisar o livro didático como um instrumento capaz de levar o aluno à aprendizagem.

Além disso, a maioria dos livros se concentram em técnicas operatórias, reunindo uma grande quantidade de listas de exercícios, em geral cansativos e repetitivos, visando o aprendizado de forma mecânica. Quando a aprendizagem tem como referência exercícios e problemas com respostas prontas, isso acaba afastando o jovem do prazer da descoberta e conseqüentemente levando ao desinteresse pela disciplina e pela escola.

1.6 – As transformações dos livros de Física

Wuo (2000), em sua dissertação de mestrado, examina livros de Física destinados ao Ensino Médio. Na sua investigação ele faz uma análise de como os conteúdos estão presentes em publicações do início do século XX e também das duas últimas décadas, fazendo uma análise de como os conteúdos são ali trabalhados. Investiga também o que o livro voltado ao Ensino da Física está fazendo com a Física, qual idéia de ciência está sendo propagada e contribuindo para a formação de uma visão científica, e como se manifesta essa relação de proximidade/distanciamento entre o que é disposto nos livros didáticos e os aspectos conceituais e históricos do saber científico de referência.

A dissertação de Wuo (2000) diferencia-se não só pela abrangência dos livros analisados, mas também pela discussão realizada em torno da transposição didática, apresentando um vasto acervo que possibilita novas pesquisas e reflexões em torno das questões didáticas e curriculares.

Na sua pesquisa, a análise consiste basicamente em 24 obras editadas e reeditadas a partir de 1980 sendo também analisadas 15 obras mais antigas que foram editadas e reeditadas entre 1927 e 1969. O autor utilizou-se de dezessete categorias para analisar os livros, que foram classificados em quatro grupos, sendo que a análise ficou concentrada em cinco obras. A análise foi feita sobre algumas

categorias pré-determinadas, como número de volumes da edição, presença de referência histórica, introdução matemática, relação com o cotidiano, exercícios resolvidos e propostos, problemas mais elaborados, aplicações tecnológicas, ênfase nas observações e experimentações, relações com outras disciplinas, resumos, leituras extras, grau e qualidade das ilustrações, tônicas particulares, caráter inovador, etc.

Ao realizar a análise nas cinco obras dos quatro grupos, Wu (2000, p.102) revelou inúmeros traços semelhantes, além de características singulares aos próprios grupos. A comparação entre essas publicações recentes e as obras mais antigas tornou possível perceber alguns elementos das transformações que os livros didáticos de física sofreram ao longo do século XX, o que permitiu demarcar algumas fases dessa evolução e, talvez, melhor definir as características da física apresentada nesses livros.

Embora o autor não tenha feito um levantamento completo de todas as obras antigas e embora não tenha sido possível melhor precisar as mudanças que ocorreram, ao todo foram diagnosticadas quatro fases cronológicas, que mostram aspectos importantes para a análise empreendida (idem, p.103).

As obras da década de 1920, das quais a de Nobre (1929 apud Wu) parece melhor centralizar o “tipo”, manifestavam uma grande aproximação com os produtos tecnológicos da época, com grande ênfase nas descrições qualitativas de funcionamento de máquinas e aparelhos. Essas obras, geralmente, traziam um número elevado de figuras e uma coleção reduzida de exercícios e problemas.

Na década de 1950, os livros apresentam um número menor de situações descritivas e, embora mantendo o espírito qualitativo da fase anterior, mostravam considerações quantitativas mais elaboradas, com exercícios resolvidos e propostos em maior quantidade, sendo notado, também, a redução do número de figuras e a supressão de muitos tópicos relacionados às aplicações tecnológicas e outras abordagens, que foram bastante simplificadas.

As obras das décadas de 1960 e 1970 têm a característica de abandonar quase por completo o tratamento de descrição de máquinas e mecanismos e a ênfase voltada anteriormente para a tecnologia é transferida para a resolução de exercícios, problemas e testes de vestibulares. Com um número muito reduzido de

figuras, alguns livros guardam certa semelhança com apostilas dos cursos pré-vestibulares da época, com teoria mais sucinta e aplicações em exercícios.

A partir da década de 1980, podem ser encontradas características de uma mudança significativa desse período mais recente. Ele compreende o conjunto central das obras que foram analisadas, nas quais notam-se as mesmas características da fase anterior, isto é, um enfoque voltado mais para a resolução de problemas, exercícios e testes de vestibulares, com pouca referência à tecnologia e à Física mais contemporânea. As características marcantes desse último período são: a retomada das análises qualitativas, principalmente nas explicações de elementos de tecnologia e da Física deste século; a consideração de pontos relacionados com a Física e que não eram abordados, tais como referências históricas, física do cotidiano, aplicações tecnológicas contemporâneas, tópicos de Física de ponta, relações entre a física e a sociedade, a economia, a arte, etc. Os livros também passam a receber novas diagramações e muitas informações em cores (destaques de fundo, fotografias e figuras).

De acordo com Wuo (p.132) há enfoques voltados para a fundamentação conceitual e integração teórica da física (lógica interna), como os que ressaltam as necessidades de preparação para os exames vestibulares (lógica externa).

Wuo conclui que a Física dos livros reduz a abrangência dos conceitos, sendo raro a apresentação da complexidade da evolução das idéias, os seus antagonismos e contradições. Não segue a ordem histórica da ciência, parece seguir uma “lógica escolar” contingente, podendo criar elementos estranhos ao científico. Contudo, não se pode concluir que se trate da vulgarização desse saber; trata-se de um conhecimento incompleto, cuja natureza, limitada por muitas determinações, não permite abordar a totalidade das notas teóricas, mas mesmo assim possibilita uma acessibilidade ao saber científico.

Os livros de Física sofrem mutações ao longo das décadas. De maneira geral, essas mudanças incluem aspectos políticos, econômicos e sociais que provocam reformas nos currículos, programas e manuais didáticos. Assim sendo, o livro didático considerado como grande curricularista, tem esse papel de integrar-se à sociedade e por isso podemos entender melhor as transformações ocorridas com eles ao longo do tempo, adequando-se a determinados interesses e às necessidades vigentes da sociedade e aos sistemas de pensamento de cada época.

Capítulo 2 – A História da Ciência no Ensino de Física

2.1 – A aproximação da História da Ciência do Ensino de Física

O ensino no nível médio constitui uma parte muito importante no processo de maturação para formação do futuro profissional. É aí que o estudante aguça de forma mais intensa o senso crítico e capacidade de abstração e raciocínio com um certo grau de complexidade. Apesar disso, o Ensino Médio, no que diz respeito à Física, de certa maneira, não tem correspondido a esta expectativa, haja vista a evasão de alunos e professores das salas e o alto índice de analfabetismo científico.

O ensino praticado tende a seguir a forma tradicional, essencialmente formal baseada na exclusiva matematização de um conteúdo linear e fragmentado, que exige tão somente a memorização de equações sem que se estabeleça os seus significados e a contextualização.

O ser, enquanto professor e aluno, que não visualize o conhecimento, não o insere em 'horizontes de inclusão' visualiza somente uma prateleira do conhecimento, um saber tão 'interessante' quanto a leitura integral de uma lista telefônica". (Neves, 1992, p. 215-216).

Parcela significativa desta problemática se deve a uma formação de professores que lecionam Física desprovida de elementos que poderiam superá-la ou, ao menos, amenizá-la. Tem sido usual, nos currículos dos cursos de graduação em Física do Brasil, uma subestimação dos aspectos históricos e epistemológicos desta ciência. Tais currículos, em suma, relevam apenas o aspecto operacional da Física, caracterizando-se como um ensino de física, mas não sobre Física (ver Matthews 1994:2).

Esta perspectiva parece estar em contraposição ao movimento que vem sendo tomado a partir das duas últimas décadas, no qual é feita uma reflexão sobre a necessidade de que os cursos de ciências sejam mais contextualizados, mais

históricos e mais reflexivos, o que requisita uma íntima relação entre a história das ciências e o ensino das mesmas.

Desde o final do século XIX, havia tentativas de associar ou aproximar a história ao ensino das ciências, destacando-se nesse esforço Ernst Mach. Contudo, com as reformas dos currículos de ciências ocorridas na década de 1960, sobretudo nos Estados Unidos, realizadas por organismos governamentais e sem (ou com pouca) participação dos historiadores da ciência, pode-se dizer que houve uma separação entre a história e o ensino das mesmas.

A partir de um levantamento de vários projetos e tendências contemporâneos, como, por exemplo, o projeto norte-americano 2061 (programa que prevê que o estudante de Ciência deva ser capaz de examinar um tema sob diversos pontos de vista), assim como as diretrizes para o ensino das ciências propostas pela AAAS (Associação Americana para o Avanço da Ciência), o novo currículo nacional britânico de ciências, além de conferências realizadas sobre o tema, Matthews (1994) demonstra a existência de uma larga concordância entre tais projetos e tendências, que convergem em relação à necessidade do uso da história no ensino das ciências, apontando assim para uma reaproximação desse ramo do conhecimento.

Entretanto, mesmo com a tendência da reaproximação, não existe consenso quanto à utilização de uma abordagem histórica no ensino de ciências - denominada na literatura de abordagem contextual. O mesmo autor, no mesmo trabalho, também identifica que a principal dificuldade para a implementação de propostas desta natureza é a formação inadequada de professores.

Das propostas de cursos analisadas por Matthews com este tipo de abordagem destaca-se o projeto de Física de Harvard, cujos estudos sobre sua eficácia são muitos e com resultados proveitosos.

Um curso de Física com enfoque histórico pode em muito contribuir para uma melhor formação dos futuros professores de Física em função de, entre outras, coisas propiciar:

(1) A humanização da ciência. Seguindo a tese piagetiana, que traça um paralelo entre o desenvolvimento dos conceitos na história das ciências, um estudo contextualizado da Ciência revela os conflitos e problemas por ela enfrentados na

sua gênese e evolução e assim quebra os mitos como “Física é para gênios” rompendo distanciamentos com a matéria, algo muito comum no estudante atual;

(2) Melhor compreensão dos conceitos, por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento bem como suas dimensões sociais, culturais, aplicativas etc., Uma abordagem de ensino contextual pode propiciar uma compreensão mais plena dos seus fundamentos e conceitos;

(3) A percepção de que a ciência é mutável e instável e o conhecimento científico sempre passou por transformações e momentos de instabilidade (Revolução científica no séc XVII, Darwinismo etc.), o que mostra que o pensamento científico atual também está sujeito a tais processos, e um estudo com aportes na História e Filosofia da Ciência pode proporcionar uma percepção mais crítica destes processos.

As contribuições da História da Física para o Ensino de Física, embora seja atual, não são tão recentes. Desde o século XIX, havia tentativas de aproximação do ensino das ciências com a História e Filosofia das ciências (em particular, da Física), sendo destacado neste período, como já foi mencionado anteriormente, o nome de Ernst Mach³, cujos argumentos em favor do ensino e da aprendizagem em ciências podem ser encontrados inclusive em teorias educacionais da atualidade. O primeiro livro didático de ciência que Mach escreveu trazia uma introdução histórica com as idéias e grandes feitos daqueles que construíram a física. Alguns de seus argumentos em favor do uso da História no ensino, podem ser assim resumidos: as teorias científicas só podem ser compreendidas se seu desenvolvimento histórico for compreendido; deve-se ensinar pouco, mas ensinar bem; seguir a ordem histórica do desenvolvimento da matéria; deve-se colocar as questões filosóficas vinculadas à ciência (Matthews, 1994). Sobre uma abordagem de ensino historicamente apresentada, ele disse:

Todo jovem estudante poderia ter um vivo contato com apenas poucas descobertas matemáticas ou científicas, buscando suas conseqüências lógicas. Tais seleções estariam principalmente e

³ Professor de história e teoria da ciência, suas obras filosóficas e científicas exerceram influência no pensamento do século xx.

naturalmente associadas com as seleções dos grandes clássicos científicos. (Matthews,1994:99).

Matthews (1994) faz um levantamento histórico dos currículos dos cursos de ciências, principalmente dos países da Europa e EEEU, acentuando os debates ideológicos que ocorreram durante a formulação de tais currículos. Identifica três tradições concorrentes nos EEEU: a prática, com ênfase na técnica e nas aplicações cotidianas; a ênfase na especialização, na estrutura das disciplinas e a contextual, que enfatiza o aspecto humano, o desenvolvimento histórico e as implicações culturais da ciência.

Essas três correntes tiveram maior ou menor incidência conforme diferentes contextos. Na primeira metade do século XX havia um crescente reconhecimento dos aspectos humanísticos e práticos. Com a II Guerra, houve um aumento na perspectiva da ciência aplicada. Professores da Universidade de Columbia desenvolveram um currículo relevando a função da ciência na sociedade para solução de problemas cotidianos. Esta postura foi criticada por todos os lados, os teóricos alegavam que a população deveria compreender a importância de se ter cientistas competentes para garantir a evolução do trabalho científico. O comitê de Harvard defendia que os fatos deveriam ser apreendidos em seu contexto histórico, filosófico e cultural.

O lançamento do satélite soviético Sputnik ao espaço em 1957, produziu um alerta nos educadores e políticos americanos e pôs em cheque o sistema educacional. A Fundação Nacional de Ciências fez um alto investimento em diversos projetos curriculares, todos com ênfase nos conteúdos das ciências e voltados para a formação de cientistas.

Esses projetos foram dirigidos por cientistas considerados com alto grau de competência mas os educadores, historiadores e filósofos não participaram do processo de reformulação escolar. Matthews (1994) identifica esse encaminhamento como uma separação entre a História da ciência e o ensino de ciências.

Nos países britânicos, até a década de sessenta, prevalecia nos currículos, o método heurístico da 'descoberta' com ênfase também na história, seguindo as influências de Mach. Similarmente ao que aconteceu nos EEUU, a partir desse período, ocorreram as reformas curriculares com a implantação dos cursos de

Ciências de Nuffield, que negligenciaram a dimensão histórica do conhecimento e valorizaram a visão indutivista do método científico. Assim como nos EEUU, a perspectiva era a de produzir pequenos cientistas.

Contrário a essa tendência foi o projeto de Física de Harvard (PFH), implementado nos EEUU nos anos sessenta. O PFH foi implementado em todo o país e devido a sua característica humanista permitiu sua adaptação e uso em outros países do mundo (Lewis, 1976-b).

Desenvolvido por profissionais das diversas áreas de conhecimento incluindo físicos, astrônomos, historiadores, filósofos e professores, o curso de Física do PFH faz uma introdução aos conceitos da Física a partir das suas idéias mais relevantes e numa perspectiva cultural e histórica, com os objetivos de atingir estudantes com diferentes capacidades e com as mais variadas vocações profissionais (Holton e colaboradores, 1978).

Matthews (1994) aponta o PFH como um excelente exemplo de ensino de ciências através de abordagem contextual e ressalta que mais de sessenta estudos sobre sua eficácia foram publicados e todos com resultados positivos e encorajadores. Lewis (1976-b, p. 98), sobre esta questão, afirma:

O curso foi experimentado em escolas de todo o país e os resultados provaram que funcionava convenientemente. Os professores e estudantes revelam-se entusiasmados com ele e, na maioria das classes em que é proporcionado, a matrícula em Física aumentou dramaticamente.

Apesar de todos os esforços americanos para aprimorar o ensino das ciências, um percentual ainda maior de alunos evitava a matéria Física. A evasão de professores também fora documentada. Em 1992, um relatório intitulado “Uma nação em risco”,

alertava para a falência do sistema educacional americano e, na Inglaterra, tendências similares eram apontadas pela Royal Society e pela comissão nacional de Educação. Se houve, na década de sessenta, uma separação entre a História e Filosofia das Ciências e o ensino das Ciências, a partir da década de oitenta pode-se dizer que tem havido tentativas de reaproximação entre esses ramos do conhecimento (Matthews, 1994).

Os relatórios intitulados “Ciência para todos os americanos” - referente ao projeto 2061 - e “Referências para alfabetização científica”, ambos propostos pela Associação Americano para o Avanço da Ciência (AAAS), fornecem as diretrizes para a formatação dos currículos das ciências. Enfatizam o aprendizado guiado pelo conhecimento da natureza e História da Ciência. Argumentam em favor da inclusão desta por dois aspectos: a sua utilidade para o ensino da ciência e o valor intrínseco do conhecimento sobre História da Ciência. Entretanto, Rutherford (1999) acentua que a introdução da História da ciência nos currículos das ciências é condição necessária, mas não suficiente para promover uma adequada alfabetização científica.

O ensino das disciplinas científicas, informado por abordagem contextual, se caracteriza por uma série de compromissos educacionais como por exemplo, a introdução dos alunos a um importante aspecto da sua cultura e da sua ciência, levando-o a compreender tanto o aspecto ontológico, o objeto da disciplina, como o aspecto epistemológico, a sua natureza (metodologia, princípios, limitações, história etc.). Ainda, permite estabelecer as conexões com outros ramos do conhecimento como, por exemplo, ética, religião, cultura, além das demais disciplinas científicas (Matthews, 1994).

Seroglou e Koumaras (2001) acentuam, por sua vez, a importância de fatores metacognitivos na aquisição de conhecimentos científicos, fatores estes que levam os indivíduos a construir os significados e ter o controle de suas próprias ações e desenvolver habilidades de pensar sobre os seus próprios pensamentos, tornando-se consciente das estratégias de suas próprias idéias, considerando que tais fatores incluem a compreensão da natureza da ciência. Esta última, por sua vez, requer a compreensão do conteúdo da ciência, bem como da sua metodologia, que são essenciais para a aprendizagem em ciências, e que só podem ser proporcionados através de uma abordagem de ensino que discuta suas dimensões filosóficas.

Lewis (1976-a) faz uma defesa do uso da História no ensino da Física, criticando o modelo usual de ensino como “um catálogo de fatos apresentados na estrutura de leis a aprender, de fórmulas a decorar e problemas a solucionar e exercícios laboratoriais de rotina destinados a obter respostas previamente determinadas” (Lewis, 1976-a, p. 202)

Na sua ótica, este modelo é responsável pela visão inadequada do público não- cientista que pensa a ciência apenas “em termos de ‘fatos’ resultantes de investigações empíricas ou em termos de leis rígidas e generalização forçada, mas desumana” (Lewis,1976-a, p. 202).

Afirma ainda que o mito deste pensamento como representante do método científico foi quebrado por historiadores que fizeram descrições mais rigorosas dos processos de descoberta e “os professores de ciências não devem perder a oportunidade de transmitir a nova compreensão aos seus alunos” (Lewis, 1976-a:220-221). E conclui que desprezar a História da Ciência no ensino de Física é rejeitar uma forma pedagógica mais útil para conduzir este ensino tomado como um ingrediente necessário à nossa herança cultural.

Cruz (1988), na mesma direção, argumenta que a forma perfeita e linear como a Física é apresentada, não corresponde ao seu processo de construção, e a História da Ciência parece um caminho de como trazer à tona, aos estudantes, o real processo de construir e aprender Física.

A tendência de reaproximação, apontada por Matthews, é ratificada por Wang e Schimidt (2001) ao reportar os resultados do “Terceiro Estudo Internacional sobre matemática e ciência” (TIMSS) que contou com a participação de mais de quarenta países de todo o mundo. Dentre as conclusões relatadas, ressaltam que alguns países que não estavam entre aqueles que, em maior grau, planejaram ou implementaram abordagem contextual de ensino, foram melhor sucedidos nos itens sobre testes de ciências e uso de História da Ciência que outros que dedicaram atenção, em maior grau, à História da Ciência nos livros didáticos, orientações curriculares e por parte dos professores, significando que o uso de uma abordagem contextual, sem ter o foco na matéria, no objeto da ciência, pode mais confundir os alunos que ajudá-los. Registraram também que a preparação e o treinamento dos professores através do uso da História da Ciência deve ser a chave para a alfabetização científica e que os professores de todas partes do mundo a têm incluído nos seus cursos, isto implicando que tal abordagem é fundamental para uma formação mais adequada dos professores. Finalmente os autores concluem que é imperativo, na atual sociedade, a alfabetização científica, tanto para os estudantes que irão seguir uma carreira científica quanto para aqueles que não irão. O conhecimento científico é um processo dinâmico, cujos contextos social, histórico

e psicológico e outros são muito mais determinantes que os aspectos puramente formal e abstrato, e a abordagem contextual, em função do seu papel eminentemente crítico da ciência e da relação desta com a sociedade, é identificada como uma poderosa forma de aumentar o grau de alfabetização científica geral.

Os resultados do TIMSS revelaram que há um aumento e um efeito significativo de abordagem contextual no ensino das ciências nos países de todas as partes do mundo (Wang e Schmidt, 2001). Esses resultados do TIMSS apontam para uma tendência do aumento do uso da História da Ciência como uma forma de contribuição para a melhoria do ensino de Física, na forma de propiciar uma compreensão mais adequada dos conceitos dessa disciplina e sobre a natureza da ciência, podendo se concluir que se trata de uma relevante e atual estratégia de ensino de Física.

2.2 – Contribuições da História da Ciência no Ensino de Física

Antes de nos aprofundarmos neste propósito, há necessidade de refletirmos a respeito do papel que a História da Ciência desempenha no Ensino de Física, procurando ressaltar indicativos de suas contribuições.

A História da Ciência já foi considerada uma disciplina adequada apenas para cientistas, que se voltava para os estudos de suas especialidades. Firmou-se entretanto como uma área independente em meados dos anos 1960 e hoje é considerada uma área interdisciplinar.

Neste mesmo período aprofundou-se o questionamento do papel da História da Ciência no Ensino de Física. Decorrido 40 anos, na maioria dos livros didáticos, ela aparece apenas em episódios anedóticos e associada à biografia de nomes importantes da Física, sem no entanto chamar a atenção para a existência de um ramo chamado História da Ciência, demonstrando haver diversas razões para ignorar o seu uso pelos professores de Física. Bastos (1998, p.37), a esse respeito, expressa que o seu uso na atividade docente ressalta algumas questões, como por exemplo:

- 1- Deficiência dos cursos de formação de professores, dificultando a apresentação e discussão de tópicos que evidenciem a História da Ciência.

2- Escassez de textos de História da Ciência que contemplem as necessidades específicas do ensino de física no Ensino Médio.

3- Discordâncias acerca de quais seriam os relatos históricos mais rigorosos e apropriados (existentes possibilidades cujo aspectos positivos e negativos podem não estar evidentes).

Roberto Martins (1990, p.4), complementa que um bom professor de uma disciplina deve combinar uma prática científica (o conteúdo propriamente dito) e uma prática didática. A História da Ciência poderia contribuir para a formação de um professor de um modo significativo. Ainda segundo Martins, para esse tipo de formação, do ponto de vista didático, a História da Ciência pode complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humana. Ela permite ambientar a sociedade da época em questão, trazer as concepções favoráveis e controversas que surgiram na aceitação de determinada idéia e conhecer a vida dos cientistas e de outros pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento de uma idéia e que não são mencionados em livros didáticos.

Sob o ponto de vista técnico, a História da Ciência permite entender certos resultados científicos complexos bem como sua evolução. No entanto, esses aspectos abordados durante a prática docente devem ser bem fundamentados, pois para (Martins,1990, p.4), “ensinar um resultado sem sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar” .

Corroborando com a importância da inserção da História da Ciência no ensino, Lílian Martins (1998, p.18) adiciona que a História da Ciência deve ser utilizado como uma estratégia de ensino que motive tornando o Ensino Médio mais interessante, facilitando sua aprendizagem. Além disso, a utilização da História da Ciência nesse nível de ensino pode contribuir para :

1) Mostrar através de episódios históricos o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, permitindo uma visão concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmistificado sem que se destrua seu valor.

2) A História da Ciência mostra, através de episódios históricos, que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções

aceitas atualmente, o que facilita o aprendizado de educando que poderá perceber que suas dúvidas são pertinentes ao conceito em questão;

3) O educando poderá ter a chance de perceber que a aceitação ou não de uma proposta não depende do seu valor intrínseco mas sim de outros valores sociais, filosóficos, políticos e religiosos.

Outro ponto que deve ser levado em questão sobre a utilização da História da Ciência no ensino é o uso do livro didático. Quase nunca os livros de Ciências apresentam elementos da História da Ciência. Muitos professores utilizam o livro didático como algo pronto, salvo de críticas e muitas vezes como a única ferramenta de trabalho.

Mortimer (1988, p.237-238) complementa que em alguns livros de Química estudados por ele, em termos de processos históricos, há uma mistura de fatos que ocorreram em épocas diferentes, e que são apresentados como se houvessem ocorrido na mesma época, tornando o professor que faz uso desse tipo de material uma vítima, se aceitar tais fatos como verdadeiros sem qualquer tipo de objeção.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração está no fato do professor não se impor em relação aos conteúdos que ensina. Muitas vezes considera determinado conhecimento científico como algo pronto, instantâneo, como se de repente aquela idéia ou aquela concepção tenha surgido na cabeça de alguém que já estava predestinado a isso. Uma das saídas para isso pode ser o bom preparo acadêmico e continuado a fim de saber fundamentar, organizar, atualizar e contextualizar os seus conhecimentos científicos para com os seus alunos.

Ficam claras nessa argumentação as contribuições que a História da Ciência pode trazer ao Ensino de Ciências, em virtude de inúmeros trabalhos ligados à temática. É tarefa do professor, como mencionado, atualizar-se e buscar informações em novas fontes de pesquisas como livros de História da Ciência ou livros específicos como os da História da Química, da Biologia ou da Física. É nesses materiais que encontramos estudos avançados e detalhados do desenvolvimento da Ciência. Importantes informações podem ser obtidas também em artigos científicos e biografias de cientistas o que evidenciam que eles tinham anseios, angústias, sendo passíveis de erros como qualquer ser humano comum.

2.3 – Oposição à aproximação histórica no Ensino de Ciências

Apesar dos pontos favoráveis à inserção da boa educação científica, não há consenso por parte dos educadores e cientistas quanto à contribuição da História da Ciência para o ensino das ciências e posições antagônicas às anteriores podem ser encontradas. O seu uso no ensino de Física também sofre algumas objeções, apesar de que os argumentos que lhe são contrários, de acordo com Bastos (1998, p.38), terem sido pouco explicitados ou discutidos.

Um dos argumentos contrários ao uso da História da Ciência é dado por Thomas Kuhn em seu livro “A estrutura das Revoluções Científicas”. Nele, Kuhn pondera que os manuais científicos fazem referências apenas a partes de trabalhos de antigos cientistas que podem ser consideradas como contribuições ao enunciado e à solução de problemas apresentados pelo paradigma dos manuais. Também revela que os cientistas já nascem comprometidos com o paradigma vigente, dando a impressão de que a ciência só chegou aonde chegou através de uma série de invenções e descobertas individuais.

Bastos (1998, p.39), no entanto, acrescenta que Kuhn examina essa questão somente em relação aos cursos de formação de cientistas, mas que é possível levá-las em conta na discussão quando o assunto é Ensino Médio. Ainda segundo o autor, a discussão pode ser conduzida sob dois aspectos:

- 1- Os conteúdos veiculados pelos livros didáticos de Ensino Médio são conteúdos modificados extraídos de manuais científicos consagrados do Ensino Superior;
- 2- O uso da História da Ciência, com exceções, tem se restringido a apenas apresentação dos grandes gênios da ciência dos paradigmas mais recentes (Newton, Galileu, Lavoisier, Mendel entre outros).

O segundo aspecto mostra o que acontece atualmente. A ciência, em muitos meios de divulgação tem sido apresentada como uma “construtora de heróis”, de gênios escolhidos ao acaso por descobrirem, inventarem e elaborarem teorias complexas. Essa visão de ciência não dá importância aos fatos sociais, políticos, filosóficos e culturais que estavam por trás de tais conquistas. Isso nos dá uma idéia

de que a ciência é uma sucessão linear de eventos, como se tivesse um roteiro a ser seguido.

Esta posição é encontrada também em Abrantes (in: Cruz et al.,1988). Abrantes defende que a única contribuição que a História da Ciência pode dar ao ensino da Física é o de estabelecer as visões adequadas da natureza do conhecimento científico, sua metodologia e suas relações com a sociedade. Contudo, a História da Ciência não tem o papel, meramente instrumentalista, de servir a objetivos pedagógicos para o ensino da Física, além de não ser condição necessária para a compreensão dos conceitos. Afirma ele: “eu não sei se um físico que conhece a História da Física será melhor físico do que um que não conhece. Isso não me parece evidente” (in: Cruz et al.,1988, p. 90). Para ele o objetivo de um curso de Física universitário é, no sentido kuhniano, reproduzir a comunidade de especialistas, treinar o aluno em determinadas técnicas e habilidades dentro de um paradigma aceito e para isto a História da Física não mostra nenhuma utilidade.

Em 1970, num simpósio realizado no Massachusetts Institute of Technology (MIT) a utilidade da História da Ciência na educação científica foi questionada. Tratava-se de um prenúncio dos grandes debates que seriam travados naquela década, motivados pelo conflito de posições acerca do papel da História da Ciência no Ensino de Ciência.

Contudo, é justamente a pouca presença da História da Ciência nos manuais escolares e o seu uso distorcido no sentido de promover uma reconstrução de idéias que parecem fluir naturalmente em direção a tendência atualmente aceita, que “tende a apresentar as teorias atuais como resultado de um processo de gestação, onde os cientistas do passado operavam sobre um embrião que o presente transformou em rebento” (Bizzo, 1992, p.28-35), que faz despercebida (ou invisível), para o estudante, as grandes rupturas (revoluções científicas, nos termos de Kuhn) no conhecimento científico. Ou seja, a imagem do trabalho científico que resulta dessa opção educacional é a de cientistas de épocas anteriores trabalhando linear e cumulativamente em prol de uma ciência em constante desenvolvimento.

Uma outra vertente contrária à utilização da História da Ciência no ensino, que abriga muitas críticas, é a que sustenta, não sem razão, ser de uma complexidade sem limites a caminhada do cientista na busca do conhecimento. Desse modo, a discussão histórico-didática de concepções científicas já não mais

aceitas pela ciência contemporânea seria no mínimo, incompleta e, por essa razão, suscetível, inerentemente, a fortes objeções.

Para o historiador da ciência M. J. Klein, por exemplo, as perspectivas do historiador e do físico são tão distintas - o primeiro interessado na riqueza dos detalhes e o último na precisão do fenômeno, que a seleção e a utilização de materiais históricos com fins didáticos, desfigurados, cheios de omissões, têm tornado inevitável a presença de uma História da Ciência de má qualidade no ensino da Física. Se essa pseudo-história, ou história simplificada, é a única possível, então ela deve ser evitada (Matthews, 1995, p.264-214).

Realmente, uma dada seleção histórica da evolução dos assuntos de um corpo específico de conhecimentos, em qualquer situação, será sempre um subconjunto do real e intrincado emaranhado de relações que lhe conferiram dinamicidade. E isto não é exceção no sistema educacional, onde as disciplinas que estruturam qualquer currículo lidam com cargas horárias limitadas. Esta dificuldade, no entanto, pode ser contornada se os elaboradores de livros de texto e professores produzirem, como afirma o editor da revista *Science & Education*, M.R. Matthews:

(...) uma história simplificada que lance uma luz sobre os conteúdos discutidos, que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e Ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim exija a situação educacional (Matthews, 1995, p.164-214).

As fontes e os materiais sofrem uma seleção tanto por parte do historiador profissional quanto do professor com interesse na História da Ciência e envolve decisões que não podem ser dissociadas da visão de mundo e das concepções de ciência do estudioso nessa estratégia de ensino.

Posição consensual quanto à relação entre História da Ciência e Filosofia da Ciência, de fundamental importância no contexto educacional é expressa por Imre Lakatos (1989): “a filosofia da Ciência está vazia sem História da Ciência; a História da Ciência está cega sem Filosofia da Ciência”.

O físico substitui uma bola por uma massa pontual, deixando de lado cor, textura e composição. Da mesma forma, o historiador restringe a riqueza dos episódios, delimitando-os de acordo com a história que deseja contar. A História da

Ciência está necessariamente vinculada à concepção filosófica do historiador, a partir da qual são, por exemplo, selecionados os episódios históricos.

De fato, independentemente da utilização ou não da história no ensino, é preciso admitir a importância da educação científica, e em especial no ensino das Ciências Naturais e procurar na epistemologia uma fundamentação mais sólida. Conforme Silveira (1993), “sempre há uma concepção epistemológica subjacente a qualquer situação de ensino, nem sempre explicitada e muitas vezes assumida tácita e acriticamente”. As semelhanças de certas concepções que os estudantes trazem para a sala de aula com conceitos já abandonados pela ciência podem, em princípio, orientar a escolha de alguns temas históricos, propiciando ao aluno, matéria para debate e reflexão.

No entanto, subordinar (através de uma prática continuada) a História da Ciência aos objetivos de um ensino preocupado unicamente com um melhor aprendizado de conceitos científicos é dar margem a novas críticas que enfatizam o mau uso dessa história.

Não há dúvida de que os livros de texto e a sala de aula, para não falar na própria estrutura curricular, têm negligenciado o valor didático da História da Ciência. O aspecto utilitário dos programas de ensino, voltados à apresentação e aplicação de conceitos, leis e teorias, que enfatiza o produto do conhecimento, acaba passando a falsa impressão de que “a ciência é uma coisa morta e definitiva”. “Acreditar que temos apenas conclusões a tirar de princípios definitivamente adquiridos é uma idéia absolutamente errada, que põe em perigo o valor educativo do ensino científico.” Uma consequência imediata deste ensino “frio, estático, dogmático” é a perda de interesse por parte do estudante (Langevin, 1992).

É possível harmonizar-se didaticamente produto e processo, arte final e construção de conceitos científicos. Para que isso efetivamente ocorra é preciso, dentre outras coisas, que o educador (professor, elaborador de livros de texto, etc.) compartilhe com o historiador kuhniano (ou de outra corrente de pensamento, que nutra propósito equivalente) a idéia de que as concepções de mundo outrora aceitas não foram nem mais nem menos científicas do que as atuais. Ou seja, não é porque já foram descartadas que teorias mais antigas devem, hoje, ser consideradas acientíficas. Ao contrário, os diferentes conjuntos de crenças, concepções, hipóteses e teorias mantidas pelos estudiosos ao longo dos tempos, subordinadas a visões de

mundo específicas e por vezes bastante conflitantes entre os membros de uma mesma comunidade científica, estruturam a própria história do pensamento científico.

Segundo Kuhn:

(...) em vez de procurar as contribuições permanentes de uma ciência mais antiga para a nossa perspectiva privilegiada, devemos atentar para a integridade histórica daquela ciência, a partir de sua própria época. Por exemplo, não devemos perguntar pela relação entre as concepções de Galileu e as da ciência moderna, mas antes pela relação entre as concepções de Galileu e aquelas partilhadas por seu grupo, isto é, seus professores, contemporâneos e sucessores imediatos nas ciências (...) devemos procurar estudar as opiniões desse grupo e de outros similares a partir da perspectiva que dá a essas opiniões o máximo de coerência interna (2005, p.22).

Assim procedendo, o professor com interesse na história, não corre risco de fazer surgirem inoportunas “relações de hierarquia e complexidade entre o passado e o presente”. Ou seja, de disseminar a idéia de que “o passado seria constituído de elementos simples que foram se tornando complexos por conta de um processo contínuo de elaboração científica” (Bizzo, p.28-35).

A falta de tempo que a abordagem histórica acarretaria para o conteúdo específico constitui outro argumento apresentado com freqüência em oposição à História da Ciência no ensino de ciência. Todavia, tal abordagem não pressupõe o abandono do conteúdo programático. Ao contrário, para que tenham sentido, discussões históricas necessitam do domínio de um corpo de conhecimento científico e técnico por parte dos estudantes.

Além disso, é interessante notar que, na maioria dos currículos atuais, a História da Ciência não se faz presente e, ainda assim, os alunos não são preparados adequadamente em termos do conteúdo. É importante ressaltar que não se pode exagerar ou superdimensionar a contribuição da história junto ao ensino, para não tornar o ensino um escravo da história, e também para não alimentar expectativas que possam concebê-la como a solução dos sérios problemas da didática da Física.

A pesquisa em ensino de Ciências tem apontado, nos últimos anos, que não há uma metodologia que garanta o “sucesso” educacional. Embora a história da ciência não seja, em si, uma metodologia de ensino, também não pode, ela, garantir

tal coisa. Certamente nem todos os estudantes irão motivar-se através de uma educação científica histórica, mas essa perspectiva deve ser-lhes apresentada sob pena de transformarmos educação em doutrinação.

2.4 – Como a visão de Ciência e aspectos históricos são veiculados nos livros didáticos

Quando falamos do ensino da ciência, ou da física em particular, freqüentemente, temos em mente metodologias, recursos e “histórias” para equacionar determinados conteúdos ou para unificá-los; antes disso, temos em mente uma imagem da ciência e de seus métodos. A imagem mais presente é aquela construída a partir dos trabalhos experimentais/observacionais de um Galileu idealizado através dos tempos, ou seja, a de que a ciência começa com observação e de que esta observação se constitui numa base segura para a produção de um conhecimento legítimo. Esta posição epistemológica é característica do indutivista ingênuo (Chalmers,1993), que acredita piamente na observação cuidadosa dos fenômenos da natureza e sem nenhuma espécie de preconceitos.

Na verdade, grande parte desse indutivismo está presente em nossos livros didáticos, do Ensino Fundamental aos cursos de pós-graduação stricto e lato-sensu. A ciência, na visão desses livros, é cumulativa, linear, desprovida de preconceitos e neutra (Neves, 1986, Pretto 1985). Pretto (1985, p. 30) ainda menciona que o conhecimento científico tem sido apresentado como algo que vai sendo acrescido de novas teorias, através de uma continuidade aonde as novas teorias vão incorporando as anteriores, de forma a se construir um edifício sólido: o edifício da ciência, com suas bases estruturadas e solidificadas ao longo dos séculos. Os manuais científicos, certamente na tentativa de familiarizar os estudantes com as diversas técnicas existentes, apresentam-no na forma cumulativa, linear, desprovida de preconceitos e neutra. Isto pode funcionar pedagogicamente, mas, quando associado a todas as caracterizações feitas anteriormente, em especial com o fato de se apresentar uma ciência a-histórica, a impressão que passa é que, segundo Kuhn, (2005, p.178),

A ciência alcançou o seu estado através de uma série de descobertas e invenções individuais, as quais, reunidas, constituem a coleção moderna dos conhecimentos técnicos. O manual sugere que

os cientistas procuraram realizar, desde os primeiros empreendimentos científicos, os objetivos particulares presentes nos paradigmas atuais. Num processo freqüentemente comparado à adição de tijolos a uma construção, os cientistas juntaram um a um os fatos, conceitos, leis ou teorias ao caudal de informações proporcionado pelo manual científico contemporâneo.

Essa característica de ciência cumulativa associa-se inevitavelmente à idéia do progresso. Ou seja, à medida que vamos avançando no conhecimento, os anteriores se tornam casos particulares do novo conhecimento. E isto é reproduzido fielmente nos livros didáticos, apresentando-se uma visão deturpada da construção do conhecimento. Por que, então o privilégio desse tipo de conhecimento com essas características, em detrimento dos demais?

Como afirma Borges (in: Pretto et al.,1985)

Acreditamos que a ciência não deva, ser considerada como um saber ao mesmo tempo onipotente e onipresente (...) venerada como uma espécie de divindade. A ciência assim aceita é vista como a única dona da verdade, como um verdadeiro mito que passa a ser esperança para a solução de todos os problemas que afetam os homens. Assumir esta concepção é encarar o conhecimento científico como definitivo e estabelecer uma separação entre a ciência e as outras formas de conhecimento do homem e do mundo; é considerá-la como universal e defender a tese de sua neutralidade.

Não podemos considerar o conhecimento científico como superior a outras formas de conhecimento. Ele é apenas uma forma ocidental de interpretar os fenômenos naturais. A crítica mais contundente que se faz a outras formas de conhecimento que não a científica é a da ausência da objetividade. Só que a objetividade é construída. Como diz Serpa (in: Pretto et al.,1985),

A objetividade é mera coisa construída, como é construída em qualquer cultura. Há uma objetividade em qualquer cultura. Os nossos povos anteriores a esse desenvolvimento criaram uma cultura que poderia ser analisada dessa maneira, e havia uma objetividade dentro dessa cultura. Uma objetividade construída por essas coisas todas. É, simplesmente, uma objetividade diferente, mas existe objetividade (...). Em uma tribo, há proposições que os homens da tribo entendem. Eles compartilham da mesma visão de mundo, do mesmo tipo de solução, da mesma forma de comunicação.

Pode-se assim compreender que a ciência não é a única forma de conhecimento possível e correta, mas como uma forma de conhecimento que tem suas características próprias, sua história e sua função. Que não está desvinculada de todo o resto e que não é a única maneira de explicar a natureza. É apenas uma das formas de compreendê-la. E para compreendê-la corretamente, juntamente com o seu desenvolvimento e seus significados cultural e social, tem que, como afirma Cini (in: Pretto et al., 1985),

reconstruir corretamente os componentes do desenvolvimento científico que não são recondutíveis à pura objetividade e à pura racionalidade. Os componentes ideológicos, culturais, ambientais e sociais são elementos muito importantes nos processos de formação das idéias e de reconstrução de novas teorias. Para entendê-los é essencial reconstruir também as motivações e os critérios de realidade que a comunidade científica adota em cada momento para definir o que entende por ciência, por conhecimento científico, por explicação científica.

Nossa visão de ciência, certamente, será a visão que como professores passamos aos nossos alunos. Não podemos pois, continuar estimulando, sob o pretexto de estarmos contribuindo para o avanço da ciência e do conhecimento científico, uma concepção de ciência que, no fundo, afasta o homem da Natureza, que deixa o homem como elemento contemplador da Natureza, que a estuda para dominá-la.

Wuo (2000, p.88), em sua dissertação, questiona que a noção de ciência e de física que os livros didáticos apresentam pode ser tomada considerando-se um conteúdo explícito e um implícito. A noção geralmente expressa na introdução da obra é a que denomina-se explícita. Esse conteúdo pode variar de um autor para outro, desde referências superficiais até aprofundadas sobre o método científico, incluindo os processos indutivo e dedutivo, etc. É comum também, dependendo da obra, nenhuma menção ou referência ao significado da física ou da ciência. Algumas obras trazem também uma idéia de física e ciência implícita nas considerações concretizadas ao longo do texto, que estaria sendo induzida pelas etapas da aprendizagem, mostrando-se complexa a análise por se tratar de elementos de diversas origens.

Segundo Wuolff:

(...) Inúmeros “pontos de vista” compõem a idéia de ciência presente nos textos. Nas obras examinadas, a tônica maior parece estar na exposição (qualitativa e quantitativa) dos conceitos e teorias e modelos. Além disso, outros elementos também participam: o desenvolvimento histórico dos conceitos e das teorias, a história dos cientistas e os traços de suas personalidades, as circunstâncias sociais e econômicas, o desenvolvimento tecnológico, as artes, as questões filosóficas, as guerras, etc.

Apesar de toda corrente epistemológica cética que marcou a filosofia da ciência do século XX, com nomes como Popper, Kuhn, Feyerabend, Hanson, Lakatos, entre outros, a corrente indutivista, propulsionada por uma visão conservadora e neopositivista, continua com seus fundamentos firmemente ancorados no sistema educacional, nas sociedades científicas, na mídia em geral e também em boa parte dos livros didáticos.

O realismo científico, forma mais refinada do indutivismo ingênuo, combate ferozmente a noção de uma idéia de ciência enquanto construção e de desenvolvimento de fenômenos através dos modelos com os quais os vemos. Tal idéia é repudiada e, assim, ciência, realidade e verdade constituem sinônimos que falam aos homens como os cardeais falavam em seus autos de fé durante a Idade Média e o início do Renascimento.

O processo de inculcação da ciência positiva, realista, é aquela da aceitação incondicional dos paradigmas de uma determinada área da ciência. Fatores internalistas (simplicidade, harmonia, precisão, beleza) definem a mitologia de superioridade de determinados paradigmas: fatores externalistas (sociedades, financiamentos, ideologias) são relativizados e, em geral, considerados como fatores imiscíveis aos fatores internalistas. Esta visão, bastante popular, conduziu a uma visão de ciência como uma bolha que se destacou do mundo e paira hoje sobre esse mundo da qual nasceu (ou deveria ter nascido), desvinculando-a das contingencialidades do mundo confuso da natureza e de sua natureza.

A ciência nos livros didáticos é apresentada de forma absolutamente a-histórica, não tendo referência no processo de criação e muito menos ao contexto que foi criada. Sendo mais agravante que na tentativa de suprir essa lacuna passam uma visão de história da ciência, segundo Pretto (idem, p.77) como se fosse um

armazém, um depósito onde se guardam a vida dos cientistas, seus feitos e suas obras.

Seguindo o que afirma Zanetic (1989, p.107), certamente não se defende aquela história que, quando presente nos livros didáticos tradicionais do Ensino Médio ou superior, serve apenas como “ilustração”:

“Nesses textos, quando estão presentes capítulos, apêndices ou notas históricas, temos quase sempre arremedos de história da ciência: são aquelas seqüências cronológicas de datas de grandes invenções, de descobertas sensacionais ou de nascimento e morte das principais personagens envolvidas nesses acontecimentos, acompanhados de ilustrações que representam essas personagens ou seus feitos.”

Este tipo de história factual e cronológica, às vezes mais prejudica do que auxilia uma tentativa de apresentação da ciência tal como a defendida até aqui. Acaba perpetuando muitas vezes concepções ingênuas do fazer científico, estereotipadas e, até mentirosas.

Na mesma direção, Wuo (2000, p. 49) comenta que as referências históricas deixam a desejar na maioria das obras. As menções históricas, quando ocorrem, tratam mais da vida biográfica dos cientistas. Raríssimos são os textos que expõem os conflitos entre as concepções e argumentações que, historicamente definiram o corpo da ciência oficial.

Mas essa desconsideração de aspectos ligados ao processo de criação de ciência parece não ser um traço só dos nossos livros didáticos. Acusando a existência de uma esquizofrenia no próprio universo da ciência, Morin (in: Wuo et al., 2000) reclama que

de um lado, existem livros e monumentos consagrados à glória dos grandes gênios, como Newton, Einstein, etc. e, do outro lado, quando vemos os tratados e os manuais, esses grandes gênios famosos desapareceram por completo, isto é, vemos que a atividade humana que inventou a teoria foi completamente esvaziada.

Em relação aos aspectos históricos, Wuo ainda comenta que poucos autores têm a preocupação em remeter aos pensadores envolvidos na criação dessas idéias, o que é feito no próprio desenrolar do texto, contribuindo de forma

significativa para a visão de ciência como obra construída no transcurso da história humana e não algo pronto e acabado. Com isso a visão de ciência é apresentada a partir de conceitos e teorias, explicação de fenômenos e aplicações tecnológicas, história dos cientistas, choque das idéias da física, relações com outras áreas da cultura, relações com a esfera socioeconômica.

Essas características mencionadas vão ao encontro do que Zanetic (idem, p.123) defende como uma história da ciência e recupere a física como área do conhecimento que possa contribuir para a formação cultural geral de um cidadão contemporâneo que pode ou não seguir algum curso superior em outras áreas do conhecimento. Uma história que não seja apenas uma reconstrução do passado com o objetivo de selecionar apenas o que pode ser útil para a compreensão das teorias e modelos atuais.

“A minha argumentação vai no sentido de fazer uma “construção” crítica, polêmica, instigadora do imaginário, (...) que revele além dos sucessos também os fracassos ocorridos ao longo do desenvolvimento da física, enfim, uma história que apresente o caráter dinâmico que foi característica do passado e que, certamente, com uma educação inovadora será ainda mais dinâmica.”

Quando não se leva em conta apenas a aplicação de conceitos, leis e teorias, não se está apenas enfatizando o produto do conhecimento, mas uma gama maior para outros elementos como fatores culturais mais amplos relacionados com a física: aspectos históricos, filosóficos, sociais, políticos, ideológicos, tecnológicos, artísticos, religiosos, mágicos, relações com o senso comum, com a natureza e outros. E mesmo dentro de um desses elementos encontram-se subdivisões: a história poderia ser dos inventores, dos métodos, das idéias, etc, sendo ainda que, quanto aos inventores, poder-se-ia atentar para criatividade, personalidade, vida social, etc.

É necessário que o conhecimento apresentado o seja com base na sua história, que as teorias sejam discutidas com todos os aspectos que estiveram subjacentes ao seu aparecimento.

Uma educação científica que apresente a ciência como um fazer humano, portanto contextualizado histórica e socialmente, que evidencie seu caráter

inacabado, transitório, bem como as rupturas e transformações pelas quais essa atividade passou através dos séculos não pode, certamente abdicar da história.

Assim a história da ciência tem que ser a espinha dorsal do ensino de ciências. Dessa maneira certamente veremos uma ciência dinâmica, construindo-se na história e através da história e com suas relações com o social explicitadas.

2.5 – A importância de trabalhos publicados sobre a temática da História da Ciência

No que se refere ao processo de ensino-aprendizagem sobre ciência, muitas são as colaborações da História da Ciência. Nesse caso também se discute a vertente da Filosofia da Ciência que está subjacente às leituras históricas que estão sendo realizadas. A nova Filosofia da Ciência pressupõe que se abandonem antigas concepções positivistas da ciência. Exemplos históricos, lidos à luz da Filosofia da Ciência, mostram a “insustentabilidade da proposta empirista-indutivista”, como foi proposto por Fernando Lang da Silveira em uma mesa redonda ocorrida no XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, ocorrido em 2003, na cidade de Curitiba. Nesse Simpósio foram apresentados 27 trabalhos voltados para área da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, ocorrendo também uma outra mesa redonda com a presença dos professores Olival Freire Júnior, Marco Braga, Marcos Danhoni Neves e da coordenadora da mesa Glória Pessoa Queiroz.

Devido à interação ocorrida entre a platéia e a mesa, as diferentes formas e maneiras da História da Ciência no Ensino de Física, é esperado que novos debates deverão ocorrer nos próximos SNEFs, ENPECs e EPEFs, devido à presença de um número significativo de participantes que se interessaram pelo tema nesse simpósio.

Já no XVI SNEF realizado em janeiro de 2005 no Rio de Janeiro, pode-se concluir que houve um aumento na produção de trabalhos realizados dentro da temática da História e filosofia da Ciência, com a apresentação de 33 trabalhos.

Esses números expressivos não se mantiveram no XVII SNEF, realizado em janeiro de 2007 em São Luís, no Maranhão. Nesse simpósio foi constatado apenas a realização de 16 trabalhos dentro dessa temática. Apesar da redução do número comparado aos outros simpósios, estes revelam que ela ainda é interessante dentro do processo de ensino-aprendizagem do Ensino de Física.

Em relação aos trabalhos voltados para a História da Ciência nos últimos três SNEFs, pode-se notar que a produção dos mesmos foi realizada nos mais variados aspectos do ensino, podendo ser constatado que os mais evidentes foram assim relacionados:

- Análise de conceitos em livros didáticos de Física
- Experimentos
- Epistemologia
- Evolução dos conceitos como atividade em sala de aula.
- Prática pedagógica.

Conclui-se que boa parte dos trabalhos voltados para essa temática e que se destinam a varias propostas no ensino, tiveram como ponto comum finalidades de tornar um ensino mais interessante e criativo valorizando as ações de nossos educandos.

A produção de trabalhos voltada à temática é um passo importante para avançarmos na solução dos problemas, em que os desafios nos impõem constantemente as dúvidas e as incertezas na consolidação das respostas, além do que sua contribuição pode ser ampliada para entendermos o relacionamento da Física com outras atividades humanas, como arte, a política e a economia.

Capítulo 3 – Metodologia

O universo de nossa análise constituiu-se dos livros indicados pelo PNELEM 2007 (Programa Nacional de Distribuição de Livros Didáticos para alunos do Ensino Médio), para a disciplina de Física. Considerando-se, entretanto, que as editoras não os imprimiram para divulgação por não haver, por parte do governo federal, garantia de compra e distribuição em 2007, fomos levados a optar por trabalhar com os livros mais recentes dos autores indicados pelo processo de seleção. Pensamos inicialmente em trabalhar com as obras que estavam disponíveis no mercado desde fevereiro de 2006, mas no início de junho de 2006, após alguns telefonemas com os escritórios regionais das editoras, e também de contatos pessoais com os setores de divulgação e marketing (às vezes denominados “casa do professor”) das editoras, fomos informados de que esses livros não estavam mais disponíveis para distribuição. Isto posto, decidimos esperar pelos livros que seriam objeto de divulgação para o ano de 2007.

Segundo os departamentos de Divulgação e Marketing das editoras, a princípio não seria feita a divulgação de livros didáticos de Física para a rede pública de ensino, já que a intenção do governo seria comprar livros que atendessem o Ensino Fundamental e também algumas poucas disciplinas do Ensino Médio. Por esse motivo a divulgação se concentraria na rede de colégios particulares, já que boa parte desses colégios está com os livros didáticos um tanto defasado. Portanto a expectativa era que as editoras começassem a lançar e divulgar essas obras a partir do final de outubro ou mais tardar início de novembro de 2006, pois os livros já deveriam estar sendo utilizados por professores e alunos em meados de fevereiro de 2007. De acordo com informações das mesmas fontes, os livros que estariam disponíveis a partir do ano que vem, na verdade não teriam mudanças significativas e seriam lançados com poucas mudanças em relação ao ano anterior, sendo feitas algumas correções e modificações em relação aos aspectos estéticos, incluindo algumas mudanças ilustrativas como fotografias e figuras.

Em função dessas limitações, e procurando se manter fiel às indicações do PNELEM, selecionamos para análise os livros didáticos (coleções completas e volume único) de cinco autores, editados por quatro das maiores editoras que estão presentes em nosso país. A opção por coleções completas e volume único foi feita para ser possível a realização da investigação, além da análise de como a História da Ciência é apresentada nos livros, uma comparação entre essas modalidades de livros, com o intuito de se verificar se aspectos da História da Ciência são suprimidos ou reduzidos na versão mais compacta.

Inicialmente pensou-se em verificar nos livros os aspectos históricos relativos à Mecânica, à Termologia, à Óptica e à Eletricidade. Posteriormente, escolhemos analisar somente a Eletricidade como área de conhecimento, por ser uma área que tem uma maior aproximação com a tecnologia, porque seus efeitos estão mais próximos da realidade dos educandos; por estar presente nos principais setores que compõem a sociedade; por ter ela uma significativa participação no desenvolvimento humano desde o final do século XIX, fato que é de grande valia para a análise do trabalho, permitindo assim a inserção de vários aspectos que permeiam a sociedade de várias épocas, além de considerar aspectos relativos a prazos de conclusão do trabalho.

Além disso, dadas essas justificativas e limitações, optamos por investigar, no âmbito da Eletricidade, a Indução Eletromagnética, por ser uma temática construída mais recentemente, buscando verificar como esse assunto está presente nos livros didáticos em relação à sua forma e intenção e quais as concepções manifestas pelos autores sobre esses aspectos.

Dessa forma, dedicamos atenção apenas ao Volume 3 e ao volume único de cada autor, o que nos levou a um total de nove livros, já que um dos autores selecionados para a análise dispõe apenas de volume único.

Os livros foram obtidos junto às editoras, e de posse deles foi feita uma descrição de cada um, contemplando: caracterização do livro, caracterização dos autores e apresentação da estrutura de distribuição dos tópicos e assuntos. Foi também procurado identificar com que intenção esses tópicos e assuntos foram apresentados, assim como a forma gráfica utilizada. Esse levantamento consta do anexo.

Para a categorização de cada um dos livros foram também explicitados com maiores detalhes o perfil acadêmico dos autores, seus currículos, as experiências declaradas, os objetivos da obra, se ela é de coleção ou volume único, a editora, se a impressão é colorida, o tipo de papel e o formato. Quanto à abordagem dos assuntos, além de como o capítulo é dividido, foi comentado também a forma de distribuição dos tópicos e se ocorre de forma articulada ou estanque.

Além disso, procurou-se verificar como, no livro, ocorriam as formas de manifestação de aspectos relacionados à História da Ciência, se através de texto, de fotografia, de figura, de charge, de nota, de nota de rodapé, de legenda, de gráfico, de diagrama, etc., assim como as concepções manifestadas pelos autores, que podiam ser classificadas como nota informativa, nota histórica ou evolução das idéias.

Os livros analisados foram os seguintes:

Código do Livro	Título	Autor(es)	Volume analisado	Editora
Livro 1	Universo da Física	Sampaio e Calçada	Volume 3	Atual
Livro 2	Física	Sampaio e Calçada	Volume Único	Atual
Livro 3	Física	Alberto Gaspar	Volume 3	Ática
Livro 4	Física- Série Brasil	Alberto Gaspar	Volume Único	Ática
Livro 5	Física - Ciência e Tecnologia	Ferraro, Penteado, Toledo e Torres	Volume Único	Moderna
Livro 6	Física	Máximo e Beatriz	Volume 3	Scipione
Livro 7	Física	Máximo e Beatriz	Volume Único	Scipione
Livro 8	Física para o Ensino Médio	Aurélio e Toscano	Volume Único	Scipione

Em cada um desses livros foi analisada a existência de indicadores de presença de menções à História da Ciência, agrupados de acordo com algumas

categorias que envolvem tanto aspectos internos quanto externos à ciência. De todos os livros⁴ relacionados para a pesquisa apenas um não foi investigado.

Tais categorias permitiram investigar como a história da indução eletromagnética foi contada pelos autores dos livros, levando-se em conta as suas concepções, formação, vivência com a área de conhecimento e vivência no magistério. Elas permitiram integrar, na visão do autor, a História ambientada em várias épocas, unindo cultura, escola e o ensino em torno das concepções de mundo que predominaram na sociedade, assim como permitem inferir algumas das concepções de mundo que predominaram na sociedade, assim como permitiram inferir algumas das concepções que os autores manifestam em torno da temática investigada.

Para melhor entendimento do seu significado, segue-se uma breve descrição de cada uma delas e do seu espectro de análise:

Interação – Analisa como é apresentado, no livro, o desenvolvimento de uma teoria, se através de um trabalho individual ou com a participação de outras pessoas, demonstrando um trabalho de comunicação e colaboração.

Atores – Analisa como são apresentados os atores, se apenas os mais ou também os menos consagrados, assim como também a concepção do autor sobre perfil social dos cientistas e de outras pessoas que ajudaram, colaboraram e fizeram parte do desenvolvimento da ciência.

Métodos – Nesta categoria analisou-se como é apresentado o desenvolvimento da teoria, durante a explicação dos assuntos, sendo que o método pode ser considerado o registro de atividades que constituem o trabalho do cientista e de outras pessoas que estiveram presentes ao processo de desenvolvimento científico. Dessa forma, o método pode ser classificado como experimental, matemático ou de observação.

⁴ O volume 3 da Editora Moderna, não foi investigado em virtude desse livro ser lançamento e não estar disponível na Editora, no período de realização dessa pesquisa.

Construção da Ciência – Analisa se no processo de descrição da construção da ciência, estão sendo evidenciados tanto os acertos quanto os erros da ciência e se nesse processo, a construção do desenvolvimento científico pode estar sendo caracterizada pela cumulatividade, pelos antagonismos e controvérsias que marcaram as disputas de grupos e comunidades científicas pela aceitação ou rejeição de determinadas hipóteses e teorias.

Capítulo 4 – Resultados

Os resultados de nossa investigação serão apresentados inicialmente através da caracterização dos livros analisados e na seqüência pela indicação, nos textos das categorias.

4.1 – Caracterização dos livros

Conforme descrevemos na metodologia, para cada um dos livros foi feita uma caracterização de forma como ele se apresenta, apresentados dados de seus autores, assim como é a estrutura do livro e a distribuição dos assuntos no capítulo.

Título	Livro 1 – Universo da Física - Volume 3
Autor(es)	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Vasquez Calçada
Editora	Atual
Apresentação do livro	A obra se apresenta de forma contextualizada, é organizada para a compreensão dos fenômenos do cotidiano, valorizando a realidade do aluno. Avançando gradativamente até se chegar aos temas mais avançados da Física, com as conquistas dos cientistas até o último século. A presente obra se caracteriza por uma linguagem informal, mas também preocupada em atender o rigor que caracteriza as ciências exatas, sendo valorizado os aspectos históricos, procurando mostrar de que forma os conhecimentos foram gerados e modificados, desde a Antiguidade até aos nossos dias. Os pensadores que mais contribuíram para o desenvolvimento da Física têm sua vida apresentada no contexto de sua própria época, sendo suas descobertas relevadas nos dias atuais. A obra se mostra mais preocupada com a formação para a cidadania do que a preparação para o vestibular.

Título	Livro 1 – Universo da Física - Volume 3
Apresentação dos autores	Os autores são bacharéis em Física e Matemática pela Universidade de São Paulo, sendo que o autor Caio Sérgio Calçada também é engenheiro eletricista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São professores da rede particular de ensino desde 1968.
Estrutura do livro	A obra é de coleção completa, a impressão é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 17 cm x 24 cm.
Distribuição dos assuntos	O livro é dividido em capítulos e cada um deles se apresenta em vários assuntos. Inicialmente é feita uma contextualização com a sociedade. Os assuntos são desenvolvidos em várias seções, sendo que em algumas dessas seções é apresentado o exemplo e depois alguns exercícios em ordem crescente de dificuldade. É apresentado em todos os capítulos uma página em destaque “ <i>Física no devido tempo</i> ”, que mostra a biografia de um cientista de acordo com o contexto da época. Algumas seções denominadas de reforço, revisão e aprofundamento têm o intuito de ver a assimilação do conteúdo por parte do aluno até se chegar aos padrões mais rigorosos dessa ciência. Em cada capítulo há uma página associando à teoria com a aplicação da tecnologia. Faz parte do livro um pequeno apêndice, separado do livro, contendo alguns tópicos sobre Física Moderna.

Título	Livro 2 – Física – Volume Único
Autor(es)	José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Vasquez Calçada
Editora	Atual
Apresentação do livro	A obra é voltada para cursos com cargas horárias reduzidas, razão pela qual os conteúdos são vistos de uma forma menos detalhada, justificando-se por si mesmos e se apresentando de forma estanque. Tem como objetivo o curso de Física no Ensino Médio, procurando atingir duas finalidades: ao mesmo tempo em que são abordados os principais tópicos da Física, visando o cotidiano, são fornecidos subsídios para o aluno que pretende realizar um exame vestibular. A linguagem é simples, mas ao mesmo tempo procura atender o rigor dos padrões que caracterizam as ciências exatas.
Apresentação dos autores	Os autores são bacharéis em Física e Matemática pela Universidade de São Paulo, sendo que o autor Caio Sérgio Calçada também é engenheiro eletricista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São professores da rede particular de ensino desde 1968.

Estrutura do livro	A obra é de volume único, a impressão é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 18,5 cm x 26 cm.
Distribuição dos assuntos	A teoria é desenvolvida em pequenos blocos, seguidos de exercícios de aplicação, o mínimo necessário para a fixação da teoria. Para um reforço, há no final do livro uma série de 200 questões de vestibulares e as questões das últimas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Em vários capítulos são encontradas leituras envolvendo a História da Física e sugestões de obras úteis na complementação do estudo. Em alguns capítulos também estão presentes algumas leituras relacionando a teoria estudada aplicada à tecnologia. São disponibilizados experimentos e leituras de aplicação direcionadas para o cotidiano.

Título	Livro 3 – Física - Volume 3
Autor	Alberto Gaspar
Editora	Ática
Apresentação do livro	A obra é apresentada de forma contextualizada, permitindo a integração do conteúdo com as aplicações tecnológicas e da própria compreensão de como os conhecimentos da Física têm sido adquiridos. Estão presentes no texto quadros que estão destinados a complementar o conteúdo básico, que tem por finalidade ilustrar e enriquecer o texto principal, permitindo que o estudo da Física se torne mais agradável e desafiador, permitindo que a compreensão da Física seja mais fundamentada e consistente. A obra não se limita aos currículos e programas tradicionais de ensino, há um grande destaque à Física do século XX, que revolucionou a concepção do universo e deu origem a uma nova era tecnológica. A obra valoriza o cotidiano, sendo também destacada a preparação ao vestibular.
Apresentação do autor	O autor, tem formação voltada para a educação desde a sua formação inicial. Sendo licenciado em Física pela Universidade de São Paulo, posteriormente realizou o curso de Mestrado em Ensino de Física e o Doutorado em Educação na mesma instituição.
Estrutura do livro	A obra é de coleção completa, a impressão na sua grande totalidade é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 19,5 cm x 26 cm.

Título	Livro 3 – Física - Volume 3
Distribuição dos assuntos	A teoria é desenvolvida nos vários assuntos do livro. No início de cada capítulo é feita uma contextualização relativa à tecnologia.No corpo de desenvolvimento dos assuntos estão presentes vários quadros, que tem como objetivo auxiliar o texto.Em todos os capítulos há a presença de quadros denominados História, Aprofundamento, Dedução, Tecnologia e Nota. Através de uma análise mais minuciosa pode-se notar uma ênfase maior para os quadros História e Tecnologia. No final de cada capítulo existe espaço denominado Atividades que tem por finalidade reproduzir a experiência do principal cientista responsável pelo desenvolvimento da teoria. Ao final de cada assunto estão presentes alguns exercícios resolvidos, sendo destinado alguns exercícios para o aluno resolver no final do capítulo. Nesta obra, a exemplo do Volume Único, há a seção <i>preparação para o ingresso no Ensino Superior</i> , destinado à resolução de testes dos principais vestibulares.Nesta obra há um destaque para a Física Moderna, sendo destinado quatro capítulos para o seu desenvolvimento.Ao final do livro estão disponíveis algumas questões do ENEM e 300 exercícios de vestibular.

Título	Livro 4 – Física - Série Brasil - Volume Único
Autor	Alberto Gaspar
Editora	Ática
Apresentação do livro	A obra se apresenta de forma contextualizada é organizada com a finalidade de compreender os fenômenos do cotidiano e da tecnologia, procurando valorizar a realidade do aluno.Por ser volume Único, o conteúdo é menos detalhado. Embora ocorra limitação dos conteúdos eles mantêm um bom padrão na questão do rigor científico.Tem como meta atingir duas finalidades: a preocupação com a formação geral do aluno e também a preparação para o ingresso no Ensino Superior.
Apresentação do autor	O autor, tem formação voltada para a educação, desde o início de sua trajetória.Sendo licenciado em Física pela Universidade de São Paulo, posteriormente realizou o curso de Mestrado em Ensino de Física e o Doutorado em Educação na mesma instituição.
Estrutura do livro	A obra é de volume único, a impressão em sua boa parte é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 17,5 cm x 26 cm.

Título	Livro 4 – Física - Série Brasil - Volume Único
Distribuição dos assuntos	Antes da apresentação da teoria há uma rápida contextualização. O desenvolvimento teórico está presente em pequenos blocos, seguidos de exercícios resolvidos, sendo a resolução descrita de forma bem detalhada, como parte integrante da fixação da teoria. No final de cada bloco está presente uma seção denominada “ <i>Para você pensar</i> ”, apresentada dentro de um quadrinho vermelho, que tem por objetivo estimular e questionar o aluno. No final de cada capítulo há uma aplicação voltada para a tecnologia correspondente à teoria desenvolvida e, o capítulo é finalizado com uma série de testes que têm por objetivo a preparação para o Ensino Superior. No final do livro são apresentadas questões de anos anteriores do ENEM, sendo que no último capítulo há uma, abordagem de aproximadamente 10 páginas dos principais tópicos de Física Moderna. Chama a atenção, a forma como são apresentados os tópicos, que estabelecem uma boa relação com o cotidiano, principalmente se for levado em conta que é uma obra de volume Único em que alguns aspectos inevitavelmente tem que ser reduzidos.

Título	Livro 5 – Física-Ciência e Tecnologia - Volume Único
Autor(es)	Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo César Penteadó, Paulo Toledo Soares e Carlos Magno Torres
Editora	Moderna
Apresentação do livro	Tem por finalidade mostrar a Física de um modo mais crítico, a maneira como ela se relaciona com outras áreas científicas e o seu papel na sociedade ao longo da História. Tem por objetivo relacionar a Ciência com a Tecnologia, atendendo a realidade dos educandos mas ao mesmo tempo tendo o cuidado de prepara-lo para o vestibular. Fica claro que a primeira finalidade é o principal objetivo, relacionar as implicações e relações da Ciência, Tecnologia e a Sociedade. Durante a obra o aluno é incentivado por temas e pesquisas que permitem a discussão, com ênfase nos impactos sociais e ambientais provocados pelo desenvolvimento tecnológico. Essa ênfase tende a possibilitar ao educando conhecer os benefícios e os prejuízos que a tecnologia pode trazer à sociedade de maneira geral.
Apresentação dos autor(es)	Os autores têm larga experiência em cursinhos pré-vestibulares e colégios particulares. A formação dos autores é bem variada, vai desde a licenciatura em Física, Engenharia Metalúrgica e a Medicina.

Título	Livro 5 – Física-Ciência e Tecnologia - Volume Único
Estrutura do livro	A obra é de volume único, a impressão na sua grande parte é colorida, o papel é de boa qualidade e o formato 20,5 cm x 27,5 cm.
Distribuição dos assuntos	O desenvolvimento da teoria ao longo de cada capítulo é, de tempos em tempos, interrompida por uma série de exercícios propostos que visam sedimentar os conhecimentos adquiridos até aquele ponto. Com o objetivo de demonstrar uma aplicação mais imediata da teoria estudada, algumas séries de exercícios são precedidas por exemplos, destacados em quadro de fundo bege. Ao longo deste livro, são encontradas diferentes seções, que poderão ser trabalhadas de forma independente ou integradas ao desenvolvimento teórico. Algumas dessas seções podem ser exploradas durante as aulas como estímulo ao debate, possibilitando o despertar da curiosidade dos alunos através da Física que se apresenta no dia-a-dia.

Título	Livro 6 – Física - Volume 3
Autor(es)	Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Álvares Alvarenga
Editora	Scipione
Apresentação do livro	A obra apresenta o texto de maneira contextualizada, deixando nítido que uma das preocupações foi possibilitar tornar o curso de Física mais interessante, tentando evitar o que se considera como uma obrigação escolar, motivando assim tanto aos jovens que pretendam continuar seus estudos em uma profissão ligada às ciências exatas, como aqueles que provavelmente não mais terão contato com o estudo da Física. A obra tem por finalidade constituir um complemento indispensável à formação cultural do homem moderno, não só em virtude do grande desenvolvimento científico e tecnológico do mundo atual, como também pela Física do dia-a-dia. Ao mesmo tempo em que a obra contempla o cotidiano e a tecnologia, nota-se também aspectos que permitem a preparação para o vestibular.
Apresentação dos autores	Os autores Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares são professores do Departamento de Física da UFMG. Além desta obra são também autores da coleção Física, em dois volumes, editada pela Oxford University Press em língua espanhola, e dos volumes únicos Física e Física - de olho no mundo do trabalho, editados também pela Editora Scipione.

Título	Livro 6 – Física - Volume 3
Estrutura do livro	A obra é de coleção completa, a maior parte da impressão é em preto e branco, sendo que as figuras e os destaques são coloridos, o papel é de boa qualidade e o formato 20,5 cm x 27,5 cm.
Distribuição dos assuntos	Os textos e as variadas atividades que compõem o livro têm em mente a produção de um trabalho que se constitua num auxílio real ao estudo e aprendizagem da Física. O capítulo inicia o estudo de um determinado assunto com a leitura da seção que aborda. A tarefa é facilitada com a linguagem simples e a divisão do texto em pequenos blocos, com títulos indicativos de seu conteúdo. A seção <i>Física no cotidiano</i> apresenta aplicações das leis e conceitos físicos em problemas do dia-a-dia. Após a leitura de cada seção, são apresentados os exercícios de fixação, que podem ser resolvidos com certa facilidade de assimilar o conhecimento em estudo. Existe um tópico que foi desenvolvido como uma extensão aos conhecimentos abordados. Usando uma linguagem simples e o tratamento qualitativo da matéria, com pouco enfoque matemático, o texto apresenta ainda aspectos históricos do assunto, com uma visão mais moderna dos conceitos e leis a ele relacionados ou, ainda, suas aplicações tecnológicas interessantes e atuais. A revisão, que aparece no final de cada capítulo, tem o objetivo de dirigir o estudo, proposto para se ter uma visão global do assunto, após o estudo de cada seção separada. No final de cada capítulo estão propostas experiências simples que, em geral, requerem materiais disponíveis na própria residência do aluno. Os problemas são disponibilizados para que os estudantes testem os seus conhecimentos, e são apresentados em três níveis: problemas e testes, questões de exames vestibulares e do ENEM e problemas suplementares.

Título	Livro 7 – Física-de olho no mundo do trabalho - Volume Único
Autor(es)	Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Álvares Alvarenga
Editora	Scipione
Apresentação do livro	<p>A obra tem por característica principal estabelecer conexão entre o Universo da Física e o cotidiano das pessoas, destacando as aplicações dessa ciência no mundo do trabalho. Este livro foi preparado com os conteúdos básicos para um curso de Física no Ensino Médio. Os assuntos que compõem o capítulo são desenvolvidos e explicados de maneira objetiva e sucinta. É um livro de volume único desenvolvido para subsidiar cursos em que há escassez de tempo, mas não menor necessidade de aprender as idéias fundamentais dessa ciência. No texto foi procurado estabelecer o vínculo dos conhecimentos da disciplina com o seu uso no cotidiano de diferentes pessoas e com diferentes formações, tanto as de nível superior, nível técnico e as leigas. Procurando estabelecer condições de descobrir e entender em que situações esses conhecimentos são utilizados em suas vidas e, de maneira especial, em diversas profissões, possibilitando ao estudante a escolha de uma carreira. Assim, foram selecionados os conteúdos que o estimulem a conhecer a Física, sendo identificado como essa ciência está relacionada no mundo do trabalho. Nesse contexto, além de questões e testes dos mais importantes exames vestibulares para o Ensino Superior de todo o Brasil, são apresentados problemas presentes em processos de seleção para carreiras técnicas.</p>
Apresentação dos autores	Os autores Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares são professores do Departamento de Física da UFMG. Também são autores da coleção Física, em dois volumes, editada pela Oxford University Press, em língua espanhola, e das coleções curso de Física, em volume único, editadas pela Editora Scipione.
Estrutura do livro	O livro é volume único, a impressão em sua maior parte é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 19,5 cm x 26 cm.

Título	Livro 7 – Física-de olho no mundo do trabalho - Volume Único
Distribuição dos assuntos	<p>O objetivo da obra, como já foi mencionado anteriormente, é proporcionar a conexão entre os ramos da Física e o mundo do trabalho. É entendido que cabe à escola de Ensino Médio motivar os estudantes a compreensão da utilidade desses conhecimentos no dia-a-dia. Para a realização dessa tarefa, são oferecidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Informações sobre profissões em todos os capítulos, com a intenção de estabelecer a relação entre os conceitos da Física e seu uso em diversas profissões, de nível superior ou médio. -Exercícios resolvidos, apresentados para que os estudantes possam compreender os conceitos estudados. -Exercícios de fixação (no final de cada seção), para os alunos fixarem os conceitos estudados resolvendo problemas ainda não vistos, somando mais de 500 exercícios. -Atividades distribuídas por todo o livro, para que os alunos possam compreender vários dos conceitos discutidos, por meio de trabalhos experimentais simples com construção de materiais de baixo custo e facilmente encontrados. -História e contextos, nos quais são descritas as origens históricas ou as aplicações de diversos conceitos da Física, permitindo ao estudante notar que essa ciência está sempre em evolução. -Mais de 600 testes e questões de provas dos mais diversos exames vestibulares e concursos para carreiras de nível médio apresentados no final do livro.

Título	Livro 8 – Física para o Ensino Médio -Volume Único
Autor(es)	Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano
Editora	Scipione
Apresentação do livro	<p>A obra se apresenta de forma contextualizada é, organizada com o objetivo de compreender o cotidiano. Mesmo sendo uma obra de volume único o conteúdo é visto de forma detalhada, os aspectos qualitativos são valorizados, ocorrendo menos destaque para os aspectos quantitativos. Nota-se também destaque para questões que tem vínculo com o texto, ficando claro a preocupação em passar uma boa formação para o cidadão atual. A linguagem consegue atender ao rigor das ciências exatas quando são apresentados os conceitos. Antes dos capítulos serem trabalhados, há um destaque para os aspectos históricos envolvendo os principais temas abordados pela Física Clássica e Moderna.</p>

Título	Livro 8 – Física para o Ensino Médio -Volume Único
Apresentação dos autor(es)	Ambos são licenciados em Física pela Universidade de São Paulo.O autor Carlos Toscano também é Mestre em Educação pela faculdade de Educação da Universidade Federal de São Carlos.Atuaram em escolas públicas e particulares lecionando Ciências e Física, trabalharam em diversos projetos de Ensino de Física e cursos de formação de professores, sendo também co-autores dos livros de Física do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF).
Estrutura do livro	A obra é de volume único, a impressão na sua maior totalidade é colorida, sendo o papel de boa qualidade e o formato 19,5 cm x 26 cm.
Distribuição dos assuntos	Antes da teoria ser desenvolvida há uma contextualização.O desenvolvimento da teoria é apresentado em pequenos blocos, seguidos de aplicações do cotidiano e exercícios propostos em relação aos assuntos desenvolvidos.No final de cada capítulo há uma página destinada a aplicações tecnológicas, que tem como objetivo relacionar os principais conceitos do capítulo com aparelhos e instrumentos que encontramos no dia-a-dia.No final da obra há alguns capítulos complementares com conteúdos que não estão disponíveis no texto principal, como por exemplo a Cinemática, que está disponibilizado no início do texto dos outros livros mais tradicionais.As questões do ENEM e dos principais vestibulares estão nas últimas páginas das obras, ficando nítido que a proposta inicial está mais voltada para a compreensão dos fenômenos do mundo moderno, do que especificamente à preparação para o vestibular.

A partir da caracterização dos livros analisados, podemos concluir que boa parte deles têm mais de um autor responsável pela obra, sendo que um dos livros apresenta um grupo de autores que tem larga experiência no ramo editorial.Mais da metade das obras pesquisadas é de volume único.Quanto aos autores, boa parte deles tem considerável experiência de magistério em colégios particulares e cursinhos pré-vestibulares, o que permite inferir que a maior parte deles pode ter ainda uma visão tradicional e muito restrita de veicular os conhecimentos da Física em suas obras, tendo por objetivo principal atender a finalidade de preparação ao vestibular visando o ingresso ao Ensino Superior, principalmente por serem docentes há muito tempo.

Em relação à formação acadêmica, foi observado que poucos dos autores são pesquisadores no campo do Ensino da Física e que significativa parte dos livros foi escrita por engenheiros, bacharéis em Física e Matemática e por um autor que tem formação na área médica. Corroborando essa afirmação, verificamos que apenas dois autores têm uma formação específica na área de pesquisa em Ensino de Física, sendo um deles Mestre em Educação na área de Metodologia de Ensino e o outro Mestre em Ensino de Física e Doutor em Educação.

4.2 – Apresentação dos resultados por categoria

Os resultados da análise da presença de elementos históricos associados à apresentação da indução eletromagnética em livros didáticos foram organizados de acordo com as categorias já enunciadas. Optou-se por organizar os resultados de acordo com as categorias e por livro didático analisado.

4.2.1 – Interação

Através dessa categoria foi analisada, em cada um dos textos, como o(s) autor(es) apresentou(aram) o desenvolvimento de uma teoria, se através de um trabalho individual ou com a participação de outras pessoas, demonstrando um trabalho de comunicação e colaboração.

Livro 1 – Sampaio e Calçada - volume 3

A obra apresenta o trabalho dos cientistas como sendo de natureza individual embora haja indícios, ao longo do texto, de que os cientistas da época se comunicavam e se correspondiam, não sendo apresentado entretanto nenhuma comprovação da existência de um trabalho cooperativo, conforme se pode depreender do texto à página 438:

Em 1820 foi divulgado o experimento de Oersted, que mostrou que uma corrente elétrica cria um campo magnético. Imediatamente os físicos pensaram no fenômeno inverso: seria possível que um campo magnético criasse correntes elétricas?

Ao longo do processo de desenvolvimento da teoria mostrado no livro, são comentadas as contribuições e realizações dos principais cientistas, havendo, entretanto apenas algumas passagens que mostram que eles trabalharam em um determinado fenômeno ao mesmo tempo, não sendo evidenciado que eles trabalhavam juntos, pois de acordo com o texto (p.438), muitos cientistas tinham suas atividades em continentes diferentes:

Assim, Henry aproveitava as férias de verão para realizar seus experimentos, e foi numa dessas ocasiões, em agosto de 1830, que ele percebeu de que maneira um campo magnético pode produzir corrente elétrica. Porém, como o período de férias logo chegou ao fim, ele não completou seus estudos sobre o fenômeno, muito menos publicou um texto relatando sua descoberta. O cientista voltou então para casa, planejando terminar a pesquisa em agosto do ano seguinte. Porém, antes que ele conseguisse isso, de outro lado do Atlântico, em meados de 1831, o inglês Michael Faraday também detectou esse fenômeno.

O que comprova que, em alguns casos, eles no máximo se correspondiam, dificuldade essa que pode ser atribuída à precariedade dos meios de comunicação da época.

Livro 2 – Sampaio e Calçada - volume único

Ao longo do desenvolvimento dos conceitos, são mostradas as realizações e contribuições dos principais dos cientistas, tornando-se evidente o processo de construção da ciência através de um trabalho individual. Em apenas um momento é mencionado o indício de participação de vários cientistas contemporâneos em torno do desenvolvimento de uma idéia, conforme apresentado na página 372:

Em 1820 Oersted mostrou que uma corrente elétrica produz campo magnético. Logo a seguir, os físicos se perguntaram se seria possível o fenômeno inverso, isto é, que um campo magnético criasse correntes elétricas.

A obra se constitui de pequenas e tímidas notas informativas com a finalidade de contribuir e auxiliar apenas o processo de desenvolvimento do conceito visto, comprovando que nessa versão compacta alguns elementos como a comunicação e a sociabilidade são reduzidos ou praticamente suprimidos.

Livro 3 – Alberto Gaspar - volume 3

Para esse autor, nesse livro, em algumas situações fica caracterizado que alguns físicos trabalhavam em conjunto. Essa afirmação pode ser vista no quadro chamado *História* da página 241:

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) foi um grande físico experimental alemão. Deu contribuições fundamentais ao eletromagnetismo, como a invenção do eletrodinamômetro (aparelho que mede a força de interação entre dois fios percorridos por corrente elétrica). Criou juntamente com Gauss, o primeiro telégrafo operacional do mundo e o primeiro sistema de unidades eletromagnéticas.

A importância da interação entre as pessoas que se preocupavam com a ciência, pode também ser percebida na página 240:

A rapidez com que as conquistas científicas num país se transformavam em aplicações práticas em outro mostra a percepção que existia na época da importância do eletromagnetismo, particularmente depois da descoberta da indução eletromagnética.

Depreende-se do texto que durante esse processo de elaboração da ciência, alguns cientistas puderam complementar seus estudos a partir de informações de outros, contemporâneos. Esse conhecimento e utilização do trabalho de outras pessoas pode ser visto na seção *História* da página 246:

A partir de algumas informações sobre os experimentos de Faraday, Lenz reproduziu-os e complementou-os com a lei que leva o seu nome, publicada em 1834.

Nesta obra foram detectadas as características dessa categoria interação tanto na seção chamada *História*, quanto no corpo principal do texto, sendo observado que a interação e a comunicação foram um importante fator para o processo de desenvolvimento científico, sendo evidente que muitos cientistas pensaram em uma teoria de forma simultânea.

Livro 4 – Alberto Gaspar - volume único

Ao longo do texto que compõe todo o capítulo, é passada a idéia que o trabalho do cientista acontece de forma individual, embora ocorra alguma evidência de que tenha acontecido algum tipo de comunicação entre os cientistas da época, apesar de não haver nenhuma comprovação da existência de um trabalho em colaboração, conforme a página 511:

Desde que Oersted descobriu em 1820 que uma corrente elétrica gera um campo magnético, a simetria das relações entre o magnetismo e a eletricidade levou os físicos a acreditar na proposição inversa: se a corrente elétrica em um condutor gera um campo magnético, este deve gerar uma corrente elétrica. A questão era saber como isso poderia ser feito, o que acabou sendo descoberto por Faraday em 1831.

Conclui-se, pela análise dessa obra, que a comunicação entre os cientistas não é evidenciada, fato esse que pode ser justificado pela precariedade dos meios de comunicação da época. Entretanto, pode-se perceber, nesta categoria, haver diferença na forma do autor abordar a questão no livro de coleção completa.

Livro 5 - Nicolau, Penteado, Toledo e Torres – volume único

Nesta obra, os conteúdos são apresentados de forma mais reduzida e objetiva, com desenvolvimento sucinto dos assuntos. Devido a essas características, mencionadas na própria obra, não foi detectado nenhuma passagem do texto que evidencie a interação e a comunicação entre os cientistas. O texto sugere apenas o processo de desenvolvimento teórico ocorrendo através de uma contribuição individual, conforme pode ser visto na página 502:

Vimos nos itens anteriores que uma espira gira em torno de um eixo, quando percorrida por corrente elétrica e imersa num campo magnético. Será que o fenômeno inverso ocorre, isto é, ao girarmos a espira imersa num campo magnético surge nela uma corrente elétrica? A resposta é afirmativa e o fenômeno em questão, estudado pelo físico inglês Michael Faraday (1791- 1867), é denominado indução eletromagnética. A corrente que surge na espira é chamada corrente induzida.

A exemplo de outras passagens, o texto apresenta que a explicação e o desenvolvimento teórico dos assuntos ocorre apenas por uma pessoa, não havendo destaque para o trabalho coletivo.

Livro 6 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume 3

A obra apresenta, em diversos pontos do livro, que a descoberta do fenômeno da indução eletromagnética e do desenvolvimento das teorias foi realizada pelo trabalho individual, conforme apresentado na página 271:

Em 1831, Faraday descobriu o fenômeno da indução eletromagnética, que provocou uma verdadeira revolução no estudo do Eletromagnetismo.

Ressalta-se, entretanto, que o trabalho de desenvolvimento em conjunto com a participação de pelo menos duas pessoas se manifesta em dois pontos. Uma se caracteriza em um quadro que contém uma *nota histórica* informando algumas datas relativas às realizações e feitos de Weber, apresentada em informação que se encontra anexa à figura deste cientista, na página 274:

Físico alemão que, juntamente com o físico Gauss, estudou o magnetismo terrestre. Em 1833 desenvolveu o telégrafo eletromagnético. A unidade de fluxo magnético recebeu o seu nome em virtude dos inúmeros trabalhos que desenvolveu no campo na ciência do magnetismo.

A outra passagem que mostra indícios da comunicação e interação entre o trabalho de dois cientistas encontra-se no corpo principal do texto da página 281:

Embora Faraday tivesse percebido esse fenômeno, ele não conseguiu chegar a uma lei que nos indicasse como determinar o sentido da corrente induzida. Entretanto, em 1834, alguns anos após a divulgação dos trabalhos de Faraday, o cientista russo H. Lenz apresentou uma “regra”, hoje conhecida como lei de Lenz, que nos permite resolver este problema.

De uma maneira geral, entretanto, no texto analisado, pelo menos no tocante ao conceito da indução eletromagnética, fica caracterizado que há uma prioridade em mostrar as contribuições individuais em detrimento das coletivas.

Livro 7 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume único

Nesta obra, não fica caracterizado o desenvolvimento de uma teoria ou a elaboração de um conceito pelo trabalho conjunto, em equipe. Só há no máximo uma indicação presente de que alguns dos cientistas tenham se comunicado em algum momento no desenvolvimento do trabalho. Esse indício de um trabalho em grupo pode ser visto na página 247:

A experiência de Oersted, como vimos na seção 10.2, mostrou que uma corrente elétrica cria um campo magnético no espaço em torno dela. Os cientistas da época passaram, então, a pesquisar a possibilidade de ocorrência do efeito inverso: obterem-se correntes elétricas a partir de ações exercidas por campos magnéticos.

Em praticamente todo o texto, nas explicações e no desenvolvimento dos conceitos que integram a investigação desse capítulo, não há evidências de que os autores priorizem a apresentação dessa produção como trabalho coletivo, pois prioritariamente são apresentadas intervenções e contribuições individuais, conforme o trecho da página 247:

Por volta de 1830, o grande físico experimental inglês M. Faraday (figura 10-47) conseguiu verificar que isso era possível e em que condições o fenômeno era observado.

Livro 8 – Aurélio e Toscano – volume único

Em nenhum momento, nessa obra, é apresentado o desenvolvimento de uma teoria com o resultado de participação de diversas pessoas, que caracterize um trabalho em colaboração. Há no máximo indicações de que eles tenham se comunicado em algum momento ao desenvolver seus trabalhos. De acordo com a página 372 essa afirmação pode ser comprovada:

A relação entre o sentido da corrente elétrica induzida em um circuito fechado e o campo magnético variável que a induziu foi estabelecida pelo físico russo Heinrich Emil Lenz, que viveu entre 1804 e 1865. Lenz foi contemporâneo de Faraday e de Joseph Henry, físico americano (1797-1878). Todos eles estudaram o fenômeno da indução eletromagnética praticamente ao mesmo tempo.

A interação e a comunicação entre os principais cientistas que desenvolveram o conceito da indução eletromagnética, entretanto não foram mostradas de forma explícita, podendo-se perceber que em praticamente todo o texto procurou-se evidenciar a explicação e o desenvolvimento do conceito através de contribuições individuais.

4.2.2 – Atores

Foi analisado como são apresentados os atores da construção do conhecimento, se apenas os mais ou também os menos consagrados, assim como também a concepção do(s) autor(es) sobre o perfil social a que pertenciam os cientistas e de outras pessoas que ajudaram, colaboraram e fizeram parte do desenvolvimento da ciência.

Livro 1- Sampaio e Calçada – volume 3

Na presente obra fica caracterizada a presença humana, quando, durante o transcorrer do texto, são citados vários cientistas, ficando evidente a explicitação dos nomes dos cientistas que estão mais relacionados com as explicações e o desenvolvimento da temática indução eletromagnética. Essa situação pode ser mostrada na página 447:

Definida a condição para que exista a corrente induzida, falta ainda explicar como obter o sentido dessa corrente. Quem elaborou a explicação mais simples para isso foi o físico Heinrich Friedrich Lenz (1804-1864), nascido na Estônia. Segundo ele: O sentido da corrente elétrica é tal que o campo magnético por ela produzido se opõe à mudança do fluxo que a originou.

A construção humana também fica nítida, na página 445, quando os nomes dos principais cientistas estão presentes e associados aos experimentos considerados essenciais para a conclusão dos principais conceitos:

Após realizar vários experimentos, Faraday chegou a esta conclusão: Quando o número das linhas de campo que atravessam um circuito varia, nesse circuito aparece uma corrente elétrica denominada corrente induzida.

No capítulo analisado é mostrado em destaque uma página em amarelo, chamada *Física no devido tempo* que mostra a biografia do principal cientista responsável pelo desenvolvimento do conceito da indução eletromagnética. No início do texto é comentada a formação humilde do cientista, sendo posteriormente descrita sua trajetória até se tornar o maior físico experimental do século XIX.

Na última página do capítulo estão em destaque aplicações voltadas para o uso da tecnologia, nas quais são explicitados os nomes de alguns cientistas mais famosos, assim como também os menos conhecidos.

Livro 2 – Sampaio e Calçada – volume único

Por englobar os assuntos de todas as séries, a obra trata o desenvolvimento dos mesmos de maneira objetiva e sucinta, ficando por esse motivo explicada a pouca ênfase nos cientistas que fizeram parte desse desenvolvimento. As referências aos nomes dos cientistas ocorrem mais como um auxílio para a explicação dos principais assuntos que compõem o desenvolvimento do capítulo do que para o entendimento da elaboração das suas idéias, como pode ser explicitado pelo texto da página 378:

No item anterior vimos que, nos casos em que o circuito se move, a força eletromotriz induzida pode ser explicada como consequência da força magnética $F = q.v.B.\sin \theta$. Assim, nessas condições, embora possamos usar a Lei de Faraday ela não é necessária para explicar o fenômeno.

Não foi registrada, nesse capítulo, nenhuma biografia de cientista famoso, assim como também não foi citada nenhuma vez a participação de cientistas menos conhecidos, assim como não foi possível detectar qualquer informação que permitisse identificar o perfil social a que pertenciam os cientistas. Nessa obra como já comentado anteriormente, muitas informações sobre a realização do trabalho dos cientistas foram reduzidas em função dos conteúdos serem mais suprimidos.

Livro 3 – Alberto Gaspar – volume 3

Por fazer parte de uma coleção completa, fica mais clara a preocupação em mostrar de forma mais detalhada a presença dos atores na construção do conhecimento científico. Em vários pontos do texto isso fica bem claro, quando são citados nomes de cientistas, técnicos, engenheiros e empresários que se envolveram no processo de desenvolvimento da ciência, com diferentes objetivos e interesses. Isso é apresentado num quadro fora do texto principal, que mostra que, enquanto os cientistas se preocupavam em dominar o conhecimento teórico, os inventores se preocupavam com as aplicações tecnológicas, o que fica visível na seção *História* denominada *A era da eletricidade*, página 257:

Cientistas como Faraday e Ampère, que dominavam o conhecimento teórico, não se interessavam pelas suas aplicações tecnológicas. Estavam preocupados com a ciência pura, com a compreensão das leis da natureza que descreviam aqueles fenômenos. As aplicações práticas ficaram a cargo de inventores e engenheiros, mais interessados em enriquecer com a eletricidade do que em entendê-la, o que, aliás, já havia acontecido com a termodinâmica.

No corpo principal do texto os nomes dos principais cientistas estão vinculados à explicação e ao desenvolvimento dos principais assuntos que compõem o conceito da indução eletromagnética, o que pode ser visto na página 247:

A lei de Lenz é uma consequência do Princípio da Conservação da Energia.

Entre as biografias apresentadas também estão presentes as dos cientistas didaticamente menos conhecidos, sendo evidenciada a trajetória que contempla aspectos pessoais, profissionais e as principais realizações que marcaram esses nomes na História da Ciência. Essas realizações geralmente são vinculadas aos aspectos externos à ciência, como a fatores sociais, econômicos e políticos.

Quanto ao perfil social dos cientistas envolvidos no desenvolvimento da temática analisada, só foi possível localizar um ponto que permite essa identificação, envolvendo um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento do conceito da indução eletromagnética, encontrada na página 244:

Henry na verdade, descobriu a primeiro, mas como era professor de matemática e filosofia numa escola de Albany, estado de Nova Iorque, que exigia dedicação integral dos seus professores as aulas, não pôde aprofundar suas pesquisas nem publicar seus resultados a tempo.

Esse trecho da página citada, no nosso entendimento, mostra que os homens da ciência tinham que se preocupar em primeiro lugar com a sobrevivência e detrimento da dedicação a pesquisa.

Livro 4 – Alberto Gaspar – volume único

Por ser um livro que trata dos assuntos de todas as séries, também, quando cita algum nome, o faz mais para auxiliar uma explicação do que para possibilitar o entendimento da elaboração das suas idéias, como pode ser visto na página 511:

Como acreditava que a corrente elétrica fosse um fluído, Faraday supôs que o campo magnético deveria ter algum tipo de movimento ou variação que provocasse o movimento daquele fluído.

Também não é apresentada nenhuma biografia de cientista famoso, nem é feita referência a cientistas menos conhecidos, não tendo sido percebidos elementos que permitisse detectar mais informações a respeito dos cientistas. Como já foi comentado anteriormente, muitas informações sobre a biografia e a realização do trabalho dos cientistas foram reduzidas em função dos conteúdos se apresentarem de maneira mais objetiva e sucinta.

Livro 5 – Nicolau, Penteado, Toledo e Torres – volume único

Como já foi comentado anteriormente na categoria interação, a obra tem por característica desenvolver os assuntos de maneira objetiva, implicando na pouca ênfase aos cientistas que contribuíram para o desenvolvimento científico. A presença humana é mostrada mais no sentido de auxiliar o desenvolvimento do assunto em questão do que para expor o pensamento do cientista, situação que é nítida na afirmação da página 504:

O físico russo Heinrich Lenz (1804-1865) estabeleceu a lei, conhecida como a lei de Lenz, que permite determinar o sentido da corrente induzida:

O sentido da corrente induzida é tal que, por seus efeitos, opõe-se à causa que lhe deu origem.

Nesse capítulo não é apresentada nenhuma biografia, quer seja dos cientistas renomados ou menos consagrados. Nessa investigação não foi possível perceber informações sobre a trajetória e o perfil social dos cientistas, também não foram explicitados muitos aspectos inerentes à natureza humana, indicando que talvez essa seja uma concepção característica da obra, em apresentar os pontos favoráveis e controversos da ciência e tecnologia.

Livro 6 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume 3

Nessa obra fica caracterizada a presença humana no processo de desenvolvimento científico pela citação de diversos cientistas ao longo do texto. A impressão que fica, ao estudarmos o texto, é que os autores entendem que os cientistas estão relacionados com as explicações e demonstrações dos assuntos que compõem o presente capítulo. Essa forma de expor a presença humana pode ser exemplificada pelo texto da página 274:

Para que possamos entender a lei descoberta por Faraday, sobre a f.e.m. induzida, temos necessidade de conhecer um conceito muito importante, que vamos analisar a seguir: o conceito de fluxo magnético.

Nesse capítulo estão presentes duas notas *históricas* de dois dos principais cientistas responsáveis pelo desenvolvimento da indução eletromagnética, apresentada de forma desvinculada do texto principal, não sendo apresentadas, entretanto, nenhuma informação a respeito da contribuição de cientistas menos conhecidos, mas que foram de fundamental importância para a construção do desenvolvimento científico.

Também não foi percebida nenhuma informação a respeito do perfil social e a trajetória dos cientistas e físicos que contribuíram para o desenvolvimento do conceito da indução eletromagnética. Apesar de ser uma obra de coleção completa, pode-se observar que a presença humana foi contemplada de forma tímida, voltada

exclusivamente como um auxílio a apresentação e explicação dos assuntos que integram o referente capítulo.

Livro 7 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume único

É notada a presença humana quando são mencionados alguns cientistas que deram sua contribuição para o conceito da indução eletromagnética. Entretanto, essa citação está mais voltada para a identificação da descoberta e a apresentação dos assuntos mais relevantes dentro desse capítulo investigado. Essa forma de mostrar a contribuição humana está presente na página 248:

Para melhor entender a lei de Faraday da indução eletromagnética, estudaremos inicialmente, de maneira simplificada, um conceito muito importante, denominado “fluxo magnético”.

Logo no início do capítulo há a presença de uma pequena biografia do principal físico, responsável pelo desenvolvimento do conceito da indução eletromagnética. Nessa nota *histórica* fica explicitado que o respectivo cientista teve uma trajetória e uma formação das mais humildes. No transcorrer do texto, entretanto, não foi apresentada nenhuma informação a respeito da contribuição dos cientistas menos conhecidos.

A obra apresenta os assuntos de uma maneira geral pouco contextualizados, isso em parte pode ser explicado pelo fato de ser obra de volume único proposta também para atender cursos com pouca carga horária.

O texto contempla a presença humana de maneira muito tímida, sendo que as características pessoais e profissionais dos cientistas, quando aparecem, estão presentes em notas históricas um pouco mais elaboradas.

Livro 8 – Aurélio e Toscano – volume único

Nesta obra fica caracterizada a presença humana na construção do conhecimento quando são citados alguns cientistas que contribuíram para o desenvolvimento do conceito da indução eletromagnética. Nessa investigação fica explicitado que esses cientistas, quando são citados, estão relacionados com a

explicação e os principais assuntos que compõem o referente capítulo, como pode ser visto na página 373:

Em relação ao fenômeno da indução eletromagnética, podemos afirmar que uma corrente elétrica será induzida em um circuito fechado quando ela estiver sujeito a um campo magnético que varia com o tempo. Essa afirmação é conhecida como lei de Faraday.

Não está presente nenhuma biografia de cientista ou de físico famoso, que mostre a sua trajetória e as suas contribuições no desenvolvimento da ciência. Na seção da aplicação tecnológica, entretanto, são citadas as contribuições de cientistas menos conhecidos, mas que contribuíram para o desenvolvimento científico e que marcaram o seu nome na História da Ciência.

Nesta investigação pode-se constatar que apesar da obra ser contextualizada, voltada para o cotidiano, aspectos pessoais e profissionais dos cientistas não foram muito contemplados, não sendo apresentada nenhuma informação sobre o perfil social dos cientistas citados.

4.2.3 – Métodos

Nesta categoria analisou-se como os autores descrevem o método de desenvolvimento da teoria, podendo ele ser considerado como o registro de atividades que constituem o trabalho do cientista e de outras pessoas que estiveram presentes ao processo de desenvolvimento científico e ser classificado como experimental, matemático ou de observação.

Método experimental – Evidencia os aspectos técnicos e o detalhamento das experiências realizadas.

Método matemático – Evidencia o aspecto teórico e a importância do aspecto quantitativo no processo de desenvolvimento da ciência.

Método da observação – Evidencia o papel da observação e da reflexão no processo de construção da ciência.

Livro 1- Sampaio e Calçada – volume 3

Em grande parte do texto desse capítulo há destaque para o método experimental, que pode ser destacado como aquele que foi responsável por auxiliar e manifestar o desenvolvimento dos conceitos estudados, ênfase que pode ser vista na página 438:

Em 1820, foi divulgado o experimento de Oersted, que mostrou que uma corrente elétrica cria um campo magnético. Imediatamente os físicos pensaram no fenômeno inverso: seria possível que um campo magnético criasse corrente elétricas? Passaram então a realizar experimentos na tentativa de atingir esse efeito, mas inicialmente não obtiveram sucesso.

O método matemático fica em segundo plano, e quando se manifesta não aparece a construção matemática correspondente, sendo evidenciado apenas a equação que representa o aspecto quantitativo da teoria apresentada, como pode ser verificado na página 445:

Para que essa corrente exista, deve haver forças atuando sobre as cargas elétricas. Mais adiante analisaremos a origem dessas forças. Por enquanto, vamos proceder como Faraday, simplesmente admitindo que essas forças existem e assim realizam um trabalho ao impulsionarem as cargas. O trabalho realizado por unidade de carga chama-se força eletromotriz induzida (ξ):

$$\text{força eletromotriz induzida} = \xi = \text{trabalho} / \text{carga}$$

Observe que essa definição é idêntica à definição dada no capítulo 3, para a força eletromotriz de um gerador. Portanto, a força eletromotriz induzida também é medida em volts. Sendo R a resistência do circuito e i a intensidade da corrente induzida, devemos ter

$$\xi = R \cdot i$$

Durante a análise do referente capítulo, foi percebida apenas uma referência ao método da observação como fazendo parte do processo de construção do trabalho dos cientistas, ao qual pode ser encontrada na página 439:

No entanto, repetindo o experimento varias vezes, ele acabou percebendo um fato que outros pesquisadores também devem ter notado, porém sem dar a devida importância: nos momentos em que a chave era ligada ou desligada, ocorria um pequeno movimento do ponteiro do galvanômetro.

De acordo com esse parágrafo pode-se então perceber que a observação assim como a reflexão fizeram parte dessa construção teórica.

Livro 2 – Sampaio e Calçada – volume único

Percebeu-se, nesta obra, um certo equilíbrio entre os métodos experimental e matemático, ocorrendo uma pequena vantagem para a ênfase no método matemático. Apesar disso, não é mostrada com detalhes a construção matemática, havendo apenas a presença da equação em destaque, que representa o aspecto quantitativo da explicação do conceito apresentado, o que pode ser verificado na página 375:

Suponhamos que Φ_1 e Φ_2 sejam fluxos magnéticos através de uma espira, nos instantes t_1 e t_2 , Faraday mostrou que :

$$E = - \Delta\Phi / \Delta t$$

onde $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ e $\Delta t = t_2 - t_1$

O sinal negativo serve apenas para indicar que a força eletromotriz induzida se opõe à variação de fluxo, de acordo com a Lei de Lenz.

A ênfase ao método experimental ocorre com menos frequência quando comparada à obra de coleção completa. Quando ocorre menção ao método experimental, esta se manifesta como instrumento de apoio à conclusão obtida pelo cientista, conforme podemos perceber na página 377:

Na realidade, nesse caso podemos explicar o surgimento e o sentido da corrente induzida sem recorrer às leis de Faraday e Lenz. Como sabemos, o sentido convencional da corrente elétrica é o sentido em que se moveriam as cargas positivas. Imaginemos então uma carga positiva q dentro do condutor $q > 0$ movendo-se com velocidade v sob a ação de um campo magnético B .

Nesta obra, não foi feita nenhuma referência a observação constando como parte integrante do trabalho dos cientistas.

Livro 3 – Alberto Gaspar – volume 3

Há um certo equilíbrio na apresentação dos métodos experimental e matemático como os responsáveis por mostrar a explicação e o desenvolvimento dos conceitos. Em relação ao método experimental essa ênfase pode ser vista na página 259:

“O transformador surgiu com a descoberta da indução eletromagnética. A primeira verificação experimental desse fenômeno por Faraday, descrita neste capítulo, foi um transformador. O nome transformador se deve a propriedade de “transformar” o valor de determinada força eletromotriz alternada em outro.”

O método matemático está em destaque na obra através da apresentação, na maioria das vezes, da equação, ou seja do produto final que relaciona as grandezas envolvidas no respectivo assunto. Isso pode ser visto na página 249:

Nessas condições, os portadores de carga desse condutor - em geral, elétrons livres - ficam sujeitos à ação de uma força magnética de módulo $F = q.v.B$ que atua na direção do condutor. Essa força tende a realizar um trabalho sobre esses portadores de carga, o que resulta no aparecimento de uma força eletromotriz induzida (ϵ) nas extremidades do condutor, cujo valor é:

$$\epsilon = v.l.B$$

onde B é o módulo do vetor magnético, l é o comprimento do condutor e v o módulo da velocidade do condutor.

O método matemático também está presente nas seções *aprofundamento* e *dedução*. Na seção *aprofundamento*, a finalidade é aprofundar e complementar a teoria vista no corpo principal, nela estando presente a matemática, conforme se pode verificar na página 242:

Por convenção, em superfícies fechadas o segmento normal \mathbf{N} é sempre orientado para fora; na entrada ($\theta > 90^\circ$) o sinal do fluxo é oposto ao da saída ($\theta < 90^\circ$). E como as linhas de campo magnético são sempre fechadas (não tem origem nem fim), o fluxo de entrada é sempre igual ao de saída, portanto o fluxo total do campo magnético é nulo, resultado conhecido como Lei de Gauss para o magnetismo, lei essa que pode ser expressa na forma:

$$\Phi_B(\text{superfície fechada}) = 0$$

Na seção *dedução*, por sua vez, é mostrada, de forma detalhada, toda a elaboração da construção matemática até se chegar à equação que relaciona as principais grandezas envolvidas, o que pode ser visto na página 251. A importância da matemática do trabalho do cientista fica evidenciada no texto da página 264:

Mas Faraday não foi além das especulações dessa conferência. Sua formação de autodidata provavelmente não lhe tenha dado o embasamento matemático suficiente para desenvolver essas idéias.

Da mesma forma que na versão em volume único, a observação não foi mencionada como uma reflexão no trabalho dos cientistas.

Livro 4 – Alberto Gaspar – volume único

Há um grande destaque para o método experimental, sendo apresentado como o grande responsável por mostrar o desenvolvimento dos conceitos. Esse grande destaque ao método experimental pode ser visto na página 508:

Embora atribuir autoria a qualquer conquista científica ou tecnológica ou datá-la seja sempre arriscado, pode-se dizer que aquela obra começou em 1831, quando o físico inglês Michael Faraday publicou o relato de uma série de experimentos mostrando que a variação de um campo magnético pode gerar corrente elétrica em circuitos de fios enrolados imersos nesse campo, fenômeno que se tornou conhecido como indução eletromagnética.

O método matemático aparece com menos destaque no texto, e quando se manifesta não explicita o processo de elaboração da construção matemática, sendo apenas mostrada a equação que representa o produto final da teoria, conforme apresentado na página 512:

Matematicamente, de forma simplificada, a lei de Faraday pode ser expressa assim:

$$\epsilon = -\Delta\Phi_B/\Delta t$$

Se, em vez de uma espira, houver N espiras idênticas compondo uma bobina plana, o fluxo total será $N\Delta\Phi_B$, e a Lei de Faraday é expressa na forma:

$$\epsilon = - N. \Delta\Phi_B/\Delta t$$

O cálculo da razão $\Delta\Phi/\Delta t$ só pode ser feito de maneira direta com recursos elementares de cálculo quando o fluxo varia uniformemente no intervalo de tempo correspondente; caso contrário, pode-se calcular a variação média do fluxo nesse intervalo.

Em nenhum momento foi mencionada que a observação fizesse parte do trabalho dos cientistas.

Livro 5 – Nicolau, Penteado, Toledo e Torres – volume único

Nesta obra percebeu-se um equilíbrio entre os métodos experimental e matemático assim como é feita menção à observação. Tanto o método experimental quanto a observação podem ser percebidos na página 507:

Experimentalmente, Faraday observou que, quanto mais rápida é a variação do fluxo magnético, maior é a força eletromotriz induzida. Estabeleceu, então, que a força eletromotriz induzida média (ϵ_m) é proporcional à rapidez com que o fluxo varia.

Quanto ao método matemático ele é apresentado como uma seqüência do que foi realizado na experiência, como se pode depreender deste trecho na página 507:

Nessas condições, sendo $|\epsilon_m|$ o valor absoluto da força eletromotriz induzida média e $\Delta\Phi$ a variação do fluxo magnético num certo intervalo de tempo Δt , a lei de Faraday estabelece que:

$$|\epsilon_m| = |\Delta\Phi| / \Delta t$$

De uma maneira geral não é mostrado o processo detalhado que permitiu se chegar às equações que representam as grandezas envolvidas na explicação dos assuntos. A única construção matemática a respeito do assunto investigado, presente na obra, encontra-se na página 509:

Sendo ω a velocidade angular de rotação da espira, podemos escrever:

$$\omega = \Delta\alpha/\Delta t = \alpha - \alpha_0/t-t_0.$$

Fazendo $t_0 = 0$ e $\alpha_0 = 0$, isto é, no instante inicial as linhas de indução são perpendiculares à superfície da espira, vem $\omega = \alpha/t \rightarrow \alpha = \omega.t$.

Assim, temos para o fluxo magnético: $\Phi = B.A \cdot \cos(\omega.t)$.

Livro 6 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume 3

Nesta obra foi possível perceber uma maior ênfase para o método experimental, sendo pouco destacado o método matemático no processo de construção de desenvolvimento teórico, já que o livro texto privilegia os aspectos qualitativos em detrimento dos quantitativos. Essa situação pode ser explicitada na página 272:

O grande cientista inglês M. Faraday, realizando um número muito grande de experiências no século XIX, verificou que existem várias outras situações nas quais se observa o aparecimento de uma f.e.m induzida em um circuito.

O método matemático é apresentado de forma apenas a relacionar as principais grandezas descritas na explicação dos assuntos, conforme pode se verificar no texto na página 276:

Portanto, a f.e.m. induzida apareceu em todos os casos nos quais estava havendo uma variação do fluxo magnético. Além disso, Faraday observou que o valor da f.e.m. induzida era tanto maior quanto mais rapidamente se processasse a variação do fluxo através do circuito. Mais, precisamente, ele verificou que, se durante um intervalo de tempo Δt o fluxo magnético através de um circuito variar de $\Delta\Phi$, haverá, neste circuito, uma f.e.m. induzida por:

$$\varepsilon = \Delta\Phi/\Delta t$$

A observação é contemplada na maior parte dos trechos em que são descritas as experiências. Ela está presente como reflexão no processo de construção da ciência, conforme se percebe à página 275:

Como dissemos na seção anterior, Faraday conseguiu perceber que havia um fato comum em todas as situações nas quais aparecia uma f.e.m. induzida. Analisando o grande número de experiências que ele mesmo realizou, Faraday verificou que sempre que uma f.e.m. induzida aparecia em um circuito, estava ocorrendo uma variação do fluxo magnético através deste circuito.

A explicitação da observação como um elemento presente na construção do conhecimento científico e da relação entre ela, as experiências e a matemática envolvida no trabalho dos cientistas, fica evidenciada pelo recorrente uso das

palavras *observou*, *conseguiu*, *verificou* e *percebido*, que evidenciam a observação, a análise e a reflexão como integrantes a esse processo.

Livro 7 – Antônio Máximo e Beatriz Álvares – volume único

O método experimental se destaca nessa obra, havendo praticamente nenhum destaque para o método matemático. Essa ênfase ao método experimental pode ser identificada na página 248:

Analisando um número muito grande de experiências por ele realizadas (semelhantes à da figura 10-48), Faraday percebeu que o aparecimento da corrente induzida em um circuito esta sempre relacionado com a variação do fluxo magnético através desse circuito.

No capítulo analisado, a única vez que é feita referência ao método matemático acontece através de uma citação, na qual se relaciona o número de espiras e a tensão do transformador, conforme pode se identificar na página 251:

$$V_2/V_1 = N_2/N_1$$

A observação, apresentada como integrada ao processo de desenvolvimento das experiências é bem contemplada nesta obra, como pode ser verificado na página 248:

Faraday percebeu que o aparecimento da corrente induzida em um circuito está sempre relacionado com a variação do fluxo magnético através desse circuito. Suas conclusões foram, então, sintetizadas por ele na seguinte lei, que se tornou um dos princípios fundamentais do eletromagnetismo:

Lei de Faraday da indução eletromagnética

Em diversos outros pontos são utilizadas as palavras *analisando*, *analisar*, *observe* e *observar* que evidenciam a importância da análise e reflexão no transcorrer do desenvolvimento e explicação das experiências.

Livro 8 – Aurélio e Toscano – volume único

O método experimental se destaca nessa obra, sendo dado pouco destaque para o método matemático. Essa afirmação pode ser comprovada na página 369:

Procurando compreender o que estava observando em seus experimentos, Faraday representou o campo magnético por meio de desenhos: as linhas de campo. Desse modo, ele pôde perceber que a aproximação do ímã permanente de um solenóide provocava um aumento da quantidade de linhas de campo em seu interior.

Como a obra contempla os aspectos qualitativos, a matemática fica em segundo plano. Entretanto, quando se manifesta, é possível perceber que não é evidenciada a elaboração da construção matemática, como parte integrante do trabalho do cientista, sendo apenas mostrada a equação que tem a função principal de relacionar e quantificar os principais conceitos envolvidos, conforme pode ser visto na página 374:

Para o cálculo da corrente induzida, utiliza-se uma grandeza física, denominada fluxo de campo magnético (Φ). O fluxo magnético corresponde ao produto entre a intensidade do campo (B), a área da superfície interna da espira (A) e o seno do ângulo (θ) entre o campo e essa superfície.

$$\Phi = B.A.\text{sen } \theta$$

Pode-se constatar, nessa obra, que a observação está bastante presente, mais do que nas outras analisadas. Conclui-se que os autores se preocuparam em dar uma grande ênfase à observação no processo de construção da ciência, ênfase essa que pode ser vista na página 368:

De acordo com as observações de Faraday, uma corrente elétrica é estabelecida em um circuito fechado quando um ímã permanente ou um outro circuito, com corrente elétrica, está em movimento em relação a ele - ou seja, sempre que a fonte do campo magnético se move em relação ao circuito fechado.

A observação nesta obra é apresentada principalmente relacionada aos detalhes e ao desenvolvimento dos experimentos, assim como também à explicação e ao desenvolvimento dos principais assuntos.

4.2.4 - Construção da Ciência

Analisou-se no processo de descrição da construção da ciência foram evidenciados tanto os acertos quanto os erros e, se nesse processo, a construção do desenvolvimento científico pode ser caracterizada pela cumulatividade ou pelos antagonismos e controvérsias que marcaram as disputas de grupos e comunidades científicas, assim como pela aceitação ou rejeição de determinadas hipóteses e teorias.

Livro 1 – Sampaio e Calçada – volume 3

O texto ressalta muito mais os acertos do que os erros no processo de construção da ciência, apesar de que, na página 438 é explicitada a existência do erro nos experimentos:

Passaram então a realizar experimentos na tentativa de atingir esse efeito, mas inicialmente não obtiveram sucesso.

A persistência em obter o resultado esperado é também registrada, como é mencionado na página 439:

No entanto, repetindo o experimento várias vezes, ele acabou percebendo um fato que os outros pesquisadores também devem ter notado, porém sem dar a ele a devida importância: nos momentos em que a chave (C) era ligada ou desligada (fig. 5), ocorria um pequeno movimento do ponteiro do galvanômetro. E era possível ainda observar outro detalhe curioso: quando a chave era ligada, o ponteiro se deslocava em um sentido (fig.5a), ao passo que, quando a chave era desligada, o deslocamento do ponteiro se dava no sentido oposto (fig.5b).

O texto apresenta a construção do desenvolvimento científico como sendo linear e cumulativo, não sendo mostrado os antagonismos e contradições que marcaram as disputas que envolveram as comunidades científicas.

Livro 2 – Sampaio e Calçada – volume único

Em nenhum momento ficou caracterizado a valorização do erro constando como parte do processo de construção da ciência. Foi constatado que o objetivo é

ênfatizar os conceitos, leis e teorias tendo como foco o produto do conhecimento, o que pode ser visto na página 374:

Definida a condição para que exista a corrente induzida, falta ainda explicar como obter o sentido dessa corrente. Quem elaborou a explicação mais simples para isso foi o físico Heinrich Friederich Lenz (1804-1864), nascido na Estônia. Segundo ele: **O sentido da corrente elétrica é tal que o campo magnético por ela produzido se opõe à mudança de fluxo que a originou.**

Essa definição da lei citada anteriormente é um exemplo da construção da ciência que tende a mostrar o resultado final, não apresentando o processo de construção e elaboração, deixando a impressão que a ciência é um produto acabado e definido. A obra também se caracteriza por mostrar uma ciência linear e cumulativa, evitando mostrar as concepções favoráveis e as controversas que surgiram na sua elaboração.

Livro 3 – Alberto Gaspar – volume 3

Da mesma forma que no volume único, no corpo principal do texto não foi mostrado o erro como parte integrante do processo de construção da ciência. O erro, a persistência e as tentativas, entretanto, podem ser vistos, de maneira geral, na seção chamada *História*, que evidencia as realizações dos principais cientistas e as suas aplicações por parte dos engenheiros e inventores. Tal situação fica clara na página 259:

Mas houve também fracassos Tesla pretendia transmitir energia elétrica sem fios e para isso criou a bobina Tesla. Em 1899, utilizando esse dispositivo, conseguiu gerar uma faísca de 40m de extensão e, seguindo suas afirmações, teria conseguido acender lâmpadas localizadas a quarenta quilômetros de distância, sem fios.

Já na página 257, o erro está presente sob outra perspectiva:

Em 1873, um exemplo de feliz acaso ocorreu durante a Exposição de Viena. Um técnico acidentalmente ligou dois geradores de forma “errada” fazendo com que um funcionasse como gerador e o outro como motor. Esse efeito, que não seria novidade para os poucos cientistas que entendiam do assunto, causou enorme impacto e foi utilizado imediatamente na própria exposição. Improvisou-se uma queda- d’água como uma turbina capaz de acionar um gerador e fazer o outro

funcionar como motor. Foi a primeira vez que o público leigo pôde perceber o alcance daquela nova tecnologia.

Nesse texto, a persistência em relação à descoberta da indução eletromagnética, se manifesta de forma evidente conforme podemos observar na página 244:

Faraday fez um exaustivo trabalho de pesquisa, iniciado em 1824, esgotando o assunto em praticamente todos os seus aspectos.

Faraday percebeu que o fenômeno se devia a variação do campo magnético, que aparecia quando a bobina era ligada, ou desaparecia quando a bobina era desligada. E essa variação se manifestava externamente através de linhas de campo – conceito criado por ele – confinadas no anel de ferro. Faraday fez ainda inúmeras experiências até formular a lei que recebe o seu nome.

Nesta obra, pode-se concluir que no corpo principal do texto de maneira geral, a ciência é apresentada de maneira linear em que os conceitos são enfatizados para a explicação de conceitos, leis e teorias, havendo raríssimas passagens que mostram aspectos externos à ciência.

Nos quadros *História e Tecnologia*, ficou evidente a proposta de mostrar as implicações sociais e econômicas do desenvolvimento da teoria eletromagnética, assim como as controvérsias surgidas pelos grupos comerciais interessados na defesa das tecnologias dela decorrentes, principalmente no tocante à distribuição da energia elétrica, se por corrente alternada ou corrente contínua. Todas essas características que marcaram a História da Ciência podem ser identificadas na seção *História* da página 263:

Desde a criação do comutador, muitos engenheiros praticamente ignoraram a corrente alternada, já que ela podia ser ratificada e transformada em corrente contínua no próprio gerador. Porém, à medida que o consumo de eletricidade aumentava e que a potência elétrica consumida por algumas máquinas se tornava maior, a frequência de rotação desses geradores, em geral movidos a vapor, devia aumentar.

E, com o aumento da frequência de rotação, os comutadores tornaram-se peças muito vulneráveis, que estragavam muito rapidamente.

Outra dificuldade em utilizar a corrente contínua era o aquecimento dos fios de transmissão.

Livro 4 – Alberto Gaspar – volume único

No texto analisado, em nenhum momento ficou evidenciado o erro e a persistência como parte do processo de construção da ciência. Deve-se ressaltar, entretanto, que antes do início do capítulo ocorre uma contextualização envolvendo a aplicação do cotidiano e a aplicação da tecnologia com o fenômeno da indução eletromagnética, mas somente apresentando os resultados positivos. Por ser uma obra de volume único e apresentar os conteúdos de forma sucinta e enxuta quando comparados com as demais obras de coleção completa, apresenta apenas os acertos, caracterizando a ênfase no produto do conhecimento, tendo como foco a aplicação de conceitos, leis e teorias, o que pode ser visto na página 512:

A força eletromotriz e a corrente induzida geram um campo magnético cujo sentido, dada pela regra da mão direita, se opõe ao movimento do ímã. É como se, em cada caso, no lugar da espira aparecesse outro ímã de mesma polaridade quando o primeiro ímã se aproxima ou de polaridade oposta quando ele se afasta. Essa oposição, representada matematicamente pelo sinal negativo da expressão da Lei de Faraday, é expressa pelo enunciado da Lei de Lenz: **A corrente elétrica induzida em um circuito gera um campo magnético que se opõe à variação do fluxo magnético que induz essa corrente.**

Ao longo do texto foi mostrado o desenvolvimento científico de maneira linear, evitando expor as contradições e os antagonismos surgidos ao longo do processo de desenvolvimento da construção do conhecimento.

Livro 5 – Nicolau, Penteado, Toledo e Torres – volume único

Em nenhum momento, no texto da obra ficou caracterizada a existência do erro como fazendo parte da construção da ciência. De acordo com a apresentação, pode-se concluir que o objetivo é enfatizar os conceitos, leis e teorias, o que aparece na página 505.

Existe uma outra maneira de se enunciar a lei de Lenz:

O sentido da corrente induzida é tal que origina um fluxo magnético induzido Φ' que se opõe à variação do fluxo magnético indutor Φ .

Essa opção de apresentação não mostra os antagonismos e as contradições que estiveram presentes no processo de elaboração da ciência e corrobora para uma ciência linear e cumulativa, não dando importância às posições controversas e favoráveis que estiveram presentes na elaboração da teoria.

Livro 6 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume 3

Nessa investigação não foi percebido, em nenhum momento, o erro como parte integrante da construção da ciência. A persistência, entretanto, esteve presente, como citado na página 272:

O grande cientista Inglês M.Faraday, realizando um número muito grande de experiências no século XIX, verificou que existem várias outras situações nas quais se observa o aparecimento de uma f.e.m. induzida em um circuito.

Percebeu-se que a tônica do texto esteve voltada para mostrar a definição de conceitos, leis e teorias que enfatizam o produto do conhecimento, o que pode ser comprovado no texto da página 282:

Após realizar uma série de experiências semelhantes a esta, Lenz chegou à conclusão de que este comportamento da corrente induzida era observado em todos os casos analisados. Ele sintetizou, então, suas observações da seguinte maneira:

A corrente induzida em um circuito aparece sempre com um sentido tal que o campo magnético que ela cria tende a contrariar a variação do fluxo magnético que a originou.

A construção da ciência é apresentada como sendo algo que acontece de maneira linear, sendo evitado mostrar os antagonismos e contradições surgidas em torno do desenvolvimento da teoria.

Livro 7 – Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga – volume único

Não foi possível perceber a existência do erro fazendo parte do processo de construção da ciência. Somente foram mostrados os detalhes dos experimentos e a ênfase na aplicação dos conceitos, leis e teorias com foco no produto do

conhecimento. Esse modo de evidenciar o desenvolvimento da ciência acaba por mostrar somente os acertos, ficando tal fato explicitado na página 248:

Para melhor entender a lei de Faraday da indução eletromagnética, estudaremos inicialmente, de maneira simplificada, um conceito muito importante, denominado “fluxo magnético”.

Também nesse texto a construção da ciência é apresentada como acontecendo de maneira linear e cumulativa, não sendo contemplado os fatores externos a ciência, evitando mostrar as relações da natureza da ciência com a tecnologia e a sociedade.

Livro 8 – Aurélio e Toscano – volume único

Nesta obra não há uma comprovação efetiva de que o erro fez parte do processo de construção da ciência. Em alguns pontos, entretanto, são mostradas algumas situações que confirmam que a persistência foi fundamental para se chegar ao resultado esperado, conforme as páginas 367 e 368:

Após várias tentativas, Faraday, em 1831, obteve o primeiro bom resultado em suas pesquisas. Na página 368, o texto também revela as tentativas como fundamental para se chegar ao resultado obtido. Outra modificação introduzida por Faraday nesse experimento foi a substituição do ímã permanente por uma bobina com um pedaço de ferro em seu interior (eletroímã), conectada a uma bateria.

No transcorrer do capítulo podemos observar que são priorizados os aspectos qualitativos, os detalhes dos experimentos são bem explicados, tendo como foco a aplicação das leis, o que pode ser visto na página 373:

Em relação ao fenômeno da indução eletromagnética, podemos observar que uma corrente elétrica será induzida em um circuito fechado quando ela estiver sujeito a um campo magnético que varia com o tempo. Essa afirmação é conhecida como lei de Faraday.

Embora a obra apresente alguns aspectos que possibilitem um melhor entendimento do trabalho do cientista, não apresenta, durante suas explicações, fatores externos inerentes ao processo de desenvolvimento da ciência.

4.3 – A respeito das categorias analisadas

4.3.1 - Interação

Foi possível perceber que a quase totalidade das obras, têm como característica principal evidenciar o trabalho de criação e descoberta do cientista como individual, fato marcante principalmente nos livros 2 e 5, enquanto que os livros 1, 4, 6, 7 e 8, apesar de fazerem essa mesma abordagem, fizeram-na com um enfoque um pouco diferente. Nessas últimas obras, embora fique o estigma da individualidade do cientista, os autores indicaram algum outro tipo de comunicação entre os responsáveis pelo desenvolvimento dos assuntos que compõem o respectivo conceito investigado.

Nesse aspecto, o livro 3 se destaca em relação aos demais, por ressaltar a interação e também a comunicação entre aquelas pessoas que embora com diferentes objetivos, contribuíram de alguma maneira para o processo de desenvolvimento teórico e conseqüentemente para as suas aplicações, quando apresenta que alguns cientistas puderam dar prosseguimento aos seus trabalhos a partir do conhecimento do trabalho de outros.

Observamos que a quase totalidade dos livros analisados, nesse capítulo, evita mostrar o trabalho de desenvolvimento científico como sendo em grupo, ficando nítida a impressão que a apresentação dos assuntos privilegia a individualidade e as intervenções dos cientistas mais renomados.

4.3.2 - Atores

De certa maneira, todas as obras analisadas mostram alguns aspectos da presença humana no desenvolvimento da ciência, pois a quase totalidade delas têm por característica principal mostrar os cientistas que estiveram presentes no processo de construção da ciência, mesmo que seja como uma forma de auxiliar a apresentação e explicação dos principais assuntos que integram o conceito do capítulo analisado, característica que pode ser vista nos livros 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8. O livro 1, embora se encontre dentro dessas características, trabalha um pouco melhor

o desenvolvimento dos assuntos e os detalhes dos experimentos realizados pelos cientistas.

Pode-se considerar que as obras comentadas apresentam o desenvolvimento dos assuntos de maneira objetiva e sucinta, com exceção dos livros 1 e 3, que trabalharam um pouco melhor a apresentação e explicação dos assuntos, sendo também fornecido maiores detalhes sobre as características pessoais e profissionais dos que colaboraram para o desenvolvimento da ciência.

A maior parte das obras evidenciou apenas as contribuições dos cientistas mais famosos, com exceção dos livros 1, 3 e 8, que além de ter essa concepção, optaram também em mostrar as intervenções e contribuições dos menos consagrados pelos meios de divulgação científica em geral. Todos os livros analisados mostraram apenas os físicos, inseridos no processo de desenvolvimento da ciência, sendo a única exceção o livro 3, que também mostrou que outras pessoas com diferentes interesses, funções e profissões também estiveram envolvidos no desenvolvimento da ciência, citando técnicos, engenheiros, inventores e empresários que estiveram mais envolvidos com os aspectos econômicos e políticos, ou com outros aspectos externos a ciência.

Apenas os livros 1, 3, 6 e 7 têm algum espaço em destaque para a biografia de um cientista que tenha contribuído para o desenvolvimento do conceito em questão. Nessa característica comentada, destaca-se o livro 3, mais precisamente na seção *História*, que tem por finalidade mostrar um pouco da trajetória e das principais realizações dos cientistas, dos principais e também dos menos consagrados. Em alguns quadros desta seção encontra-se também a trajetória do desenvolvimento do próprio conceito analisado, onde são apresentadas algumas realizações e pequenas biografias de outras pessoas que não eram cientistas. Já o livro 1 tende a mostrar uma página em destaque do principal cientista responsável pela descoberta do conceito analisado, enquanto que os de números 6 e 7 apresentam, respectivamente, por apenas duas e uma pequenas notas históricas que mostram apenas as principais realizações, invenções e contribuições dos principais físicos.

Em relação à classe social das pessoas envolvidas no desenvolvimento do conceito analisado, os livros 1 e 3 fazem essa contribuição de forma mais consistente. Os livros 1 e 7 mostram a trajetória do cientista responsável pela

descoberta do conceito analisado, desde a sua formação humilde até a consagração como um dos físicos experimentais mais brilhantes, enquanto o livro 3 explica porque o cientista não pode se dedicar à ciência de forma integral, por ter que se preocupar com outras atividades em razão da sobrevivência.

Em todas as obras pode-se verificar a presença humana no desenvolvimento da ciência, embora poucos livros a mostraram de forma consistente. A maioria ainda apresenta a presença humana implicada com fatores internos à própria ciência, não relacionando a ciência com aspectos mais amplos da sociedade.

4.3.3 - Métodos

O método experimental no processo de construção da ciência encontra-se presente nos livros 1, 4, 6, 7 e 8, embora se manifeste de uma forma mais contundente nos livros 6, 7 e 8, que privilegiam os aspectos qualitativos em detrimento dos quantitativos.

Em parte das obras investigadas, pode-se notar um certo equilíbrio entre os métodos experimental e o matemático, sendo visível essa característica nos livros 2, 3 e 5, que mesclam tanto os aspectos qualitativos como os quantitativos na apresentação dos principais assuntos.

A maioria das obras reduz a participação da matemática à apresentação de uma equação, com a função principal de quantificar as principais grandezas envolvidas na explicação, desenvolvimento dos assuntos e também dos detalhes dos experimentos. Essa apresentação foi encontrada principalmente nos livros 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8. No livro 3, embora essa característica também seja encontrada em relação ao texto principal, o método matemático também pode ser visto através de uma outra abordagem nas seções *aprofundamento* e *dedução*, que se propõem a desenvolver um pouco mais os principais assuntos vistos no texto principal, e na qual se dá um pouco de ênfase à dedução de uma expressão assim como à elaboração da construção matemática.

Quanto à observação como elemento constitutivo do processo, observa-se que ela não é contemplada em metade dos livros, havendo menção apenas nos

livros 1, 6, 7 e 8, apesar do livro 1 destacar apenas uma vez a observação na apresentação do texto.

Na investigação desta categoria, pode-se notar que metade dos livros tende a ressaltar apenas os métodos experimental e matemático, sendo que os livros 1, 6, 7 e 8 mostram a presença dos três métodos.

4.3.4 - Construção da Ciência

Uma parcela considerável das obras analisadas não enfatiza a presença do erro como parte da construção da ciência, sendo evidenciado apenas o produto final do conhecimento, caracterizado pela aplicação de conceitos, leis e teorias que tendem a ressaltar apenas os acertos na apresentação do desenvolvimento dos assuntos, como pode ser visto nos livros 2, 4, 5 e 7.

Já os outros livros, embora em alguma passagem mostrem alguma comprovação do erro no processo de desenvolvimento científico, também se caracterizam por enfatizar a aplicação de conceitos, leis e teorias, ou seja evidenciar os acertos, apresentando o erro em segundo plano. Os livros 1, 6 e 8 enfatizam o erro sob um outro prisma, ressaltando a persistência dos cientistas até conseguirem êxito no resultado esperado. No livro 3, no transcorrer do texto principal, não é feita menção ao erro, sendo este apenas apontado, principalmente nas seções denominadas *História* e (raramente na seção) *Tecnologia*, como parte integrante da elaboração do processo de construção da ciência. Nessas duas seções, principalmente a primeira, mostra a importância do erro assim como das tentativas e da insistência, como um processo fundamental nesse processo de descobertas da ciência até a consolidação do resultado almejado.

A maior parte das obras mostra o processo de construção da ciência de maneira linear e cumulativa, não evidenciando os fatores externos à ciência como os aspectos políticos, econômicos e sociais que tiveram significativa importância na disputa, entre as comunidades científicas, de uma teoria. Essa perspectiva de mostrar o desenvolvimento e a construção da ciência estão presentes nos livros 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 8 e, embora este último faça uma apresentação de alguns aspectos que possibilitem um melhor entendimento do trabalho do cientista, também não evidencia os fatores externos à ciência. O livro 3, no texto principal, também tem

características semelhantes aos demais, ou seja, ressalta a construção da ciência de maneira linear e cumulativa, sendo raros os fatores externos à ciência, sendo entretanto mostradas algumas implicações da ciência com a tecnologia e com a sociedade particularmente nas seções já mencionadas.

A conclusão a que se chega, nesta categoria, é que os livros, de uma maneira geral, apresentam a ciência como se ela se desenvolvesse linearmente, como se estivesse seguindo um roteiro. Este tipo de visão de ciência não mostra a relação com outras esferas da sociedade, não valoriza o erro no processo de desenvolvimento e também não permitem um melhor entendimento do trabalho do cientista.

Capítulo 5 – Análise dos resultados

Esse capítulo comenta o que foi visto na investigação, se o objetivo estabelecido foi verificado, se a pesquisa feita, tomando-se como referência a amostra dos livros foi suficiente, além de identificar aspectos que poderiam complementar o trabalho e outros problemas que poderiam ser vistos ou investigados.

Serão feitos também comentários mais detalhados a respeito da comparação entre os livros de coleção completa com o de porte único dos mesmos autores.

Esses comentários e informações vão ser descritos através de uma abordagem quase quantitativa, que tem a função de descrever as contribuições mais pertinentes.

5.1 – A forma e a concepção com que são apresentados aspectos da História da Ciência

Um dos aspectos presentes em nossas análises diz respeito à forma e à concepção com que os autores apresentam alguns aspectos da História da Ciência nos livros didáticos de autores que foram indicados no PNELEM de ano 2007.

5.1.1 – A forma

Pode-se perceber que a História da Ciência relativa aos conceitos da indução eletromagnética, quanto à forma, está presente de diversas maneiras, sendo que o texto, a figura, a fotografia e as legendas foram as que mais foram detectadas.

Em todos os livros investigados, o texto relativo às informações históricas se apresentaram de forma semelhante, ficando nítido que as mais relevantes a respeito

dos cientistas e do desenvolvimento da ciência, variam um pouco de livro para livro, haja visto que, por serem de coleção completa ou de volume único, acabam por terem finalidades diferentes, apresentando-se em alguns de forma mais contextualizada e em outros de forma mais compartimentada.

Todos os livros apresentam figuras ao longo do capítulo investigado, sendo que na maior parte deles, elas têm a finalidade principal de apenas serem relacionadas com a descrição e com aspectos mais detalhados dos experimentos.

Já a maior parte dos livros tem a tendência em evidenciar a presença da História da Ciência e conseqüentemente a história da indução eletromagnética em forma de fotografias, mostrando os principais cientistas responsáveis pelo desenvolvimento desse conceito analisado, sendo percebido também na maior parte dos livros, fotografias que mostram as principais realizações tecnológicas e também as que mostram alguns aspectos contextualizados e relacionados à sociedade. Durante a investigação, foi possível perceber que essas fotografias que mostram os principais cientistas, laboratórios e também as principais aplicações tecnológicas presentes no cotidiano, têm por objetivo principal aquele já mencionado e apontado por (Zanetic,1989): apenas atender fins ilustrativos e estéticos.

Essa forma de apresentar a História da Ciência, ainda presente em muitos manuais didáticos e que pode ser vista em boa parte dos livros investigados nessa pesquisa, conforme destacado por (Zanetic,1989) são “arremedos de História da Ciência”, mostrando apenas breves notas históricas sobre acontecimentos pontuais, acompanhadas de tímidas legendas, seqüências cronológicas de teorias, de grandes realizações etc.

Tais aspectos puderam ser comprovados nessa pesquisa, pois muitos elementos históricos identificados se apresentaram em forma de fotografias, tímidas legendas e pequenas notas históricas cuja função principal, no nosso entendimento, foi a de informar as principais realizações e contribuições dos principais cientistas, corroborando o que já havia sido citado por (Pretto,1985), ao ponderar que a História da Ciência veiculada nos manuais didáticos serve mais como um armazém ou depósito de informações do que propriamente de uma história que procura mostrar o processo inacabado e transitório de construção da ciência e que também procura situar a ciência num contexto social, político e econômico.

5.1.2 – A concepção

Ao associarmos os termos Ciência – Tecnologia – Sociedade, geralmente temos a concepção, como idéia central, de entender a “Ciência como atividade humana”. Se assim for entendida, esta deveria ser apresentada historicamente contextualizada, sem que sejam evidenciados prioritariamente os personagens dos cientistas, mas sim o cenário socioeconômico-cultural onde foram realizadas as descobertas e que existiam, os grupos e instituições a que pertenciam ou que proporcionariam as condições para as realizações.

Na investigação da história do conceito da indução eletromagnética, pode ser percebido que os livros ainda mostram a presença da atividade humana no processo de construção da ciência através de fatos isolados, sendo que na maioria dos livros são feitas apenas referências aos cientistas de maior renome, sendo estas citações estão mais relacionadas com a explicação e com a apresentação dos principais assuntos. Pode-se perceber, dessa forma e de maneira geral, que os livros analisados trabalham com essa concepção de relacionar os principais cientistas, conforme argumentado por Langevin (1992), com a aplicação de conceitos, leis e teorias de maneira a ressaltar a ênfase o produto do conhecimento, não a sua produção.

Boa parte dos livros apresenta a Ciência como sendo produzida por seres “iluminados”, caracterizando a descoberta fortuita, sem se preocupar com o fato de que a produção científica é uma atividade pertencente à espécie humana, e que portanto faz parte de um contexto histórico. Não sendo apresentadas num devido contexto, o texto acaba por passar a impressão que as mais impressionantes idéias e realizações do conhecimento científico, foram resultado de um lampejo de discernimento.

Dependendo da forma como for organizado e apresentado e se fizer menção à origem e à contextualização histórica dos conhecimentos, o livro didático poderá contribuir para a desmistificação da imagem do cientista como um ser especial. A mistificação acaba sendo reforçada pela concepção de que são dotados de capacidades e habilidades peculiares, decorrentes do domínio de um método neutro, absolutamente objetivo e padronizado ao investigar a realidade e que produz, conhecimentos verdadeiros e absolutos.

Em boa parte dos livros pode-se notar a menção à objetividade no método de trabalho do cientista. As referências predominantes fazem referência ao método experimental, dando a impressão, muitas vezes, ser este o único procedimento adotado na ciência. O procedimento matemático ficou, na maior parte das obras, em segundo plano, sendo a observação, como método, contemplado em apenas alguns deles.

É significativo, nesse sentido, ressaltar um grave problema na forma como a educação científica vem sendo praticada. A matematização desenvolveu-se acentuadamente em disciplinas como a Física e a Química, transmitindo, com esse modelo, a idéia de que as fórmulas precederam as idéias, o que faz com que os professores acabem nela concentrando boa parte de suas atividades, relegando as idéias ao segundo plano, impossibilitando, de alguma forma, o acesso à beleza e ao prazer do entendimento de como a ciência foi construída na história. Nos livros investigados há uma tendência pela apresentação explícita ou implícita do método científico como um conjunto de etapas seqüenciadas e padronizadas, descontextualizado historicamente praticado por cientistas, em geral, de forma individual e anônima, sendo neste caso passada a impressão de ser incentivada a competitividade, por ser pouco evidenciada a questão da coletividade e do trabalho em grupo.

Pelo texto dos livros, a ciência pode ser entendida como estando à parte da Sociedade, relacionando-se instrumentalmente com os conhecimentos científicos e tecnológicos, que por sua vez são apresentados de forma pouca articulada entre si e de tal modo que os conteúdos a eles relacionados se justificam por si mesmo. Nessa linha de raciocínio, pode ser entendido que as benfeitorias derivadas da Ciência e da Tecnologia são isentas de uma avaliação em relação à possibilidade dos mais diversos impactos, salvo raras exceções.

Em relação à supremacia da Ciência, é imprescindível a sua desmistificação e humanização de sua imagem, sendo necessária que a sua apresentação ocorra de maneira a estar relacionada às suas possibilidades e limitações, através da análise do impacto direto e indireto decorrente de seu uso na tentativa de domínio da natureza, inclusive com a apresentação de reflexões acerca da manipulação da produção e uso por parte dos detentores do poder político e econômico.

Ao se investigar tópicos específicos e capítulos isolados sobre a História da Ciência, método científico, ou relações entre Ciência e implicações sociais torna-se necessário que seja desenvolvido no texto como um todo, a estrutura lógica de seu desenvolvimento, tornando-se necessário tomar a questão da concepção de Ciência como atividade humana.

Nos livros pertencentes ao universo da pesquisa, pode ser notado que a atividade humana e principalmente a relação da Ciência, com os aspectos tecnológicos e a sociedade não é destacada. A maior parte deles não evidencia essa concepção, salvo raras exceções e mesmo assim essas idéias que compõem essa concepção são evidenciadas em fatos isolados através de seções ou pequenas notas históricas, que trabalham um pouco melhor essas idéias mas que não chegam a ser totalmente contextualizada, sendo que o corpo principal do texto ressalta apenas fatos históricos isolados.

Com relação à evolução das idéias, foi possível perceber que a maior parte dos livros não valoriza os antagonismos e contradições que estiveram subjacentes ao processo de desenvolvimento científico. Essas obras na sua quase totalidade, procuram dar mais ênfase a linearidade da ciência, através de uma seqüência cronológica de datas, grandes invenções e realizações caracterizando dessa maneira, uma visão de ciência isolada que não se importa com os fatores externos como a política, economia, religião e a cultura. Tal fato foi também evidenciado por Bastos (1998), quando apresenta que essa concepção de ciência vista nos livros não evidencia os fatores sociais que estiveram presentes na elaboração das teorias e que procura, de certa forma, focar a ciência através de uma sucessão linear de eventos através de um roteiro a ser seguido.

Com rara exceção pode-se verificar que algumas obras também mostraram as posições contrárias surgidas ao longo do desenvolvimento da construção da ciência, assim como o desenvolvimento tecnológico e as disputas comerciais, surgidas na utilização de um determinado produto. Embora este livro tenha mostrado um pouco das contradições, foram trabalhadas de forma separada do corpo principal do texto, em seções específicas, não sendo trabalhado esse enfoque das contradições presentes no processo de desenvolvimento científico no texto como um todo.

A linearidade da construção da ciência, característica de uma visão cumulativa e contínua da natureza do conhecimento científico e apresentada, de uma forma geral, na maioria dos livros já foi analisada por Thomas Kuhn (2005) em “A Estrutura Das Revoluções Científicas”, no que diz respeito ao Ensino das Ciências em geral e da Física em particular.

De acordo com esse autor, ao se contrastar o positivismo-lógico de cunho a-histórico, cujas preocupações voltam-se exclusivamente para a aplicação da lógica formal à análise de teorias e ao desenvolvimento de uma linguagem observacional neutra, adota-se a análise histórica como instrumento de pesquisa, apontando na direção de inseparabilidade entre observações e pressupostos teóricos.

Para ele, que entende que o progresso científico acontece por “revoluções científicas” que interrompem períodos de “ciência normal”, os manuais que são veículos pedagógicos que se destinam a perpetuar a ciência normal, devem ser parcial ou totalmente reescritos toda vez que a linguagem, a estrutura dos problemas ou as normas da ciência se modifiquem. Ao serem reescritos após cada revolução científica, ocultam inevitavelmente não só o papel desempenhado, mas também a própria existência das revoluções que os produziram, de certa forma que a ciência que aparece nos manuais acabe por aparecer como sendo basicamente cumulativa.

Essa situação foi visível nos livros analisados, pois ficou evidenciada a cumulatividade da ciência e a perpetuação da ciência normal, não sendo percebidos registros das revoluções científicas que estiveram presentes ao desenvolvimento da ciência.

Ficou notável que os livros trabalham de forma mais evidente com a concepção de ciência normal, não apresentando as revoluções que estiveram subjacentes à produção científica.

É característica geral dos manuais científicos conterem apenas um pouco de história, num capítulo introdutório ou em páginas iniciais, fazendo referências dispersas aos grandes heróis de uma época anterior. Essas características apresentadas pelos manuais escolares passam a impressão ao estudante que a sua principal função é familiarizar rapidamente a comunidade científica contemporânea através da ciência normal em vigor, evitando dessa maneira os educandos participarem de uma longa tradição histórica, fazendo com que as revoluções científicas por sua vez se tornem invisíveis ou desapercibidas. Os livros, ao

trabalharem somente com a transmissão da ciência normal, contribuem para uma visão de ciência dogmática e acima de qualquer suspeita, não sendo evidenciada a interação entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento.

Dessa forma, pudemos considerar os livros analisados como fonte privilegiada de difusão da ciência normal, ao ressaltarem uma visão de ciência linear, cumulativa e cronológica, passam ao educando a impressão de ciência que se, assemelha a um produto acabado e definido por ocultar a sua evolução.

5.2 – Comparação entre os livros de coleção completa e volume único

Ficou evidente, em nossas análises, existir uma diferença substancial entre aquelas obras que são denominadas de coleção completa e as que são caracterizadas por ser de volume único. Essas diferenças ocorrem inicialmente pelo fato dos livros serem concebidos para atenderem finalidades e talvez públicos diferentes. Mesmo com propostas e objetivos diferentes, foi possível constatar, entretanto, que todas elas têm como um dos compromissos a preparação para o vestibular, sendo que essa perspectiva também ocorre através de várias maneiras e enfoques diferentes.

Pudemos perceber primeiramente que os livros de coleção completa têm um número de páginas maior que os livros de porte único, tanto em relação à obra como um todo como em relação ao capítulo objeto de nossa investigação, atenuando as dificuldades do desenvolvimento dos conteúdos.

Por terem um número menor de páginas, os livros de volume único apresentam elementos históricos reduzidos e simplificados, que acabam por ocultar um melhor entendimento do trabalho do cientista e do método científico, resultando assim na apresentação de uma história mais simplificada que os de coleção completa. Por exporem os conteúdos de forma mais objetiva e sucinta, têm por característica principal informarem aspectos da história através dos cientistas mais renomados, com a principal finalidade de apenas auxiliar a compreensão dos conceitos e dos detalhes experimentais, enquanto que os livros de coleção completa buscaram evidenciar elementos históricos que buscassem ressaltar um melhor entendimento do trabalho do cientista e do processo de construção da ciência. Esses exemplares, de certa forma, contribuíram para mostrar aspectos mais

relevantes como a sociabilidade e a interação presentes ao trabalho do cientista, ajudando assim a desmistificar um pouco a imagem e a personalidade dos cientistas, vistos ainda em muitos meios de divulgação científica como pessoas anti-sociais e egocêntricas.

Principalmente em relação às categorias analisadas, a maioria dos livros de coleção completa contribuíram para a valorização de alguns aspectos históricos como a presença humana, enquanto peça fundamental no processo do desenvolvimento da ciência. Apesar de serem mais contextualizados, esses elementos históricos não foram mostrados e evidenciados no corpo principal do texto, aparecendo de forma separada, principalmente nas biografias, seções e notas históricas, ressaltando, dessa forma, a trajetória e as principais realizações dos cientistas mais renomados e a interação da ciência com a tecnologia e a sociedade.

Apesar de mostrarem mais detalhes históricos da ciência, os livros de coleção completa se equipararam aos de volume único principalmente no que concerne à presença humana. Apesar de mostrar um pouco da desmistificação da imagem do cientista e de proporcionar um melhor entendimento do seu trabalho, no texto principal eles se assemelham aos de volume único, principalmente quando são feitas referências aos cientistas no transcorrer do texto.

Por terem um número maior de páginas, os livros de coleção completa oferecem uma melhor apresentação dos assuntos que contemplam um pouco mais a presença da História da Ciência, principalmente em relação ao caráter humano e o surgimento das idéias. Entretanto, ao se considerar os três livros de coleção completa, apenas um deles contextualiza de maneira mais evidente a relação da ciência com a tecnologia e as respectivas implicações com a sociedade, dessa forma proporcionando ao educando uma visão menos linear da ciência e um melhor entendimento do trabalho do cientista, contribuindo assim para a desmistificação da imagem do cientista e conseqüentemente do método usado na ciência.

Do mesmo modo, eles não chegaram a veicular de forma contextualizada a história do conceito investigado transmitindo um maior conhecimento apenas a respeito das biografias dos cientistas mais conhecidos, assim como os seus principais feitos e realizações. Dos exemplares analisado, apenas um deles procurou relacionar de forma mais densa a natureza do conhecimento científico e suas respectivas relações com as aplicações tecnológicas, apresentando, em poucos

trechos, a relação da ciência com as aplicações voltadas à tecnologia e os consequentes impactos causados a sociedade da respectiva época.

Considerações finais

O livro didático tem sido alvo de grande interesse de pesquisa principalmente nas duas últimas décadas, quando passou a ser objeto de investigação sob os mais diversos aspectos, tais como o de veicular diversas estratégias de ensino, dentre as quais o uso da História da Ciência.

Essa ênfase, ao estudo do livro didático se deve principalmente ao papel que ele exerce no processo de ensino-aprendizagem na sala de aula. Essa relevância ao estudo do livro didático ganhou ainda mais força à medida que países como o Brasil passaram a investir em programas de avaliação e distribuição do livro didático, tais como o PNLD, o PNELEM e outros, desenvolvidos em alguns estados, tais como Minas Gerais e Paraná. Em países carentes como o nosso, programas de distribuição como esses, de certa maneira, possibilitam a garantia do estudante ter acesso ao livro, já que alguns estudos mostram que, em muitos casos, esse será o único livro que o educando terá em toda a sua vida. Apesar de existirem novas tecnologias educacionais disponíveis e outras fontes de informação, os manuais didáticos ainda desempenham uma relação muito intensa e importante no processo de ensino, pois, segundo José Carvalho (apud Morgado, 2004, p.47) “os manuais funcionam como um elemento que estrutura os conteúdos disciplinares e um dos principais meios para a sua transmissão, desempenhando um papel de fundamental importância na regulação das práticas pedagógicas”.

Além disso, de acordo com Michael Apple (apud Morgado, 2004, p.48), os manuais escolares ainda continuam a ser cruciais porque, em termos curriculares, definem parte considerável dos conhecimentos que se ensinam na escola, sendo um produto político que faz parte da “ produção do conhecimento oficial, tanto a nível cultural como governamental”, sendo um elemento que permite compreender o funcionamento da educação, tanto em termos culturais como políticos.

A esses aspectos ainda se associa a idéia de que os textos escolares refletem uma visão de sociedade e de cultura que, por não ser neutra, mediatiza

interesses ideológicos e políticos, sendo ressaltada a importância destes instrumentos nos processos de escolarização das novas gerações. Para Jurjo Torres (apud Morgado, 2004, p.39) os manuais são considerados como “produtos políticos” que, por norma, supõem concepções ideológicas e teorias acerca da realidade em que vivemos, transmitindo valores e atitudes que são aceitos por determinados grupos sociais dominantes, excluindo assim a atenção a certas culturas mais desfavorecidas, destoando do padrão cultural exibido pelas escolas.

Quanto ao papel de instrumento no processo de ensino aprendizagem, Plane, citado por Batista (2002, p.552), considera os impressos e textos didáticos como “instrumentos” tanto de aprendizagem, dirigidos prioritariamente aos alunos, quanto de ensino, concebidos para ajudar o professor a organizar e preparar suas aulas” e que realizam, conseqüentemente, pelo menos dois tipos de mediação: uma mediação entre “o aluno e os saberes e práticas” e uma “mediação entre o aluno e o professor”.

Ainda de acordo com Jurjo Torres, citado por Morgado (2004, p.49), os manuais escolares têm várias influências nos processos de escolarização, dentre elas podendo ser citadas a construção de algumas imagens distorcidas no processo de evolução da ciência. Alguns manuais sugerem-na como mera acumulação de conhecimentos, quando na verdade o processo de conhecimento científico não é linear e nem está imune de divergências entre as comunidades científicas.

Ao trabalharem com uma determinada visão de ciência, os livros didáticos priorizam e direcionam o usuário, que no nosso objeto de investigação é o aluno do Ensino Médio, a uma determinada concepção que está intrinsecamente ligada a uma ideologia, que carrega em si relações de força e poder no âmbito das esferas da economia, da política e da sociedade.

Devido a essas circunstâncias, tem-se observado, principalmente nas últimas décadas, uma pressão para que os livros didáticos, particularmente os de Física, sejam mais contextualizados. Esse aspecto pode ser observado, por exemplo, ao observar os resultados do processo de seleção dos livros que participariam do PNELEM, quando muitos livros de editoras e autores tradicionais ficaram de fora dos livros aprovados para a compra, provavelmente por não terem condições de atender as expectativas emanadas das orientações do MEC, de que “o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura

científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação” (Brasil, Ministério da Educação e da cultura, 2002, p.229) e porque as escolas e grupos de professores passaram a perceber a necessidade de materiais que favoreçam a construção de uma visão orgânica e sintética sobre a ciência.

Dentre os diversos aspectos que atendem às solicitações do MEC, o que investigamos diz respeito à incorporação de aspectos da História da Ciência nos livros didáticos de Física, principalmente os mais recentes aprovados pelo processo de seleção do PNELEM.

Apesar dos livros analisados, algumas vezes, distorcerem e principalmente simplificarem os fatos, apresentando uma visão linear e crescente da ciência, levando muitas vezes a uma visão ingênua e falsa do trabalho científico, de certa forma deram a sua parcela de contribuição na tentativa de desmistificar um pouco o estereótipo do cientista comumente transmitido em alguns meios de comunicação e divulgação científica. Normalmente a versão simplificada da História da Ciência no Ensino de Física acontece pela dificuldade de acesso do autor às fontes primárias, tais como artigos, livros, correspondências e diário de laboratório dos cientistas envolvidos, além de que, pelo fato de ser um autor e não pesquisador em História da Ciência, muitas vezes não ter realizado um estudo aprofundado do contexto científico da época que se pretende abordar.

Dessa forma, a História da Ciência apresentada nos livros é uma simplificação da história produzida pelos historiadores da ciência, que acontece para atender o nível cognitivo dos estudantes a que se destina. Ao ocorrer essa simplificação, corre-se o risco muitas vezes de se ter uma história de má qualidade, levando muitas vezes a se ter histórias distorcidas e incompletas, que servem mais como um depósito de informações, descontextualizadas e inadequadas, que acabam por vulgarizar, muitas vezes, significativas realizações científicas.

Ao contemplarem alguns aspectos históricos em suas páginas, os autores estão reproduzindo aspectos da História da Ciência a que tiveram acesso através de fontes de outros autores, certamente com concepções diferentes sobre o mesmo fato ou período. Portanto, os livros didáticos de Física do Ensino Médio apresentaram, logicamente, diferentes concepções de aspectos ligados a História da

Ciência, principalmente pelo fato de que o processo de produção de um livro didático envolve a decisão de autores, editoras, ilustradores e a maneira como vai estar disposta a disposição dos conteúdos nos livros.

Isso faz com que, como foi possível verificar, a história dos conceitos abordados, usualmente, são apresentadas nos livros de forma fragmentada, ressaltando o trabalho individual em detrimento do trabalho coletivo, que apresentaria o desenvolvimento científico como um processo do qual participam diversas pessoas.

Apesar dessa visão, alguns dos livros analisados ressaltaram a trajetória de alguns cientistas de maneira mais consistente, contribuindo assim para que o educando perceba que a superação, a persistência e o seu trabalho árduo foram fundamentais para a evolução da ciência, contribuindo assim para desmistificar a imagem veiculada, por muitos manuais didáticos e meios de divulgação científica, de que os cientistas são seres especiais e a super-heróis. Mesmo assim, o que ficou mais registrado nos textos foram os acertos, sendo poucos os autores que explicitaram os erros no processo de desenvolvimento da ciência.

Coerente a essa forma de expressão presente nos livros, é dado especial destaque ao método experimental, por ser o mais freqüentemente citado. Ao abordarem os aspectos matemáticos do desenvolvimento de uma teoria, os autores o reduzem à apresentação das equações, que na verdade, apoiando-se na prática docente tradicional, acabam por se reduzir a meras expressões matemáticas que servem apenas à resolução de problemas, constituindo-se num mar de equações sem sentido, por não ser descrito o seu processo de elaboração.

Em relação à construção da ciência, ficou nítido que a veiculação da história da indução eletromagnética nos livros analisados evidenciou uma ciência se desenvolvendo de forma linear e cumulativa, sendo passada a impressão em que os cientistas sempre estiveram em busca do progresso, trabalhando de forma linear e cumulativamente em prol de uma ciência em constante desenvolvimento, através de uma caminhada incessante na busca do conhecimento. Os livros, ao evidenciarem a cumulatividade acabam ocultando os períodos de controvérsias e contradições existentes entre as diversas comunidades científicas e, ao transmitirem essa concepção, acabam por inculcar no estudante o paradigma vigente, omitindo, dessa forma, os períodos de revoluções científicas.

Finalizando, ainda de acordo com a pesquisa, embora tivéssemos encontrado bons exemplos do uso da História da Ciência em livros textos, isso não se constituiu como regra, mas sim como exceção, fazendo com que a expectativa que nosso trabalho, bastante limitado e de pequeno espectro, possa contribuir na transmissão de uma noção mais consistente e articulada do desenvolvimento da ciência, seja atingida.

Referências

ÁLVARES, B.A. Livro didático – análise e seleção. In: MOREIRA, M.A; AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, p.79-90, 1991.

APPLE, Michael. W., 1995. **Trabalho docente e textos**. Porto Alegre: Artes Médicas.

BASTOS, F. (1988). **História da Ciência e Ensino de Biologia**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

BATISTA, Antônio Augusto Gomes. **Um objeto variável e Instável; Textos, impressos e livros didáticos**: Mercado das letras: Associação de Leitura do Brasil; Fapesp. pp. 529-575, 2002.

BIZZO, N.M.V. **História da Ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis ?** Em aberto, v.11, n.55, p.28-35, 1992.

BIZZO, N. **Graves erros conceituais em livros didáticos de ciências**. Ciência Hoje, v.121, n.21, p.26-35, jun 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. MEC/ SEF, 1997, 136p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Guia de livros didáticos- 1ª a 4ª séries**. PNLD-98, 1998, 420p.

BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**, Brasília: MEC/Semtec, 2002.

CARLINI-COTRIM, B. & ROSEMBERG, F. **Os livros didáticos e o ensino para a saúde: o caso das drogas psicotrópicas**. Revista de Saúde Pública, v.25, n. 4, p.299-305, 1991.

CAMARGO, M.N et al. O livro didático no contexto escolar: fundamentos históricos e sociológicos dos textos de Ciências/ Física utilizados no ensino de 1º e 2º graus de Piracicaba e região. In : **Atas do I encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências**. Águas de Lindóia, 1997, p.642.

CARVALHO, H.G. **Ensino de criança no 1º grau: condicionantes históricos e comentários sobre o livro texto**. Belo Horizonte, 1982. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG.

CASTILHO, N. Interação do professor de Biologia com o livro didático, in: **Atas do I Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências**. Águas de Lindóia, 1997, p.640.

CHALMERS, A.F. **O que é Ciência Afinal ?** Braziliense, São Paulo 1993.

CHOPPIN, Alain.1998. **Las políticas de libros escolares en el mundo: perspectiva comparativa e histórica**. PÉREZ SILLER, J.Y RADKU, GARCÍA, V.(coords):Identidad en el imaginario nacional. Reescritura y enseñanza de la historia. México, Instituto de Ciências Sociales y humanidades de la Universidad Autónoma de Puebla / El colegio de San Luis y Georg Eckert Institut p169-180.

CORRÊA, Rosa Lydia Teixeira.2000.**O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação**.Cadernos Cedes. São Paulo: Cedes. n °. 52, p.11-24.

COULON, Olga Maria Fonseca e Pedro, Fabio Costa.1995. Apostila: **Dos Estados Nacionais à Primeira Guerra Mundial**. Minas Gerais: CP1- UFMG.

CRUZ, F.F.S.; KAWAMURA, M.R.D.; ABRANTES, P.C.C.; MARTINS, R. Mesa – Redonda: **Influência da História da Ciência no ensino de Física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Santa Catarina, v.5, n. especial, jun.1988. (resumida e adaptada pelo Conselho Editorial C.C.E.F).

DANHONI; Neves, M.C. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu**.Tese de Mestrado, IFGW/ Unicamp, Campinas, 1986.

DELIZOICOV, N.C. **O Professor de Ciências e o livro didático no ensino de programas de saúde**, Florianópolis, 1995.120p. Dissertação (Mestrado)- Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

FERNANDEZ Neto,V; SILVA, D. **As relações ciências, tecnologia e sociedade em um curso de física térmica**. In: XI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Niterói-RJ, SBF, 1995, p.390-93.

FREITAG, B., MOTTA, V., COSTA, W. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1989.

FREITAS, D.S. **Imagens de produtos comerciais em livros didáticos**. Disponível em: [http:// w.w.w.lite.fae.Unicamp.br/revista/temas.html](http://w.w.w.lite.fae.Unicamp.br/revista/temas.html).Acesso em 26/06/2005.

GARCIA, M^a MT et al. **Um estúdio sobre la evaluacion de libros didáticos**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol.2, n ° 2: p 36-50, set/ 2002.

GARCIA, N.M.D; JAZOMAR, V.da R.; COSTA, R.Z.V. **Área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: algumas contribuições para a sua organização**. In: KUENZER, A.Z. Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. São Paulo: Cortez, 2001.

HALLEWELL, Laurence.1985. **O livro no Brasil, sua história**. São Paulo: T.A.Queiroz.

HOLTON, G.; RUTHERFORD, F.J.; WATSON, F.G. **Projecto Física**. Trad. João Caraça e Paulino Corrêa. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1978.204p. http://www.fnde.gov.br/home/index.jsp?arquivo=/ld_ensinomedio/ld_ensinomedio.html.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2005.

KOTLER, Philip.2000. **Administração de marketing**. São Paulo: Prentice Hall. 10^a edição.

LAJOLO, M.P. **O livro didático: velho tema , revisitado**. Em aberto, Brasília; v.6, n.35, p1-9, Jul/Set.1987.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza, 1989.

LANGEVIN, P. **O valor educativo da História das Ciências**. In Gama, R. (org).Ciência e Técnica: antologia de textos históricos. São Paulo: T.A.Queiroz, 1992.

LEWIS, J.L. **O Ensino da Física Escolar I**. Trad. Eduardo Saló. Lisboa: Estampa, 1976-b.284p.

LEWIS, J.L. **O Ensino da Física Escolar III**. Trad. Eduardo Saló. Lisboa: Estampa, 1976-b.233p

LOPES, A. **Livro didático: Uma tentativa de inversão de sinal**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n.63, p.101-2,1987.

LORENTZ, K. **Os livros didáticos e o ensino de ciências na escola secundária brasileira no século XIX**. Ciência e Cultura, São Paulo, v.30, n^o 3, mar.1986.

MARTINS, L.A.P (1988). **A História da Ciência e o ensino de Biologia**. Jornal Semestral do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino e Ciência da Faculdade de Educação da Unicamp p, 5.18-21,1998.

MARTINS, R.A.(1990). **Sobre o papel da História da Ciência no Ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira da História da Ciência, 9, 3-5.

MARTINS, R.A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M e ROXO BELTRAN, MARIA HELENA (orgs). **ESCREVENDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/ Livraria Editora da Física / Fapesp, 2004.

MATTHEWS, M.R. **Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science**. London: Routledge, 1994.287p.

MATTHEWS, M.R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.12, n.3, p.164-214, 1995.

MOHR, A.A **saúde na escola: Análise de livros didáticos de 1^a a 4^a séries**. Rio de Janeiro.94p. Dissertação (Mestrado).

MORGADO, JOSÉ CARLOS. **Manuais Escolares Contributo para uma análise**. Porto Editora, LDA, Porto-Portugal, 2004.

MORTIMER, E.F (1988). **O Ensino de teoria atômica e de ligação química no segundo grau; drama, tragédia ou comédia ?** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

MOYSÉS, L.M.M.; AQUINO, L.G.T. **As características do livro didático e os alunos**. Cadernos Cedes. O cotidiano do livro didático, v.18, p.5-14, 1987.

MUNAKATA, Kazumi. 1997. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. Tese de Doutorado em História da Educação. PUC/SP.

NABIHA, G. **O plano Nacional do Livro didático no Brasil**. Disponível em: http://www.inep.gov.br/download/cibec/pce/2001/paper_nabiha.doc. Acesso em 17out2004.

NEVES, M. **O Resgate de uma História para o Ensino de Física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.9, n.3, p.215-224, Dez.1992.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (org). **Ensino de Física - conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis : Editora da UFSC, p.151-170, 2001.

PIETROCOLA, M; ALVES, J.de P.F.; PINHEIRO, T.de F. Prática interdisciplinar na formação de professores de ciências. In: http://www.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_v8_n2_a3.html. Acesso em 09/06/2005.

PRETTO, N.L. **A ciência nos livros didáticos**, Unicamp, Campinas, 1985.

ROSA, C.W. da; ROSA, A.B. da. **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias. Vol.4, N ° 1, 2005. Acesso em 09/06/2005.

ROSEMBERG, L. **O livro didático**. Revista Ande, São Paulo, v.1, n.1, p.37,1987.

RUTHERFORD, F.J. **Fostering the history of Science in American Science Education**. Conference Science as Culture – International conference on History, Philosophy, and Science Teaching, como – Pavia, Itália, 1999.

SAAB, William George Lopes; Gimenez, Luiz Carlos Perez, Ribeiro, Rodrigo Martins 1999. **Cadeia de comercialização de livros**. Gerência Setorial de Comércio e serviços do BNDS.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinariedade: o currículo integrado: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, 275p.

SCAFF, E.A.S. **O guia de livros didáticos e sua utilização no Brasil e no Estado do Mato Grosso do Sul**. Revista de Educação Pública. Vol 9, n ° 15, pp. 1-15, dez/2004.

SEROGLOU, Fanny; KOUMARAS, Panagiotis. **The contribuion of the History of Physics in Physics Education: A Review** Science e Education; n 10, 2001.

SILVA, V.L.M.da. **Avaliação do conteúdo nutricional de livros didáticos nas escolas públicas de 1º grau do Estado do Rio de Janeiro**, 1990.63p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVEIRA, F.L. **Uma epistemologia racional - realista e o Ensino da Física**. Porto Alegre, 1993. Tese de Doutorado. PUC-RS.

SIMPÓSIO Nacional de Ensino de Física (15.; 2003 : Curitiba, PR) **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física** (CD-ROM), Curitiba-PR, 21 A 26 de março de 2003; organizador Nilson Marcos Dias Garcia. – Curitiba: Cefet-PR, 2003. 1 CD-Rom (3132p.) : il.

SOARES, Magda Becker. **Um olhar sobre o livro didático**. Presença Pedagógica, v.2, n.12, p.53-62, 1996.

WANG, H.A; SCHMIDT, W.H. History, **Philosophy and sociology of Science of Science Education**: Results from the third Internacional Mathematics and Science study. Science e Education, Netherlands, p51-70, 2001.

WUO, Wagner. **A Física e os livros uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio**. São Paulo: EDUC:FAPESP, 2000.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. São Paulo, 1989. Tese de doutorado. FEUSP.

ZILBERMAN, Regina. 1998. **Políticas de leitura e formação do leitor no Brasil**. Revista da Biblioteca Mário de Andrade. São Paulo: SME.VOL, pp-56-63.

Anexo I: A forma e a intenção com que aspectos da História da Ciência são apresentados nos livros textos analisados

Livro 1 - Universo da Física / Editora Atual

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética	Henry e Faraday	438	Texto e Figuras de Joseph Henry	Mostrar as atividades do cientista e seu objetivo.
	O experimento de Faraday	439	Detalhes do experimento	Representar e mostrar o experimento realizado por Faraday.
	Fluxo Magnético	440	Menção ao principal cientista da indução eletromagnética	Informar o idealizador do conceito de linhas de força
	Fluxo magnético	442	Texto	Informar a unidade do fluxo magnético.
	Corrente induzida	445	Texto	Informar a conclusão dos experimentos de Faraday.
	Lei de Lenz	447	Texto	Detalhes do experimento de Faraday.
	Física no devido tempo	449	Fotos	Mostrar a trajetória de Faraday
	A lei de Faraday	454	Menção a Faraday	Evidenciar o cálculo da força eletromotriz média
	Campos elétricos induzidos	465	Texto	Aplicação da lei de Faraday.
	Geradores eletromagnéticos	470	Figuras	Relacionar a teoria com a aplicação prática
	Supercondutores e magnetismo	471	Texto e fotos	Evidenciar as aplicações tecnológicas relacionadas ao conceito da indução eletromagnética.

Livro 2 - Física / Editora Atual

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética	Introdução	372	Texto	Mostrar o objetivo dos cientistas
	Fluxo magnético	372	Texto	Informar a unidade do fluxo magnético
	Corrente induzida	374	Texto	Informar a conclusão dos experimentos de Faraday
	Lei de Lenz	374	Texto	Informar a explicação do sentido da corrente induzida
	Lei de Lenz	375	Texto e figuras	Detalhes do experimento
	Lei de Faraday	375	Texto	Detalhes da f.e.m induzida
	Condutor retilíneo movendo-se em campo uniforme	376	Figura	Evidenciar os detalhes onde há um campo magnético uniforme
	Condutor retilíneo movendo-se em campo uniforme	376	Texto e figura	Detalhe do módulo da força eletromotriz
	Condutor retilíneo movendo-se em campo uniforme	377	Texto e figura	Informar o sentido da corrente induzida sem recorrer as leis de Faraday e Lenz
	Campos elétricos induzidos	378	Texto	Informar o conteúdo da lei de Faraday

Livro 3 - Física / Editora Ática

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética	Fluxo do campo magnético	241	Texto	Informar a unidade do fluxo magnético
	História	241	Texto em seção	Informar as principais contribuições de Weber
	Aprofundamento	242	Expressão em seção	Mostrar a lei de Gauss para o magnetismo.
	Indução eletromagnética	243	Texto	Relação entre a corrente elétrica e o campo magnético
	Indução eletromagnética	244	Texto e figura	Detalhar o experimento de Faraday
	História	244	Texto em seção e figura	Informar os descobridores da indução eletromagnética e as suas principais atividades
	Indução eletromagnética	245	Texto	Detalhe sobre o sinal negativo da força eletromotriz induzida
	História	246	Texto em seção	Trajétoria de Lenz
	História	257	Texto em seção	Mostrar a diferença entre os homens que se preocupavam com o conhecimento teórico e os homens que se preocupavam com as aplicações práticas
	Tecnologia	257	Texto em seção	Mostrar as aplicações tecnológicas através de alguns dispositivos

Livro 4 - Física – Série Brasil / Editora Ática

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética	Introdução	508	Texto	Informar a autoria da conquista científica ou tecnológica
	Fluxo do campo magnético	509	Texto	Informar a unidade do fluxo magnético
	Indução eletromagnética-Lei de Faraday	511	Texto	Informar a relação entre o magnetismo e a eletricidade
	Indução eletromagnética-Lei de Faraday	512	Texto	Mostrar a expressão de Faraday de forma simplificada
	Lei de Lenz	512	Texto	Expressar o enunciado da Lei de Lenz
	Lei de Lenz	513	Texto e figuras	Relacionar o consumo de energia e a geração de corrente elétrica
	Geradores eletromagnéticos e corrente alternada	513	Figura	Informar o sentido da corrente gerada
	Transformador	514	Texto	Informar a aplicação da indução eletromagnética
	Transformador	515	Texto	Relacionar o número de espiras com a f.e.m
	Transformador	516	Texto	Evidenciar a intensidade das correntes no primário e secundário com o número de espiras nesses enrolamentos
	Tecnologia	516	Texto e figura	Relacionar a importância dos transformadores na distribuição da eletricidade

Livro 5 - Física - Ciência e Tecnologia / Editora Moderna

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética	Fluxo magnético	502	Texto	Relacionar o campo magnético com a corrente elétrica.
	Fluxo magnético	503	Texto	Informar a unidade de fluxo magnético.
	Fluxo magnético	503	Figuras	Detalhar a experiência realizada
	O sentido da corrente elétrica induzida	504	Texto	Informar a lei do cientista que determinou o sentido da corrente induzida.
	Lei de Faraday	507	Texto	Mostrar a observação da experiência de Faraday
	Lei de Faraday	507	Texto	Mostrar o valor absoluto da força eletromotriz induzida média
	Aplicações da indução eletromagnética	509	Texto	Evidenciar a expressão máxima da corrente elétrica induzida
	Aplicações da indução eletromagnética	510	Figuras	Mostra os principais componentes que compõem a usina hidrelétrica
	Transformador	511	Texto e figura	Mostrar a aplicação da indução eletromagnética.
	Transformador	511	Texto	Relacionar o número de espiras com a tensão nas bobinas.
	O detector de metais	517	Texto	Detalhar a aplicação prática.

Livro 6 - Física / Editora Scipione

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Força eletromotriz induzida	Introdução	271	Texto e figura	Informar o descobridor do fenômeno da indução eletromagnética
	Condutor em movimento dentro de um campo magnético.	272	Texto e figura	Relacionar o campo magnético com a força eletromotriz induzida
	Outros exemplos de f.e.m induzida	272	Texto e figura	Informar que Faraday realizou um grande número de experiências
	Outros exemplos de f.e.m induzida	273	Figura e texto	Informar que Faraday analisou as experiências realizadas até descobrir um fato em comum
	A lei de Faraday	274	Texto	Informar a unidade do fluxo magnético
	Nota histórica	274	Texto e foto	Informar as principais contribuições de Weber
	A lei de Faraday	275	Texto	Mostrar o enunciado da lei de Faraday
	A lei de Faraday	276	Texto em quadro	Mostrar a equação da Lei de Faraday (da indução eletromagnética)
	O sentido da corrente induzida	281	Texto	Apresentar a descoberta realizada por Lenz
	Nota histórica	282	Texto e foto	Mostrar as principais contribuições de Lenz
	O transformador	284	Figuras, fotos e texto	Mostrar a utilidade do transformador nas instalações elétricas
	Relação entre as voltagens no primário e no secundário	285	Texto	Destacar a relação do número de espiras no primário e secundário com as voltagens

Livro 7 - Física - de olho no mundo do trabalho / Editora Scipione

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Indução eletromagnética geradores de corrente alternada	Introdução	247	Texto	Relacionar correntes elétricas com campos magnéticos
	Introdução	247	Texto	Mencionar o fenômeno observado por M.Faraday
	Nota histórica	247	Foto e texto	Mostrar uma breve trajetória de M.Faraday
	Corrente induzida	247	Figuras	Detalhes do experimento realizado por Faraday
	Fluxo magnético	248	Texto e figuras	Mostrar a importância do conceito de fluxo magnético
	Lei de Faraday	248	Texto	Mostrar a conclusão realizada por Faraday
	O gerador de corrente induzida	249	Texto	Mostrar a relação da indução eletromagnética com a energia elétrica
	O gerador de corrente alternada	249	Figura	Mostrar os detalhes da corrente alternada
	Usinas geradoras de energia elétrica	250	Figuras	Relacionar a teoria com a aplicação tecnológica
	O transformador	251	Texto	Mostrar a relação entre a voltagem e o número de espiras

Livro 8 - Física- para o ensino médio / Editora Scipione

Tópico	Assunto	Página	Forma	Intenção
Faraday e o fenômeno da indução eletromagnética	Será que um campo magnético externo pode produzir uma corrente elétrica num fio?	367	Texto	Informar o objetivo de Faraday
	Será que um campo magnético externo pode produzir uma corrente elétrica num fio?	367	Texto	Evidenciar o bom resultado obtido por Faraday
	Será que um campo magnético externo pode produzir uma corrente elétrica num fio?	367	Texto	Mostrar a reflexão do trabalho de Faraday
	Será que um campo magnético externo pode produzir uma corrente elétrica num fio?	368	Texto e figura	Detalhes do experimento de faraday
	Será que um campo magnético externo pode produzir uma corrente elétrica num fio?	368	Texto	Relacionar a corrente elétrica com o campo magnético
	Linhas de campo	369	Texto	Mostrar o campo magnético por meio de desenhos
	A lei de Lenz e a lei de Faraday	372	Texto	Mostrar que há indícios de um trabalho colaborativo.
	A lei de Lenz e a lei de Faraday	372	Texto	Evidenciar a observação de Lenz com relação a corrente elétrica induzida
	A lei de Lenz e a lei de Faraday	373	Texto	Associa a lei de Lenz ao princípio da conservação da energia
	A lei de Lenz e a lei de Faraday	374	Texto	Mostrar a equação que relaciona a força eletromotriz induzida com a variação do fluxo magnético e o intervalo de tempo transcorrido

Anexo II: A História da Indução Eletromagnética

O texto abaixo é de autoria de Roberto Martins e Valéria Silva Dias, foi publicado na revista *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004 e tem a função de apresentar alguns aspectos da história de Faraday e da descoberta da indução eletromagnética.

MICHAEL FARADAY: O CAMINHO DA LIVRARIA À DESCOBERTA DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

A história de Faraday na sala de aula

Embora existam bons exemplos do uso da **história** em livros texto, isso ainda não se constitui a regra e sim exceção. Na grande maioria das vezes em que elementos da **história** de uma determinada Ciência são levados à sala de aula incluídos nos livros didáticos do Ensino Médio (alguns livros não fazem referência à **História** da Ciência que abordam), isso se dá por meio da apresentação do "surgimento" (normalmente descontextualizado) de uma grande teoria que "derruba" a teoria anteriormente vigente; de alguns aspectos da biografia de cientistas, descritos de forma caricatural, ou somente com fotos dos mesmos.

É no estudo de eletromagnetismo que o nome de Michael Faraday surge como um personagem importante. Frequentemente repete-se nestes momentos que Faraday era um garoto pobre, que muito pequeno já trabalhava como ajudante de um livreiro e que foi lendo

os livros da livraria e percebeu que tinha algo especial, algo como uma genialidade escondida, cujo despertar permitiu torná-lo, posteriormente, um grande cientista. Em uma mesma frase,

Faraday passa de ajudante em uma livraria ao "descobrimento" da lei da **indução**. Mas, o que existe entre esses dois momentos?

Além disso, o que foi que Faraday descobriu? Seu trabalho foi

essencialmente experimental (o que não significa que ele não tivesse pressupostos teóricos emergentes da produção científica na área) e qualitativo (sem medidas), e ele não chegou a nenhuma lei quantitativa da **indução**. Costuma-se apresentar, didaticamente, a **indução eletromagnética** falando sobre a corrente elétrica que é induzida em uma bobina quando se move um ímã em sua proximidade, mas não foi esse tipo de fenômeno que Faraday estudou, inicialmente.

A trajetória percorrida por Faraday até chegar à elaboração de lei da **indução** mostra que seus progressos dependeram muito mais de trabalho de pesquisa, de leitura e estudo, de seu interesse e esforços, do que de uma superioridade intelectual incomum. A próxima seção relata uma parte dessa trajetória visando esclarecer essas convicções.

A história de Faraday segundo uma pesquisa histórica

Para estudar o trabalho de Faraday sobre eletromagnetismo, foram utilizados os trabalhos publicados pelo próprio Faraday, no período; além disso, foi consultado seu diário de laboratório 8 que contém anotações de setembro de 1820 até março de 1862. Foi utilizado apenas o primeiro de sete volumes, compreendendo o período de setembro de 1820 a junho de 1832. Também foi empregado somente o primeiro volume da correspondência de Faraday editado por Frank A. J. L. James, abrangendo o que foi mantido do período de 1811 a 1831.

A correspondência que foi conservada do período aqui estudado é bastante incompleta; aparentemente Faraday não guardava rascunhos ou cópias das correspondências que escrevia e enviava, assim muitas se perderam. Foi conservada maior quantidade de correspondência passiva (recebida) do que ativa (escrita pelo próprio Faraday).

Com este material foi possível tentar acompanhar e compreender quais as idéias que guiaram as pesquisas de Faraday sobre eletromagnetismo, que resultaram na publicação de seis artigos em revistas e jornais conceituados no meio científico da época e no crescimento de sua reputação neste meio.

A **história** aqui apresentada será dividida em quatro partes. A primeira fará um breve retrato biográfico, apresentando a trajetória de Faraday através das datas

mais relevantes de sua **história**. Depois o artigo focalizará o ano de 1820 e os desdobramentos da descoberta do eletromagnetismo. As pesquisas de Faraday nesta área podem ser divididas em três períodos: 1820 a 1821, retratando as pesquisas iniciais, prioritariamente baseadas na reprodução de experimentos publicados por outros pesquisadores; 1821 a 1823, enfocando o começo de uma atividade inovadora, que passou a contribuir com o desenvolvimento da área; 1825 a 1832,

onde será mostrada a trajetória de investigações e questionamentos das teorias da época até a experiência da **indução eletromagnética**.

Um breve relato biográfico

Michael Faraday nasceu em 22 de setembro de 1791, em Newington Butts, Surrey.

Seus pais, James Faraday (que trabalhava como ferreiro) e Margaret Hastwell, já tinham dois filhos: Elizabeth e Robert. A família se mudou para Londres quando Faraday tinha cinco anos, época em que a Inglaterra sofria as conseqüências da Revolução Francesa. A situação financeira da família era ruim e Michael teve uma precária formação básica, aprendendo somente o necessário para ler, escrever e um pouco de Matemática.

Em 1804, com 13 anos, Faraday começou a trabalhar para G. Riebau, como ajudante em sua livraria. Sua função era transportar o material e ajudar nas encadernações. Nesse contato com os livros ele teve a oportunidade de melhorar sua formação, lendo com grande interesse todos os livros que podia.

Em 1812" através da ajuda de um cliente da livraria, assistiu a uma série de quatro conferências do químico Humphry Davy, na *Royal Institution*. Anotou cuidadosamente essas conferências e enviou uma cópia para Davy, pedindo-lhe um emprego em qualquer função relacionada à Ciência. Em março do ano seguinte, com a demissão de um assistente, Faraday conseguiu o emprego. Então, aos 22 anos, Faraday tomou-se auxiliar de laboratório de Humphry Davy na *Royal Institution* de Londres.

Em outubro de 1813, Faraday acompanhou Davy em uma viagem pela França, Itália e Suíça, onde manteve contato com cientistas de diferentes áreas e

aprendeu a "ver" e "pensar" os problemas científicos. Durante vários anos, apenas auxiliou Davy em seus estudos em Química e foi assim que adquiriu um enorme traquejo experimental. Davy foi um químico brilhante e seu laboratório

era um dos mais bem equipados da Inglaterra. Com ele, Faraday fez um estudo sobre o cloro, experiências sobre difusão de gases e liquificação, dentre tantas outras atividades sobre Química.

Até 1820 Faraday não havia se dedicado a pesquisas físicas. Neste ano, Hans Christian Ørsted divulgou a descoberta do eletromagnetismo [{M:~U'tins, 1986}](#), e o novo fenômeno despertou o interesse de muitos investigadores - incluindo Humphry Davy. Motivado por esses estudos, aos 29 anos Faraday iniciou uma série de trabalhos independentes sobre eletromagnetismo, sempre intercalados pelos estudos sobre Química.

Em 1821, Faraday fez suas primeiras conferências e começou a publicar seus trabalhos independentes. Casou-se com Sarah Bamad neste mesmo ano, e foi recomendado por Davy para sucedê-lo na superintendência do laboratório. A partir desse período, o trabalho de Faraday já era independente. Em 1824 ele se tomou membro da *Royal Society*, por seus trabalhos sobre Química. Em 1825 ele se tomou diretor do laboratório, e no ano seguinte iniciou uma série de conferências semanais, às sextas-feiras. Até 1830 os trabalhos principais de Faraday foram sobre Química. Em 1831, com a descoberta da **indução eletromagnética**, Faraday iniciou um período em que se envolveu cada vez mais com pesquisas físicas, sem nunca abandonar, no entanto, a Química.

Durante sua vida, foi chamado para consultoria em diversos trabalhos públicos e por 30 anos foi conselheiro da *Trinity House*. Sem nunca ter cursado uma universidade, recebeu títulos honorários e homenagens de toda parte do mundo, e ambos, *Royal Society* e *Royal Institution*, tentaram persuadi-lo a aceitar a presidência, sem sucesso.

No verão de 1858, Faraday se aposentou, após 38 anos de trabalho na *Royal Institution*. Morreu em 25 de agosto de 1867, em Hampton Court Green, Londres.

Primeira fase de pesquisas: 1820 -1821

A descoberta de Orsted, publicada em artigo datado de 21 de junho de 1820 (Orsted, 1986), desencadeou um grande interesse na comunidade científica da época e também Davy começou a investigar o assunto. Ele realizou uma série de experimentos e Faraday foi seu assistente, tendo desta forma seu primeiro contato com o eletromagnetismo.

Em setembro daquele ano, Faraday descreveu uma série de experimentos realizados em sete dias, sobre rotações eletromagnéticas, mas sua correspondência traz evidências de que outros experimentos foram anteriormente realizados. Em 11 de agosto de 1821, Faraday recebeu uma carta 1/ de Richard Phillips, onde o autor indagava a Faraday sobre suas pesquisas em eletromagnetismo e sobre um artigo que teria sido encomendado por ele a Faraday.

Numa outra carta, também de R. Phillips para Faraday, esta datada de 4 de setembro, Phillips acusou o recebimento do artigo, citado anteriormente, e assegurou que sua publicação seria feita anonimamente, como pedido por Faraday:

Eu li hoje o artigo sobre eletromagnetismo, e nem necessito dizer que este tem minha inteira aprovação, sendo exatamente o que eu queria. [. .] Eu tomarei todos os cuidados para manter seu nome privado, mas não tenho a mínima objeção de tornar este conhecido quando você desejar tout au contraire - quanto mais cedo, melhor

Esses dados revelam que, embora não esteja claro em quais circunstâncias, Faraday foi convidado a escrever um artigo de revisão sobre o eletromagnetismo, para a revista *Annals of Philosophy*. Sabemos que ele aceitou o convite e preferiu que seu nome não aparecesse na publicação; a carta citada não traz qualquer indicação a respeito do motivo, e as cartas de Faraday para Phillips se perderam.

Sabemos também que Faraday se dedicou a ler um grande número dos trabalhos que haviam sido publicados até então e redigiu um artigo que foi publicado em três partes, sob o título de "Historical sketch of electro-magnetism"

Na primeira parte do artigo Faraday fez um resumo do trabalho realizado por Orsted, suas considerações e hipóteses que levaram à descoberta do eletromagnetismo. Na segunda parte, ele descreveu a contribuição dos pesquisadores posteriores a Orsted, centralizando-se apenas nos fenômenos

descobertos e evitando fazer considerações sobre os fatos. Ele analisou principalmente o trabalho de pesquisadores franceses, mencionando Arago, que foi o primeiro físico francês a tomar conhecimento da descoberta de Ørsted e a comunicá-la à Academia de Ciências de Paris, permitindo desta forma que Ampere tomasse conhecimento desse trabalho.

Ampere logo se tornou um dos pesquisadores mais ativos na área, repetindo, variando e aplicando os resultados dos experimentos de Ørsted. Em seu trabalho propôs a redução dos fenômenos magnéticos a efeitos puramente elétricos e descobriu e analisou a interação entre duas correntes elétricas. Faraday comentou os resultados alcançados por Ampere:

Duas correntes elétricas se atraem quando se movem paralelas entre si e na mesma direção, e se repelem quando elas se movem paralelas entre si em direções contrárias.

Nesses dois primeiros artigos sobre eletromagnetismo, Faraday não apresentou nenhuma contribuição original. Mas, estimulado pela leitura dos artigos que precisou consultar e intrigado, talvez, por alguns resultados estranhos encontrados na repetição dos experimentos começou a fazer novas investigações na *Royal Institution* que o conduziram a novas descobertas.

Segunda fase de pesquisas: 1821-1823

As primeiras experiências foram guiadas pela idéia (que, atualmente, sabemos estar errada) de que um fio conduzindo corrente deveria atrair ou repelir os pólos magnéticos de uma agulha magnética. Faraday colocou o fio condutor em uma posição vertical.

Aproximando uma agulha para verificar as posições de atração e repulsão, Faraday encontrou que para cada pólo existiam duas posições atrativas e duas repulsivas, permitindo que a agulha tomasse sua posição original em relação ao fio.

Esse resultado não era o mesmo encontrado por Ørsted, para quem não existia uma posição atrativa e uma repulsiva para cada pólo. Na descrição dos resultados apresentados no artigo, Faraday escreveu:

Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um pólo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo a atração ou repulsão dada na extremidade do pólo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento [o meio da agulha magnética], por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência da agulha de mover-se na direção anterior diminui até anular-se, de forma que a agulha torna-se indiferente ao fio. Finalmente, o movimento se inverte e a agulha é fortemente forçada a passar pelo caminho oposto

A partir de experimentos como este, Faraday se convenceu, primeiramente, de que os pólos da agulha magnética não estavam exatamente nas suas pontas, mas a uma certa distância das extremidades, no eixo da agulha. Porém, o resultado mais importante dos experimentos foi que, repetindo-os e observando os movimentos, Faraday se convenceu de que, ao invés de sofrer atração e repulsão, o pólo magnético da agulha tendia a girar em torno do fio condutor.

Esses resultados eram compatíveis com a interpretação de Ørsted que, ao invés de descrever atrações e repulsões, descrevia os movimentos de rotação da agulha magnética, ou seja, estava preocupado com questões de direcionamento e não de forças. Faraday elaborou, então, vários experimentos para verificar tais conclusões.

Faraday conseguiu, inicialmente, produzir a rotação de um fio condutor em torno de um ímã e, posteriormente, conseguiu fazer o pólo girar ao redor do fio. Nos dois experimentos ao inverter a corrente elétrica, observou que a rotação mudava de sentido.

As rotações eletromagnéticas se constituíram numa contribuição importante ao desenvolvimento da nova área e o artigo de Faraday bastante longo e repleto de experimentos e discussões, foi rapidamente traduzido para o francês e acrescido de comentários escritos por Ampere.

Estes experimentos levaram a uma intensa correspondência entre os dois e logo no início do ano seguinte, em carta datada de 23 de janeiro de 1822, Ampere escreveu para Faraday descrevendo a repetição e analisando os experimentos de rotação **eletromagnética**, sugerindo que tais experimentos poderiam ser utilizados como provas da existência das correntes elétricas no interior dos ímãs. Em resposta, Faraday escreveu uma carta para Ampere em 2 de fevereiro, onde disse:

A rotação do ímã me parece ocorrer em conseqüência das diferentes partículas, das quais este é composto, serem colocadas, pela passagem da corrente, no mesmo estado que o fio de comunicação entre os pólos voltaicos assume em relação à posição do pólo magnético

Em seguida, Faraday explicou o que queria dizer: o motivo básico da

rotação do ímã Em torno de seu eixo não seria a existência de correntes circulares em seu Interior, mas sim uma interação entre a corrente elétrica que passa por ele e os pólos magnéticos do próprio ímã.

A descoberta dos novos fenômenos de rotação havia desviado Faraday de seu trabalho de revisão bibliográfica para os *Annals of Philosophy*. No entanto, pouco depois ele completou a terceira parte desse trabalho. Neste artigo, ainda publicado anonimamente, Faraday inicialmente fez um relato das teorias existentes sobre eletromagnetismo, que ele considerava serem as mais significativas. Neste, cita: Orsted, Berzelius, Wollaston, Schweigger, Ridolfi e Ampere, apontando que as idéias deste último seriam as mais completas e precisas, embora necessitando ser desenvolvidas em maior profundidade.

A última publicação de Faraday desta seqüência se deu em 1823, no *Quarterly Journal of Science*, com o título: "Historical statement respecting electro-magnetic rotation". O artigo apresentou sua argumentação contra acusações de ter-se apropriado indevidamente das idéias de Wollaston na questão da rotação **eletromagnética**. Como Wollaston era um importante personagem da época, além de ser amigo de Davy, é provável que Faraday estivesse em grandes apuros por causa dessa acusação.

Mesmo após essas acusações, em 18 de janeiro de 1823, Faraday voltou a trabalhar nos experimentos eletromagnéticos, começando uma seqüência de vinte e quatro experimentos sobre rotações, com um enfoque bastante diferente do que tinha feito anteriormente. Todos eles estão relacionados a fenômenos de rotação de fios ou ímãs em torno de seus próprios eixos - um problema importante sob o ponto de vista da discussão entre Faraday e Ampere.

Terceira fase de pesquisas: 1825 - 1832

Depois de uma pausa, Faraday voltou a publicar sobre o assunto em 1825, no *Quarterly Journal of Science*, um trabalho bem curto, onde apresentou resultados negativos de sua primeira tentativa de influenciar a intensidade de correntes elétricas através de um ímã.

Como a corrente elétrica [. .] afeta poderosamente um ímã, tendendo a fazer seus pólos passarem ao redor do fio [. .] a esperança era, por várias razões, que a aproximação de um pólo de um poderoso ímã diminuiria a corrente de eletricidade [. .]

O experimento consistiu em conectar os pólos de uma bateria por um fio metálico, em forma de solenóide, com a extremidade ligada a um galvanômetro. Dentro do solenóide foi inserido um ímã e procurou-se observar alguma deflexão na agulha do galvanômetro. Sabemos que deveria ter ocorrido algum efeito nesses experimentos (durante os instantes em que Faraday movia os ímãs), mas esses efeitos não foram observados.

Uma carta 18 enviada a Faraday por Peter Barlow mostra que Faraday também esteve interessado, nesta época, nos experimentos apresentados por Arago na Academia de Ciências de Paris.

o fenômeno com o qual ele entreteve a Academia hoje é, por assim dizer, o inverso do anterior. Já que uma agulha em movimento é freada por uma placa em repouso, o Sr. Arago pensou que deveria seguir-se que uma agulha em repouso seria arrastada por uma placa em movimento ~ IB25 p 325j.

Antes porém, da realização de experimentos semelhantes aos de Arago (intitulados em seu diário por "Experimentos de **indução** elétrica em imitação aos experimentos de Arago na rotação de ímãs"), Faraday realizou outros em 28 de novembro de 1825: "Experimentos de **indução** pela conexão de fio na bateria voltaica". Aparentemente ele utilizou aqui a palavra "**indução**" em analogia ao que se observa no caso da eletricidade estática, em que a presença de uma carga elétrica induz uma carga oposta em corpos próximos.

Durante os anos seguintes, ele afastou-se quase totalmente das pesquisas eletromagnéticas, como mostra a ausência completa desse assunto em seu diário de laboratório e em suas publicações. Porém, um registro no diário, realizado em 22 de abril de 1828, mostra que Faraday não tinha abandonado sua busca. Nessa anotação ele descreveu um experimento em que fez um anel com fio de cobre (soldando suas extremidades) e fixou-o com um pedaço de fio para sustentá-lo com numa balança de torção. Introduziu no anel o pólo de um ímã em barra, depois aproximou outros ímãs em diferentes posições e não observou nenhum efeito. Aproximou um ímã em forma de ferradura do fio, conectando seus pólos, mas esse circuito fechado também não apresentou efeito observável. Repetiu o experimento

torcendo as extremidades do fio para formar o anel (no lugar da solda) e usando platina e prata no lugar de cobre. Não obteve resultados.

Foi um experimento isolado em meio a suas experiências de Química e o resultado negativo parece não tê-lo motivado a prosseguir naquele momento. Uma nova fase de pesquisas sobre eletromagnetismo se iniciou somente em 1831, quando Faraday encontrou o que parece ter buscado desde o final de 1825: a **indução eletromagnética**.

Essas considerações, com suas conseqüências, a esperança de obter eletricidade do magnetismo comum, estimulou-me várias vezes a investigar experimentalmente o efeito indutivo das correntes elétricas. Eu, ultimamente, cheguei a resultados positivos, e não apenas tive minhas expectativas realizadas, mas obtive a chave que parece abrir várias explicações dos fenômenos magnéticos de Arago e, também, descobrir um novo estado que pode, provavelmente, ter irifluência em alguns dos mais importantes efeitos das correntes elétricas

O Diário de Faraday não dá nenhuma indicação do motivo pelo qual ele iniciou os novos experimentos. Do início de 1831 a julho do mesmo ano, Faraday estudou figuras acústicas em sólidos e líquidos. Em maio ele retomou rapidamente ao estudo do efeito termoelétrico, e nos dias 18 e 19 de agosto de 1831 ele estava se dedicando a experimentos sobre elaboração de chapas de cobre para impressão de figuras.

Sem nenhuma explicação prévia, nas anotações relativas ao dia 29 de agosto de 1831, Faraday começou por descrever um anel de ferro doce~ue construiu para o experimento e foi preservado até hoje.

Foi feito um anel de ferro (ferro doce) circular, com 7/8 de polegada de espessura e 6 polegadas de diâmetro externo. Várias espiras de fio de cobre foram enroladas ao redor de uma metade do anel, as espiras sendo separadas por barbante e algodão - existiam três extensões de fio, cada um com aproximadamente 24 pés de comprimento e eles poderiam ser ligados como uma só extensão ou usados como pedaços separados, cada um isolado do outro. Chamarei este lado do anel de A. No outro lado, mas separado por um intervalo, foram enrolados fios em dois pedaços juntos, contabilizando aproximadamente 60 pés em comprimento, a direção sendo como das primeiras espiras; este lado chamarei B.

Faraday acreditava que a passagem de corrente elétrica em um dos enrolamentos poderia induzir uma corrente elétrica no outro enrolamento. Os dois enrolamentos do lado B foram unidos para formar um único, e sua extremidade foi conectada a um fio de cobre passando sobre uma agulha magnética a uma distância de 3 pés do anel. Deste modo, a agulha ao mover-se indicaria a passagem de uma corrente pelo lado B do anel. Uma das espiras do lado

A foi conectada com uma bateria de 10 pares de placas, de 4 polegadas quadradas e, com a passagem da corrente pelo lado A, vinda da bateria, uma corrente foi detectada no lado B do anel.

Imediatamente um efeito sensível apareceu na agulha. Esta oscilou e estabeleceu-se por fim na posição inicial. Quebrando a conexão do lado A com a bateria, novamente houve uma perturbação na agulha

Faraday havia encontrado um efeito e, para confirmá-la, juntou as extremidades das espiras do lado A em um enrolamento único e conectou com a bateria. Um efeito ainda mais forte foi observado na agulha. A corrente somente surgia em B imediatamente após conectar o lado A com a bateria ou imediatamente ao desconectá-lo. Quando a corrente estava fluindo continuamente no lado A, nada ocorria no lado B.

Note-se que, neste primeiro experimento bem sucedido, depois de anos de tentativas, o que Faraday encontrou foi o efeito de uma corrente elétrica sobre outra, e não de um ímã sobre uma corrente elétrica. Sob o ponto de vista didático, geralmente se introduz a **indução eletromagnética** de outra forma.

Na seqüência do mesmo dia (29 de agosto de 1831) Faraday procurou obter efeitos químicos e fagulhas, indicações de que estava tentando verificar se o efeito obtido era realmente elétrico (como a corrente obtida através de uma pilha) ou de algum outro tipo.

No dia seguinte, Faraday fez outras experiências sempre com resultados de mesmo caráter, ou seja, só ocorrendo quando se estabelecia ou se interrompia a conexão com a bateria. Isso levou Faraday à seguinte indagação:

Não poderiam esses efeitos temporários estarem conectados com as causas da diferença entre os efeitos de metais em repouso e em movimento, nos experimentos de Arago?

Faraday parece ter começado a entender que o disco estacionário, nos experimentos de Arago, não poderia produzir qualquer efeito sobre o ímã, sendo esses efeitos indutivos como no experimento do anel e, portanto, obtidos somente quando o disco estava em movimento relativo ao ímã. Uma evidência disso é que em 23 de setembro de 1831, Faraday escreveu

seu amigo R. Phillips contando que havia voltado a se ocupar com o

e1etromagnetismo e que tinha uma idéia, embora ainda não a pudesse confirmar, de que sabia por que metais eram magnéticos quando em movimento, apesar de não o serem (geralmente) quando em repouso. Evidentemente, essa idéia motivou Faraday em suas atividades e certamente direcionou alguns dos experimentos seguintes.

Em um deles utilizou um cilindro de ferro e a hélice L [o pequeno cilindro de ferro de 7/8 de espessura e 4 polegadas de comprimento, envolvido com quatro pedaços de fio de 14 pés de comprimento cada].

Todos os fios foram unidos em uma única hélice e conectados à hélice indicadora, a distância, pelo fio de cobre: depois o ferro foi colocado entre os pólos da barra magnética, como em um dos primeiros experimentos e najigura anterior. Toda vez que o contato magnético no norte ou sul foi estabelecido ou quebrado, existiu movimento magnético na hélice indicadora, o efeito sendo como nos primeiros casos, não permanente, mas meramente empurrando ou puxando. Mas, se o contato elétrico (isto é, através do fio de cobre) era quebrado, então as disjunções e contatos não produziram qualquer efeito. Assim, distinta conversão de magnetismo em eletricidade

Este último experimento foi um grande sucesso, pois Faraday obteve (pela primeira vez) corrente elétrica induzi da pela ação de um ímã permanente, produzindo através desse dispositivo uma rápida variação magnética no cilindro de ferro. Nenhuma bateria foi utilizada. A "pinça" formada pelos dois ímãs produzia o efeito desejado. Deve-se notar que esse tipo de experimento é muito mais fácil de reproduzir do que o experimento descrito nos livros didáticos, de aproximar e afastar rapidamente um ímã de uma bobina.

Após esses resultados, Faraday parece ter ficado em dúvida sobre a causa dos fenômenos. Nos experimentos iniciais com o anel, havia uma corrente elétrica que produzia um efeito no segundo enrolamento. No último experimento descrito, o efeito era produzido apenas por uma variação magnética. Seriam dois fenômenos diferentes? Seria possível obter algum efeito sem a presença de um núcleo de ferro?

Ele confirmou essa hipótese com experimentos realizados no dia 29 de setembro de 1831, nos quais, pela primeira vez, utilizou a expressão "efeito induzido" para descrever o fenômeno.

Os resultados que eu havia obtido nessa época com ímãs, levaram-me a acreditar que a corrente da bateria através de um fio induzia realmente uma corrente semelhante através do outro fio, mas que ela continuava apenas durante um instante, e tinha a mesma natureza da onda elétrica que passa através do choque de uma garrafa de Leyden, e não como a corrente de uma bateria voltaica, e por isso poderia magnetizar uma agulha de aço, embora qfettesse pouco o galvanômetro

Nesse momento, Faraday já estava ciente de que era possível produzir correntes elétricas tanto a partir de uma outra corrente elétrica (a **indução** volta-elétrica) como pela variação magnética brusca (no experimento com a "pinça" formada por dois ímãs). Embora ele já tivesse tentado obter efeitos pela aproximação e afastamento de ímãs, não tinha obtido resultados, mas tais efeitos deviam existir. Por isso ele insistiu e no dia 17 de outubro de 1831 Faraday realizou o seu experimento mais conhecido, a **indução** de corrente pela movimentação de uma barra magnética dentro de uma bobina.

A descrição dada no diário se refere a um cilindro de papel, oco, coberto por 8 enrolamentos [todos com mesma direção] de fio de cobre, com aproximadamente 220 pés de comprimento, separados por algodão - identificado como "arranjo O".

As oito extremidades das hélices, em uma extremidade do cilindro, foram limpas e rapidamente unidas como um feixe. O mesmo foi feito na outra extremidade. Essas extremidades compostas foram conectadas a um galvanômetro por longos fios de cobre..

*Depois, um ímã cilíndrico de 3/4 de polegadas de diâmetro e 8 1/2 polegadas de comprimento, teve uma extremidade inserida dentro da hélice - depois foi rapidamente empurrada em todo seu comprimento, e a agulha do galvanômetro moveu-se - depois, foi empurrada para fora e novamente a agulha se moveu, mas em direção oposta. Este efeito se repetiu todas as vezes que o ímã era colocado dentro ou retirado e portanto, uma onda de eletricidade foi assim produzida pela mera aproximação de um ímã e não por sua formação **in situ***

Ou seja, o princípio descoberto era que o movimento de um ímã gera uma corrente elétrica no condutor. O trabalho realizado por Faraday no final de 1831 complementou a descoberta do eletromagnetismo por Ørsted, mostrando a existência de um fenômeno inverso (produção de efeitos elétricos pelo magnetismo) e fornecendo a base necessária para o desenvolvimento de uma nova área de pesquisas.

Considerações finais

Passaram-se 10 anos desde as primeiras investigações de Faraday sobre eletromagnetismo até a elaboração da lei da **indução**. Além disso, foram 9 anos desde sua entrada na livraria até sua chegada aos laboratórios da *Royal Institution*,

e 8 anos aprendendo a fazer pesquisa experimental sob a tutela de Humphry Davy.

Essa longa **história** construída por Faraday dificilmente pode ser **contada** em uma única frase. Este trabalho enfocou apenas alguns fragmentos dessa **história**, aqueles que nos parecem essenciais para a compreensão da dimensão das primeiras contribuições de Faraday ao desenvolvimento do eletromagnetismo.

A fase de dependência intelectual de seu mentor, as primeiras pesquisas independentes, o estudo teórico e experimental do trabalho de outros cientistas, os pressupostos teóricos, o diálogo e a troca com outros cientistas, etapas que antecederam a produção autônoma que resultou na Lei da **Indução**, mostram que tempo e dedicação foram elementos fundamentais no trabalho desse cientista.

O trabalho de Faraday mostra-se assim um bom exemplo de que a evolução científica se faz com muita pesquisa, com resultados positivos e negativos, com debates dentro da comunidade, com conflitos e, principalmente, com investigações em torno de hipóteses e idéias. Elementos importantes para uma discussão sobre a Ciência que devem ser levados para as salas de aula, juntamente com a valorização do trabalho experimental.

Salientamos ainda que, se a evolução da Ciência não se conquista de maneira simples e linear, tampouco é fácil conhecer a **História** da Ciência. O longo tempo e a diversidade de tarefas despendidas nessa pesquisa mostram que é ilusório acreditar que os professores, de forma geral, estão capacitados para levar a **História** da Ciência à sala de aula.

Acreditamos que esse objetivo só poderá ser alcançado com parcerias entre investigadores e professores de Ciências, através do esforço daqueles professores que tiverem interesse e disponibilidade para enfrentarem a busca independente por tais conhecimentos, e pela luta de melhoria na formação específica. Em resumo, se a prática de ensino e pesquisa em **História** e Filosofia da Ciência fizerem parte do currículo de formação dos professores de Ciências em uma abordagem crítica do fazer científico e de sua **história**.