

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

JOSÉ PEREIRA DA SILVA

**LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA:
QUALIDADE E UTILIDADE EM SALA DE AULA**

**JOÃO PESSOA
2010**

JOSÉ PEREIRA DA SILVA

**LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA:
QUALIDADE E UTILIDADE EM SALA DE AULA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Federal da Paraíba-PPGE/CE/UFPB, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Wojciech Andrzej Kulesza (UFPB)

**JOÃO PESSOA
2010**

S586l *Silva, José Pereira da.*
Livro didática de física: qualidade e utilidade em sala de aula / José Pereira da Silva. - João Pessoa, 2010.

115f.

Orientador: Wojciech Andrzej Kulesza
Dissertação (Mestrado) – UFPB/CE

1. Livro Didático. 2. Livro Didático – Física. 2. Ensino de Física. 3. Parâmetros curriculares.

UFPB/BC

CDU:

JOSÉ PEREIRA DA SILVA

**LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA:
QUALIDADE E UTILIDADE EM SALA DE AULA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Federal da Paraíba-PPGE/CE/UEPB, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Wojciech Andrzej Kulesza (UEPB)

Aprovada em: _____ / _____ /2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wojciech Andrzej Kulesza
Orientador - PPGE/UEPB

Prof^a. Dr^a. Sônia de Almeida Pimenta
Examinadora – PPGE/UEPB

Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano
Examinador – PPGE/UEPB

Dedico este trabalho àqueles que considero imprescindíveis para a efetivação do mesmo.

A meu pai Francisco (*in memoriam*), exemplo de vida, desde a minha infância até os dias atuais.

A minha mãe Almira, exemplo de abnegação e dedicação à família.

A minha esposa Francisca, que me fez crer novamente nos meus sonhos.

Aos meus filhos Leonardo, Christianne e Lucas que me serviram de estímulo na busca deste objetivo.

A todos os meus professores, desde a minha alfabetização até esta pós-graduação, sem os quais, este e vários outros sonhos tornar-se-iam impossíveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a causa de tudo, pois destituídos de sua fé não teríamos vencido os obstáculos do íngreme caminho que percorremos.

Ao meu orientador professor Doutor Wojciech Andrzej Kulesza pelas orientações, apoio e confiança para que pudéssemos concluir este trabalho.

Aos professores, Doutora Sonia de Almeida Pimenta e Doutor Marcelo Gomes Germano por aceitarem participar tanto da Banca Examinadora para a Qualificação, quanto da Banca de Defesa da dissertação, favorecendo desta feita, com críticas construtivas e valiosas sugestões, com o intuito de contribuir para a excelência deste trabalho.

A todos os meus professores deste programa de Pós-Graduação, tanto pelo conhecimento que nos proporcionaram nas aulas, como pela paciência que nos devotaram nas incansáveis intervenções.

Ao professor da UFCG – Campus Cajazeiras o Mestre Rovilson José Bueno que, incansavelmente, dedicou com proficuidade e paciência grande parte do seu tempo trazendo-me valiosos ensinamentos para a efetivação desta investigação, inclusive cedendo várias obras do seu acervo bibliográfico, desde a elaboração do Projeto deste trabalho até a sua conclusão.

Aos também professores Mestres da UFCG - Campus Cajazeiras Aissa Romina Silva do Nascimento e Francisco Augusto de Sousa pelo incentivo e ajuda durante esse trabalho.

A minha esposa, meus filhos, meu pai (*in memorian*), minha mãe, irmãos, amigos e colegas de trabalho, sobretudo aqueles com quem sonhamos juntos, acreditando e lutando para a concretização deste objetivo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB – Campus Cajazeiras, pelo apoio e incentivo dos gestores (anteriores e atuais) para que atingíssemos a conclusão deste trabalho.

Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim, uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida.

Albert Einstein

RESUMO

No presente trabalho realizamos uma análise de aspectos relacionados à qualidade e utilidade do livro didático de Física, no contexto da sala de aula, que consideramos de cunho relevante, no que tange à construção da aprendizagem significativa deste componente curricular. Para tanto, tomamos, como referencial, pressupostos teóricos de alguns pesquisadores em educação e os correlacionamos com informações que nos foram fornecidas pela experiência cotidiana, durante o longo período que temos permanecido em sala de aula, lecionando Física no Ensino Médio. O estudo que efetuamos teve como objetivo principal, conforme já mencionamos, analisar requisitos intrínsecos aos livros didáticos de Física, principalmente, no que concerne à sua utilidade como instrumento de ensino. Para isso, no aspecto mais geral, fizemos um rápido relato acerca dos livros adotados pelo PNLEM a partir de 2008, uma vez que, entendemos serem esses livros didáticos, no momento, e continuarão sendo nos próximos anos, provavelmente, os mais utilizados nas escolas públicas do nosso país, daí sua relevância neste contexto. Em seguida, delimitamos mais a nossa pesquisa, centralizando-a no livro: **Física volumes 1, 2 e 3** (Antonio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares), que é o livro didático adotado, no momento, por nós (professores de Física) do IFPB/campus - Cajazeiras. Entendemos que, talvez assim, possamos motivar aqueles que estão envolvidos, direta ou indiretamente, com o processo ensino-aprendizagem das Ciências, sobretudo da Física, a refletirem mais profundamente acerca da qualidade e utilidade dos livros didáticos desse componente curricular em escolas do Ensino Médio. Esperamos, ainda, que, diante desta reflexão, surjam condições dentro desse contexto, de vislumbrar a necessidade de se ter uma visão panorâmica acerca da origem, desenvolvimento e finalidade da Ciência e, mais precisamente, da Física, se quisermos levar os nossos alunos, principalmente em nível de Ensino Médio, a se aprofundarem na busca de uma compreensão mais abrangente dos conteúdos que envolvem esse componente curricular.

Palavras-chave: História da Ciência. Ensino de Física. Livro Didático. Parâmetros Curriculares.

ABSTRACT

In this paper we have analyzed aspects concerned with the quality and usefulness of the Physics textbook, in the context of the classroom, which we consider relevant, regarding to the construction of meaningful learning of this curriculum component. For this, we have taken as reference the theoretical assumptions of some researchers in education and have correlated them with information provided by everyday experience, during the long period we have stayed in the classroom, teaching physics in High School. The study we have performed had as a main objective, as previously mentioned, to analyze intrinsic requirements in the textbooks of Physics, particularly regarding their usefulness as teaching tools. For this, as a general point, we have made a quick story about the books adopted by PNLEM since 2008, once we understand that these textbooks are, at the moment, and will probably continue to be the most widely used in the public schools of our country in coming years, hence their relevance in this context. Then, we have delimited our research, centering on the book: **Física Volumes 1, 2 and 3** (Antonio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares), which is the textbook adopted, at the time, for us (teachers of Physics) of IFPB / campus - Cajazeiras. We understand that, maybe this way, we can motivate those who are, directly or indirectly, involved in the teaching and learning process of Sciences, particularly of Physics, to reflect more deeply about the quality and usefulness of the textbook of this curriculum component in High Schools . Face to this discussion, we also hope that, within this context, conditions may arise envisioning the need to get an overview about the origin, development and purpose of Science, more specifically of Physics, if we want our students, especially the High School ones, to dig into a search for a more comprehensive understanding of the contents which involve this curriculum component.

Keywords: History of Science. Teaching of Physics. Textbook. Curriculum. Parameters.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO CONTEXTO DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA.....	14
2.1 Enfoque histórico do surgimento da Ciência como elemento importante para a compreensão da mesma.....	16
2.2 Importância da história da Ciência no contexto ensino-aprendizagem.....	18
2.3 O ensino da Ciência e a influência da ideologia dominante nesse campo.....	19
2.4 A História da Ciência como campo de investigação e sua relação com o ensino da Física	22
3 O ENSINO DA FÍSICA, O LIVRO DIDÁTICO E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	26
3.1 Relação entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico como requisitos estruturantes para o ensino da Física.....	30
3.2 A importância da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino da Física na atualidade.....	34
4 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NO CONTEXTO ENSINO-APRENDIZAGEM.....	38
4.1 O livro didático e o currículo de Física no Ensino Médio.....	42
4.2 Os Parâmetros Curriculares, importância e limitações no que diz respeito à utilidade do livro didático de Física no Ensino Médio.....	45
5 ENFOQUE SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA APROVADOS PELO MEC PARA USO NO PNLEM.....	49
5.1 Aspectos pedagógicos das unidades analisadas e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos.....	54
5.1.1 Aspectos pedagógicos da unidade <i>Cinemática</i> e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos.....	55
5.1.2 Aspectos pedagógicos da unidade <i>Calor</i> e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos.....	69
5.1.3 Aspectos pedagógicos da unidade <i>Campo e Potencial Elétrico</i> e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com o cotidiano e/ou conhecimentos prévios dos alunos.....	75
5.2 Parâmetros Curriculares: contextualização e interdisciplinaridade no contexto das unidades analisadas.....	82
5.3 Um olhar sobre aspectos históricos abordados nas Unidades analisadas.....	86
5.3.1 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade <i>Cinemática</i>	86
5.3.2 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade <i>Calor</i>	92
5.3.3 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade <i>Campo e Potencial Elétrico</i>	96
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....
REFERÊNCIAS.....	105
ANEXO.....	109

1 INTRODUÇÃO

As origens desta investigação estão na inquietação que nos tem acompanhado nos mais de vinte anos como professor da Física no Ensino Médio e, pelo fato de, durante este período, termos observado que este componente curricular é um dos que tem apresentado um grande índice de dificuldade em sua aprendizagem significativa, se considerarmos esta na concepção de Ausubel, Novak & Hanesian (1980), quando nos afirmam que, a aprendizagem significativa dá-se quando o aluno adquire a nova informação, através do esforço deliberado por ele próprio de relacionar essa nova informação com conceitos ou proposições *relevantes* que já existem na estrutura cognitiva desse aluno.

Diante deste contexto, uma gama de inquietações passou a nos acompanhar e a nos instigar, como profissional da educação, motivo pelo qual nos propusemos a realizar uma investigação mais acurada acerca deste fenômeno. Para isso, remetemo-nos a todo um suporte teórico, bem como a uma sucessão de informações registradas, cotidianamente, durante o período que temos permanecido em sala de aula. Observamos que, ao longo da história, a pesquisa no campo do Ensino das Ciências, sempre foi um grande desafio e, conseqüentemente, uma grande preocupação para todos os estudiosos voltados para esta área. Embora esta pesquisa tenha se intensificado, principalmente nos últimos cinquenta anos, verificamos que, ainda há muito a fazer para se chegar a uma situação mais cômoda neste processo, uma vez que, como se sabe, um dos grandes problemas no que se refere à educação brasileira e por que não dizer do mundo, tem sido a discussão de como se atingir aprendizagens significativas (conforme já nos referimos), principalmente no campo das Ciências Exatas.

Historicamente, observamos que a problemática do Ensino da Física e, particularmente, de sua aprendizagem, não se verifica somente em nosso país, sendo extensiva, respeitadas as peculiaridades nacionais, à América Latina e por que não dizer à grande parte dos outros continentes. Muito embora se constate que, no Brasil, nos primórdios da colonização tenha se dado maior importância às Ciências Humanas que às Ciências da Natureza e à Matemática, não se deve ignorar a preocupação, em vários momentos históricos da educação brasileira com as últimas. Observamos também que, ao longo das últimas décadas, muitas pesquisas foram realizadas sobre o assunto, tanto em nível internacional quanto nacional, na tentativa de se encontrar caminhos que atenuem os efeitos destas dificuldades no ensino das Ciências Exatas e, particularmente, da Física.

No entanto, temos verificado, cotidianamente, a recorrência desta problemática. O Ensino das Ciências e, em particular do componente curricular Física, tem se caracterizado como desafiador no que concerne à sua aprendizagem significativa.

Observamos que o Ensino das Ciências que tem acontecido nas nossas escolas, no nível de Ensino Fundamental e Médio, não tem apresentado uma sintonia mais direta com o contexto em que se dá a construção do conhecimento, produto das pesquisas científicas, ou seja, é notório que, muitas vezes, o conhecimento oriundo da sala de aula é comparado a uma caricatura muito mal-elaborada em relação ao primeiro, e, para os cientistas é visto como meramente anacrônico.

Não é difícil de verificar que a Física que estudamos na escola e até na universidade, tem como propósito essencial permitir que compreendamos aspectos relevantes do meio no qual estamos inseridos. Vale salientar que estes desafios que se configuram no início das nossas vidas, diversificam-se e complexificam-se ao longo da mesma, pois nós (seres humanos) somos movidos, além da necessidade de adaptação para garantirmos a nossa sobrevivência, por uma imensa curiosidade que nos é peculiar desde os primeiros momentos da existência.

Diante disso, verificamos então, a importância da contextualização histórica neste campo do conhecimento humano. No entanto, é fato que o Ensino das Ciências, em nível de Ensino Fundamental e Médio, em que se tem o livro didático como principal recurso pedagógico para a construção desse conhecimento, tem apresentado, habitualmente, currículos enciclopédicos e ao mesmo tempo reducionistas (esquecendo os aspectos históricos, sociais etc.), não considerando assim, muitas vezes, a maneira como construímos os primeiros conhecimentos. É mister lembrar que os primeiros contatos do ser humano com o seu habitat, dão-se desde o momento em que ele nasce. Portanto, a partir daí, já começa o seu aprendizado a respeito da natureza e, conseqüentemente, os primeiros conhecimentos também objetos da Física. Nesta Ciência, a exemplo de tantas outras coisas, as crianças iniciam seu aprendizado, por assim dizer, já nos primeiros anos de vida. Elas começam esse aprendizado ao desenvolver curiosidades sobre determinados fenômenos que estão a sua volta, como por exemplo, a queda de um objeto, a distinção de cores ou de corpos quentes e corpos frios, dentre outros fatos.

Talvez a importância que é dada aos primeiros contatos que temos com esse conhecimento seja fundamental, para que delineemos todo o processo de aprendizagem que irá nos acompanhar ao longo de nossas vidas, pois, conforme enfatizamos, todos nós temos as raízes dos primeiros conhecimentos dentro do ambiente familiar, onde nos deparamos com as

primeiras informações, que, por não apresentarem determinados requisitos exigidos pelo conhecimento científico, são chamadas de *sensu comum*. Isto é, tem-se verificado uma discrepância entre requisitos apresentados pelo conhecimento trazido pelo aluno (*sensu comum*) e requisitos relacionados ao conhecimento que se pretende construir na escola (conhecimento científico) que, conforme já citamos, tem como principal fonte de pesquisa, dentro deste contexto, o livro didático. Em outras palavras, não se tem levado em consideração, na maioria das vezes, as chamadas concepções espontâneas dos alunos, o que, a nosso ver, contribui para o entrave da aprendizagem dos conhecimentos científicos trazidos à sala de aula, fazendo com que a maioria deles imagine que esses conhecimentos estejam tão distantes de sua realidade que eles jamais conseguirão absorvê-los eficazmente.

Está preconizado na maioria dos textos acerca do Ensino das Ciências que situações como as descritas são responsáveis pela grande aversão que a maioria dos alunos tem apresentado com relação ao seu ensino e, particularmente, do componente curricular Física. O que é mais crucial dentro deste processo é que pesquisas têm demonstrado que crianças recém-iniciadas na escolarização formal que se apresentam motivadas para aprender Ciências, mesmo antes de terminar o Ensino Fundamental vão perdendo a curiosidade científica, quando se vislumbra, ao que nos parece, que a partir deste nível de ensino, a escola já não corresponde ao desafio de proporcionar aos seus alunos uma educação científica adequada.

Num mundo em que a tecnologia permite revoluções e procura encontrar saída para grandes problemas é indiscutível a relevância da Ciência dentro deste contexto, como também é indiscutível o caráter social da construção do conhecimento científico. No entanto, tem se observado um grande distanciamento, por parte do alunado, quando necessita fazer uma correlação entre os conteúdos ensinados em sala de aula e aquilo que ele usa cotidianamente, oferecido pelos avanços tecnológicos, aspecto que é denominado por muitos pesquisadores, no campo da pesquisa em ensino de Ciências, de um problema em *alfabetização científica*.

O que nos inquieta é que nós, seres movidos por toda essa curiosidade a que nos referimos, ao adentrarmos à escola, passamos a deixar de lado todas estas atitudes e passamos, muitas vezes, a ser movidos por ações destituídas de um maior envolvimento crítico, como se estivéssemos em um meio totalmente distante da nossa realidade cotidiana. O fato que tem se observado, é que o conhecimento que não se vincula ou se vincula muito sutilmente com a realidade cotidiana do aluno, tem servido apenas para que este seja promovido, isto é, para cumprir os rituais presentes na escola, sendo, em seguida, esquecido facilmente. Entendemos que, uma reflexão mais profunda de nossa parte, como educadores, acerca deste contexto, poderá motivar o educando a valorizar os conhecimentos científicos construídos na escola,

fazendo-o entender que estes devem nos acompanhar durante toda nossa existência, sendo-nos úteis para, numa sociedade dominada pela cultura científico - tecnológica, tornarmo-nos cidadãos capazes de discutir as implicações sociais, éticas e morais que essa cultura tem feito convergir para o seio da sociedade atual.

Diante deste contexto, e, partindo da premissa de que o livro didático continua sendo um dos instrumentos mais utilizados em sala de aula, analisamos requisitos relacionados ao livro didático de Física, voltados, principalmente, para as condições que o mesmo oferece no favorecimento de um Ensino de Física de qualidade. Entendemos que essa análise poderá contribuir para a elucidação de alguns fatores, que provavelmente intervêm no processo ensino-aprendizagem deste componente curricular. Então, partindo do pressuposto de que o trabalho do professor deve estar voltado para a aprendizagem significativa do conteúdo por parte de seus alunos, pois não existe um trabalho de ensino se os alunos não aprendem (CARVALHO, 1997), efetuamos uma pesquisa voltada para o livro didático, pois, conforme já enfatizamos, entendemos que, dada a sua importância como um dos principais instrumentos utilizados no interior da sala de aula, faz-se necessária uma reflexão contínua e profunda acerca do mesmo.

Com isso, o presente trabalho, partindo de uma análise dos pressupostos teóricos de pesquisadores em educação como Oliveira & Guimarães (1984), Junior & Mattos (2006), Gouvêa (1999), Pietrocola (2001) dentre outros, contemplou uma investigação que teve como objetivo principal focar os livros didáticos de Física, adotados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), a partir de 2008, que a nosso ver, no momento, influenciam o processo ensino-aprendizagem deste componente curricular, uma vez que esses livros são e continuarão sendo, pelo menos nos próximos três anos, os mais utilizados nas escolas públicas deste país, já que são livros fornecidos pelo poder público, daí sua relevância de uso e utilidade neste contexto. Em seguida, delimitamos mais a nossa pesquisa, centralizando-a no livro: **Física** volumes 1, 2 e 3 (Antonio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares), que é o livro didático adotado, no momento por nós (professores de Física) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB/campus de Cajazeiras). Diante do exposto, tentamos responder as seguintes perguntas: Estes livros apresentam um conteúdo contemplado com conotações históricas que faz com que o aluno vislumbre o conhecimento científico, sobretudo o da Física, como um processo histórico que está sempre em construção? O conteúdo desses livros apresenta-se contextualizado em relação à realidade vivenciada pelo aluno? O seu conteúdo faz menção às inovações tecnológicas da atualidade, como sendo parte do fruto do conhecimento científico,

principalmente da Física, levando o aluno a refletir sobre a sua importância? As metodologias e práticas preconizadas nesses livros se coadunam com o que é posto pelos PCNs, contemplando conceitos, relevantes neste contexto, como a contextualização e a interdisciplinaridade? No contexto do processo ensino-aprendizagem, o livro didático tem contribuído para a implementação de um Ensino de Física de qualidade?

Acreditamos que este estudo poderá proporcionar contribuições àqueles que estão envolvidos, direta ou indiretamente, com o processo ensino-aprendizagem das Ciências, no sentido de ampliar as reflexões sobre a qualidade e a utilidade dos livros didáticos de Física em escolas do Ensino Médio. Esperamos ainda que, a partir destas reflexões, possa se destacar a importância de se ter uma visão panorâmica acerca da origem, desenvolvimento e finalidade da Ciência e, por conseguinte, do componente curricular Física, como fator que poderá contribuir na construção da aprendizagem significativa da mesma. Entretanto, sabemos que a pesquisa em Ensino das Ciências e, sobretudo o da Física, é permeada por limitações, mas, o referido estudo poderá fazer aflorar novas investigações acerca do assunto em pauta, bem como fornecer elementos que poderão contribuir para outras pesquisas na área.

2 A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO CONTEXTO DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

Kuhn (1982), apud Ponczek (2002), ao se referir à tendência dos livros-textos, por ele chamados de manuais, de mostrar linearmente o desenvolvimento da Ciência, escondendo assim os acontecimentos mais relevantes que deram origem ao desenvolvimento científico, revela-nos:

Os manuais, por visarem familiarizar rapidamente o estudante com o que a comunidade científica contemporânea julga conhecer, examinam as várias experiências, conceitos, leis e teorias da ciência em vigor tão isolada e sucessivamente quanto possível (...) Esta técnica de apresentação quando combinada com a atmosfera a-histórica dos escritos científicos (...) causa a impressão de que a ciência alcançou seu estado atual através de uma série de descobertas e invenções individuais, as quais, reunidas, constituem a coleção moderna dos conhecimentos técnicos (KUHNS, apud PONCZEK, 2002, p. 25)

Provavelmente, a grande maioria daqueles que lidam com a pesquisa em ensino de Ciências e mais precisamente com o ensino da Física, comungam com a idéia de não ignorar a importância de nos remetermos às raízes históricas do surgimento desta, como ênfase para uma melhor compreensão e discussão acerca da mesma no contexto atual. Em outras palavras, cogita-se muito ser interessante e até necessário, sob vários aspectos, que esta Ciência seja tratada teoricamente sob uma perspectiva histórica, se quisermos despertar no aluno um maior interesse e envolvimento no que se refere à aprendizagem significativa neste ramo do conhecimento humano. Sobre esse contexto, Alfonso-Goldfarb (2004), assim se refere:

[...] a História da Ciência oferece em suas pesquisas discussões interessantes sobre os vários modelos de conhecimento, o que sempre ajuda a repensar o ensino em geral. Mas, particularmente no ensino e na educação científica, a História da Ciência tem servido como um grande estímulo. (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p. 88)

Castro (2004) assevera que não é de agora a ideia de que a história ajuda a compreender a Ciência e nos fala: “Comte, fundador do positivismo lógico, afirmava que a Ciência podia ser apresentada mediante dois caminhos, o histórico e o dogmático. A combinação dos dois seria, pois, inevitável se desejasse ter sucesso no ensino dela” (CASTRO, 2004, p.103)

Não se trata aqui de se atribuir a ausência da conotação histórica das Ciências, como sendo um dos únicos fatores que contribuem para a aversão que a maioria dos alunos, em nível Fundamental e Médio, tem apresentado quando se trata do ensino das Ciências, mas de

não descartarmos a importância deste aspecto. Entendemos que, para uma reflexão mais profunda dentro da pesquisa no ensino das Ciências, é necessário fazermos menção à história do surgimento da mesma, procurando focar para aqueles que estão tendo os primeiros contatos com este componente curricular (em nível escolar), como se deu a evolução das ideias ao longo do tempo, procurando fazer referência às questões fundadoras dessa complexa Ciência, oferecendo assim, mesmo que superficialmente, um panorama dos seus mais importantes postulados teóricos. Pois, para quem se dedica ao ensino, este parece ser um ponto de partida para a inserção do aluno neste contexto que, na maioria das vezes, parece-lhe nebuloso e até mesmo inescrutável, que é o mundo das Ciências. Entendemos que, a perspectiva histórica servirá como um despertar, para que o aluno passe a se sentir inserido em uma sociedade na qual ele poderá se descobrir como agente transformador da mesma. Referindo-se a este aspecto e correlacionando-o com o livro texto, dentro do contexto do processo ensino-aprendizagem, Alfonso-Goldfarb (2004) acrescenta:

Quanto aos estudantes, rompendo com a ladainha sobre a superioridade e a predestinação do conhecimento científico, torna-se possível sua maior participação, colocando idéias diferentes do livro-texto e dúvidas. O estudo da gênese das idéias científicas também ajuda a que se entenda melhor seus processos e convenções, evitando a velha técnica escolar de aprender de cor. (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p. 88-89)

Segundo Castro (2004), pesquisadores como Gagliard (1988), Saltiel & Viennot (1985), Giordan (1983), Wortmann (1996), Gil (1986), Lacombe (1987), bem como Castro & Carvalho (1992), dentre outros, entendem que a abordagem histórica pode ser considerada como propiciadora de importantes reflexões a respeito do conhecimento científico, no que tange a produtos e processos. Consideram essa abordagem como frutífera, uma vez que esclarece conceitos e redimensiona os erros e dificuldades dos estudantes, como também, resgata a Ciência como objeto em construção. Pode também, quando utilizada em determinadas situações de ensino, resgatar o sujeito e a possibilidade de estabelecer a causalidade, auxiliando dessa maneira, na construção de significados. Sugere também que, se relacionarmos o que se sabe da história dos conceitos com o que se sabe a respeito do pensamento dos estudantes sobre esses conceitos, poderemos implementar atividades que nos proporcione uma efetiva construção do conhecimento. Em se tratando, especificamente, da história da Física num curso de Física, a autora identifica duas funções principais conforme segue:

(...) uma função facilitadora do pensamento dos alunos e uma função reguladora das perturbações lacunares, que tem um importante papel na construção dos conhecimentos. Essa função reguladora manifesta-se no fato de a abordagem histórica trazer à tona questões que, mesmo aparentemente banais, são capazes de evidenciar as lacunas que impedem o avanço do processo de conhecer. (CASTRO, 2004, p.105)

Em seguida, a autora reforça os aspectos mencionados por ela, a respeito da importância da História da Ciência, no que concerne à construção de uma aprendizagem significativa da mesma:

Quando os conteúdos de ciências são abordados a partir do questionamento sobre sua gênese, quando são estudados visando entender as razões e os motivos que os engendraram, parece-nos que se tornam mais plausíveis, mais compreensíveis aos estudantes. O contexto propicia o entendimento das idéias, porque amplia a possibilidade de referenciá-las. Quando os estudantes discutem a origem dos conceitos científicos, sua transformação ao longo do tempo, reconhecem mais facilmente tais conceitos como objetos passíveis de construção. Cria-se, assim, um comprometimento maior entre o sujeito que conhece e o objeto a ser conhecido. (CASTRO, 2004, p.105)

Diante do exposto, entendemos que a interação entre presente e passado, levando os estudantes a uma reflexão mais profunda acerca do contexto de gestação do conhecimento científico, faz com que os mesmos se sintam mais seguros para se posicionarem criticamente acerca de determinadas definições ou formulações, facilitando, assim, o acesso desse estudante ao sofisticado universo da Ciência.

2.1 Enfoque histórico do surgimento da Ciência como elemento importante para a compreensão da mesma

Entendemos ser importante remeter-nos às raízes da Ciência do ponto de vista histórico, procurando retratar como se deu a evolução das ideias ao longo da história da humanidade, se quisermos acompanhar a Física de hoje e, provavelmente, a de amanhã. Caso contrário, passaremos a ideia que tudo surgiu num passe de mágica como fruto de cientistas iluminados. Temos observado que o ensino da Física, principalmente, em nível de Ensino Médio, tem se caracterizado por procurar trazer aos alunos um conhecimento, na maioria das vezes, quase que completamente desnudo de suas conotações históricas, uma vez que temos como principal instrumento de ensino, nas escolas, o livro didático, e este, quando faz menção à História da Ciência, esta aparece de forma pontual, como algo irrelevante dentro deste

contexto, caracterizando-o assim, como textos extremamente pobres do ponto de vista humanístico. A esse respeito, assevera Ponczek (2002, p. 21):

Grande parte dos textos de Física que foram adotados nas escolas e universidades brasileiras, no pós-guerra, em sua maioria, traduções de textos de autores norte-americanos, apresenta a Física, e em particular a Mecânica, como simples e intuitiva, sendo inventada por Newton, sem maiores dificuldades, e tendo em Galileu uma espécie de coadjuvante esforçado, porém pouco eficiente. Kepler e Copérnico são agraciados com uns poucos parágrafos e Descartes quase nunca é mencionado. Já as idéias de Aristóteles e Ptolomeu são comentadas – quando são – de forma que pareçam tolas ou então reacionárias.

Em seguida, o autor menciona que textos que apresentam esta conotação foram responsáveis pela formação de várias gerações de profissionais no campo da Ciência, como: químicos, engenheiros, professores, físicos, etc. Observa-se que, apesar de muitos desses profissionais apresentarem inegável eficiência em suas atividades, o processo de sua aprendizagem deu-se destituído de algo de extrema relevância neste aspecto, que é o seu sentido histórico. Diante disso, tem-se verificado que a grande maioria dos nossos estudantes, não necessariamente só os universitários, pois esse aspecto já se observa a partir do Ensino Fundamental e Médio, não consegue vislumbrar a importância do viés histórico dentro deste contexto. Tudo isso é nitidamente observado ao analisarmos os conteúdos que compõem os livros didáticos de Física do Ensino Médio, os quais têm levado grande parte dos nossos alunos, nesta última etapa do ensino básico, a imaginar que aprender Física se constitui em um simples manuseio de dados e fórmulas matemáticas, não atribuindo nenhuma importância aos aspectos conceituais que envolvem este processo, uma vez que, entendendo o conhecimento científico como um processo destituído de história, portanto, pronto e acabado, não conseguirá vislumbrar como se deu a sua construção e, conseqüentemente quais as transformações que o mesmo passou, contextualmente, ao longo do seu surgimento.

Diante do exposto, conforme podemos observar, o professor de Ciências não deve prescindir da importância do enfoque histórico relativo à origem da mesma, como elemento fundamental, para que o aluno se envolva e, conseqüentemente, absorva com mais eficácia os conhecimentos que poderão advir do processo ensino-aprendizagem. Assim sendo, entendemos que, os livros didáticos de Ciências, mais precisamente de Física, precisariam se deter, com bem mais amplitude, sobre este aspecto de tão significativa importância neste contexto.

2.2 Importância da história da Ciência no contexto ensino-aprendizagem

É necessário que os educadores desmistifiquem essa concepção errônea que permeia a mente da maioria dos alunos (principalmente em nível Fundamental e Médio), que o conhecimento científico é um produto acabado e definitivo. No que se refere à discussão sobre esses conhecimentos, no interior da sala de aula, não é estranho, principalmente para nós professores, que fatores como a exiguidade do tempo e a centralização da discussão do conteúdo na utilização do livro didático têm contribuído para um afastamento da valorização da conotação histórica, como pressuposto positivo para a obtenção da aprendizagem significativa dos conteúdos discutidos no contexto do ensino das Ciências. Podemos ler em DELIZOICOV & ANGOTTI, (1991, p. 24):

[...] é preciso buscar situações de equilíbrio, pois os conteúdos são partes fundamentais de um conhecimento que foi e continua sendo construído e tem, portanto, caráter histórico. A visão veiculada pelos livros didáticos privilegia sobremaneira a Física como produto, negligenciando, simultaneamente e de forma significativa, o seu processo de produção. Precisamos estar sempre atentos para não reforçar essa idéia de conhecimento acabado.

É preciso que o aluno entenda que a Ciência é um processo em que ele próprio precisa se sentir como elemento potencial para participar desse processo, pois os cientistas não são pessoas extraordinárias, diferentes das demais, e nem tampouco são capazes de traçar o caminho que todos devem seguir dentro do campo do conhecimento humano. É necessário também compreendermos que os saberes ditos científicos por serem advindos de um processo intrínseco à sociedade, não devem ser considerados absolutos e verdadeiros, a não ser dentro de um determinado contexto em que estejam sendo analisados. Isso reforça o que está preconizado acima, isto é, não existe conhecimento acabado. A este respeito, POZO & CRESPO (2009, p. 21) afirmam o seguinte:

[...] a ciência é um processo e não apenas um produto acumulado em forma de teorias ou modelos, e é necessário levar para os alunos esse caráter dinâmico e perecedouro dos saberes científicos (Duchsl, 1994), conseguindo que percebam sua transitoriedade e sua natureza histórica e cultural, que compreendam as relações entre o desenvolvimento da ciência, e a produção tecnológica e a organização social, entendendo, portanto, o compromisso da ciência com a sociedade, em vez da neutralidade e objetividade do suposto saber positivo da ciência.

É relevante que todos nós que fazemos parte do contexto do ensino das Ciências, não nos esqueçamos de reforçar, principalmente para os alunos iniciantes, a grande necessidade de esse aluno ver a Ciência como algo que foi no passado, está sendo no presente e continuará no futuro sendo construída, continuamente, e que todos nós como componentes ativos da sociedade fazemos parte deste cenário como elementos importantes na construção deste conhecimento. De acordo com POZO & CRESPO, (2009, p. 21):

[...] a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos *pré-cozidos*, prontos para o consumo.

É necessário que o aluno insira-se no contexto do processo ensino-aprendizagem das Ciências e, particularmente da Física, como um componente ativo nesse processo, como alguém que também se considere um construtor deste conhecimento e não seja apenas um receptáculo de informações acolhidas, muitas vezes, friamente, sem nenhuma criticidade, tornando esse aluno um indivíduo incapaz de se reconhecer como um cidadão digno de direitos e deveres.

2.3 O ensino da Ciência e a influência da ideologia dominante neste campo

Ao adentrarmos historicamente na pesquisa sobre o ensino das Ciências, logo nos deparamos com a observação de que este sempre esteve atrelado às tendências ideológicas de cada época, isto é, percebemos claramente que a força propulsora deste processo tem visado a atender aos anseios da classe dominante, sendo, pois, a ideologia atrelada a essa classe, um importante suporte para que tal objetivo seja exequível.

Diante deste contexto, observamos que as pesquisas científicas sempre se respaldaram, para a sua implementação, no que chamamos de discurso competente, entendendo-se este, como o que é eficaz em atender a seus objetivos dentro de cada contexto histórico, (Chauí, 1990). Em seguida, a autora preconiza que, alguns requisitos são primordiais para que essa classe justifique suas intencionalidades, entre as quais podemos citar: o *progresso* e o *desenvolvimento*. No entanto, faz-se necessário que compreendamos a quem realmente interessa esse progresso e desenvolvimento a que ela se refere, pois, sabemos que o lucro é o

principal alvo que move a classe dominante nesse contexto. Referindo-se a este aspecto NOSSELLA (1981, p. 11), destaca:

O problema, portanto, desta pesquisa será tentar demonstrar, em primeiro lugar, que, na sociedade dividida, fundamentalmente, em duas classes sociais (a classe dominante – a que detém o poder econômico e político, e a classe dominada – a que é explorada), não há, absolutamente, preocupação com a grande maioria da população. Isso se reflete na estrutura educacional dessa mesma sociedade, que jamais adotará o homem como objetivo central, no sentido de ajudá-lo a identificar as contradições sócio-econômicas da formação social em que vive e a encontrar possibilidades de superação dessas contradições. O objetivo central da formação social capitalista será sempre, essencialmente, o lucro

Em seguida, referindo-se à educação como vetor de transmissão da ideologia da classe dominante, e considerando o livro didático como instrumento importante neste aspecto, ela cita:

[...] pretende-se por em evidência a utilização da educação como instrumento mediante o qual se transmite a ideologia da classe dominante, que é introjetada inconscientemente pela classe dominada. As mensagens ideológicas, veiculadas por diferentes meios, entre os quais se destacam os livros didáticos, transmitem valores que não correspondem às necessidades e aos interesses da classe trabalhadora (NOSSELLA, 1981, p. 11)

Corroborando observações como esta, no que se refere à conotação histórica no campo da educação científica, lê-se em Peduzzi (2001), a relevância dada à sala de aula e aos manuais científicos, como principais fontes de divulgação do conhecimento científico para o aluno. Ele enfatiza que os manuais apresentam generalizações simbólicas que procuram realçar o paradigma dominante, conforme vemos a seguir:

Os manuais apresentam as generalizações simbólicas, os modelos e os exemplares partilhados pelos membros da comunidade científica, caracterizando, ao estudante, o paradigma dominante. O aparente acordo, entre os cientistas, sobre o que o futuro profissional deve saber explica o seu uso na educação científica, ao invés de uma combinação eclética de originais de investigação. (PEDUZZI, 2001, p.151-152)

Esta caracterização em que os anseios da classe dominante se sobrepõem aos demais dentro da educação científica, pode nos chamar atenção como um requisito que tem influenciado, ao longo da história, o processo ensino-aprendizagem como um todo, sobretudo o das Ciências. Neste aspecto, podemos vislumbrar pelo menos dois vieses dentro deste

contexto, no qual o primeiro seria o fato de que a Ciência (ramo do conhecimento sistematizado) tem-se caracterizado, ao longo da história, como extremamente mercantilista, deixando quase que apagado o seu viés humanista, que seria o de promover, indistintamente, transformações benéficas à sociedade. A este respeito, Ponczek (2002), referindo-se à grande parte dos textos de Física que foram adotados nas escolas e universidades brasileiras no pós-guerra, revela-nos:

Na verdade, esses livros escondiam uma ideologia de guerra fria, que surgiu logo depois da Segunda Guerra Mundial, que opunha frente a frente superpotências militares e agora, em plena era da globalização, continuam escondendo dos estudantes das áreas científicas o humanismo necessário para a construção de uma sociedade mais justa e menos tecnocrática. O objetivo é mostrar, assim, a ciência como algo neutro, prático, linear, objetivo, desprovido de historicidade. Não é prioritário saber como nascem e evoluem as idéias científicas, mas sim, como aplicá-las de sorte a produzirem efeitos práticos e imediatos. A corrida tecnológica e as leis frias de mercado nutrem, a qualquer preço, esta ideologia até os presentes dias. (PUNCZEK, 2002, p. 22)

Então, outro aspecto relevante que podemos observar dentro deste contexto é que, apesar da Ciência ter sido ao longo do tempo, um instrumento de consolidação dos anseios da classe dominante, esta procura ofuscar sua história, tratando-a, conforme a citação acima: “como algo neutro, prático linear, objetivo, desprovido de historicidade”, no entanto, usam, na grande maioria das vezes, o conhecimento oriundo da Ciência para materializar suas ambições e dominação. Sobre este aspecto nos fala Ronan (2001, p. 10):

A subjugação bem sucedida de homens é a essência dos livros de história, enquanto os êxitos dos homens em afastar o manto da ignorância e da superstição continuam em segundo plano. Não existe, em inglês, nenhuma obra dedicada às realizações do homem na ciência, embora haja muitas a respeito de suas lutas para dominar outros.

Em se tratando do segundo viés, conforme já mencionamos, verificamos que, quando os conhecimentos científicos são tratados em nossas instituições de ensino, à luz da história da Ciência, principalmente em escolas de Ensino Médio, para que atinjam esses anseios tão almejados pela referida classe dominante, os manuais e livros didáticos trazem como conotação fundamental, para que o estudante seja familiarizado rapidamente com o paradigma vigente, breves e esparsas alusões históricas aos temas abordados, que é chamada “pseudo história,” enfocando conteúdos que, por sua vez, fazem alusões a fatos e acontecimentos que

relacionam determinados personagens como mentores importantes para a consolidação desse novo paradigma.

Então, observa-se que, ao invés de uma dimensão mais eclética do contexto, que se vislumbrava antes do surgimento dos manuais, bem como dos livros didáticos, em que se priorizavam grandes obras como *Physica*, de Aristóteles, o *Almagesto*, de Ptolomeu, os *Principia* e a *Optiks*, de Newton, dentre outros, faz com que o estudante tenha uma visão bastante específica e compartimentada dentro deste contexto. A este respeito, assim nos fala KUHN (apud PEDUZZI, 2001, p. 151):

Encorajar, por exemplo, os estudantes de ciência a lerem os clássicos históricos de suas respectivas áreas propiciar-lhes-ia o contato com trabalhos nos quais poderiam descobrir outras maneiras de olhar os problemas discutidos nos seus livros de texto, mas onde também encontrariam problemas conceitos e padrões de solução que as suas futuras profissões há muito descartaram e substituíram

Em seguida, continua Peduzzi, corroborando o que lemos acima: “[...] a exposição à história poderia abalar ou enfraquecer as convicções do estudante sobre o paradigma vigente, sendo, portanto, danosa à sua formação”. Então, verifica-se que aspectos como estes poderão ser responsáveis pela razão da supressão da história da Ciência no ensino da mesma.

Se nos situarmos cronologicamente dentro da história da Ciência, desde os seus primórdios até os dias atuais, veremos com bastante nitidez que o pensamento científico modifica-se com o passar do tempo, sempre em consonância com os fatos históricos marcantes de cada época. Em outras palavras, podemos confirmar o que já preconizamos antes, a Ciência, mais precisamente as pesquisas científicas, desde o seu princípio estiveram atreladas e até certo ponto subjugadas, quase que totalmente, aos anseios daqueles que detiveram o poder ao longo do tempo.

2.4 A História da Ciência como campo de investigação e sua relação com o ensino da Física

Verifica-se que, isto que acabamos de afirmar, ocorreu desde os primórdios da história da humanidade e continua se dando, com bastante ênfase na atualidade. No entanto, gostaríamos de enfatizar que somente a partir do século XX foi que a História da Ciência passou a se constituir em um campo específico de investigação. Conforme o pensamento de KUHN, (apud PEDUZZI, 2001, p.159), lemos:

Foi apenas no século XX que a História da Ciência passou a se constituir em um campo específico de investigação. Até então, era desenvolvida por cientistas praticantes, que habitualmente a consideravam como um "produto lateral da pedagogia". Viam nela, além de interesse intrínseco, um meio para elucidar os conceitos da sua especialidade, estabelecer a sua tradição e atrair estudantes.

Apesar de entendermos a importância de nos remeter às "raízes históricas" das Ciências, entendendo estas como sendo a gama de conhecimentos que nos foram legados ao longo do tempo com o transcorrer da história da humanidade, vale ressaltar que, a nossa intenção, neste trabalho, constitui-se em, numa dimensão mais longínqua, apenas fornecer alguns recortes históricos, com o intuito de levar o aluno a uma reflexão necessária ao se iniciar neste campo do conhecimento. No entanto, pretendemos reforçar nosso enfoque a partir de acontecimentos recentes, focalizando mais intensamente, a respeito desse contexto da História da Ciência dentro do campo da pesquisa em ensino de Física, alguns acontecimentos importantes que se deram, nos níveis internacional e nacional, a partir da segunda metade do século XX, mais precisamente depois da Segunda Guerra Mundial, quando então o mundo passou a se constituir de dois blocos, um socialista, tendo a frente a antiga União Soviética, e outro capitalista, tendo como principal mentor os Estados Unidos da América do Norte, em que constataremos que os anseios destas duas frentes de poder foram as forças propulsoras para as ações implementadas dentro deste campo de pesquisa.

Diante disso, elegemos como marco referencial para a nossa retrospectiva histórica, no que diz respeito ao Ensino da Física, no Ensino Médio, no nível internacional, o projeto de renovação do currículo da Física, denominado *Physical Science Study Committee* (PSSC) iniciado em 1956 no Instituto Tecnológico de Massachusetts, com apoio da National Science Foundation. Este fato ocorreu devido a uma grande insatisfação entre os físicos com o ensino da disciplina naquela época, nas escolas secundárias norte-americanas.

A discussão sobre projetos curriculares – inclusive o PSSC - teve nova ênfase em 1959, motivado pelo lançamento, em 1957, com grande sucesso, pela então União Soviética, de um foguete denominado *Sputnik*, transportando o primeiro satélite artificial, fato este que foi fundamental para despertar, mais uma vez, o interesse de muitos países ocidentais, principalmente os Estados Unidos e Inglaterra, em intensificarem os estudos sobre o ensino de Ciências nas suas escolas secundárias, com o objetivo de se sobrepôr à suposta superioridade do ensino de Ciências das escolas secundárias soviéticas na época (Nardi, 2005). Neste contexto, surgiram outros projetos curriculares para o Ensino Médio, como o Nuffield, na Inglaterra, o *Harvard Physics Project*, a exemplo do PSSC, também nos Estados Unidos,

enquanto no Brasil surgia, dentre os mais antigos do país, o Projeto de Ensino de Física da Universidade de São Paulo. Verifica-se que apesar de sua importância contextual, o paradigma de projetos não teve longa duração, talvez pelos mesmos não apresentarem uma concepção eficiente de aprendizagem, pois, ainda de acordo com Moreira (2000), os projetos foram claros em dizer como se poderia ensinar Física, mas pouco ou nada disseram como se aprenderia essa nova Física.

A primeira edição do PSSC foi traduzida no Brasil em 1963, pela Editora Universidade de Brasília. Este se caracterizava por ser um projeto curricular muito interessante, não sendo apenas um livro de Física para a escola média, pois além de vários requisitos inovadores, apresentava uma filosofia de ensino da disciplina que se destacava por sua importância no contexto analisado.

A importância do PSSC, no campo de ensino da Física, constitui-se por o mesmo representar uma mudança de paradigma, sendo um marco para motivar uma discussão aprofundada sobre o ensino deste componente curricular no Brasil, uma vez que, até aquele momento, este se baseava em livros-texto, em que, segundo Moreira (2000) três destes, mereciam destaque, nessa época: **Introdução à Física**, de Maiztegui & Sábato; **Física na Escola Secundária**, de Blackwood, Herron & Kelly e **Introdução a Eletricidade, ao Magnetismo e a Ótica**, de R.A. Salmeron. Este mesmo autor destaca que: “a atividade experimental desenvolvida pelo aluno já era considerada importante no ensino da Física, mas o referencial era o livro-texto”. Em se tratando também do livro-texto, podemos ler em Alves Filho (2000, p. 88), o seguinte:

Os livros-texto cumprem um papel fundamental no processo de ensino. Oferecem a seu público um corpo de conhecimentos que, por sua seleção e organização, refletem um determinado padrão de profundidade e extensão. Nesta trilha, poder-se-ia dizer que a adoção de um dado livro-texto é um indicativo do padrão de ensino na instituição escolar.

No entanto, apesar de todos estes aspectos relacionados a esta dinâmica ocorrida dentro do campo do ensino da Física e uma conseqüente convergência de um grande número de pesquisadores voltados para essa área de pesquisa, nas últimas décadas, no que concerne ao ensino-aprendizagem deste componente curricular, tem-se observado transformações bastante tímidas, principalmente no interior da sala de aula, onde ainda se verifica, na grande maioria das escolas de Ensino Médio do nosso país, a permanência de práticas pedagógicas, que ainda continuam adotando, como principal instrumento de ensino, o livro didático, que,

na maioria das vezes, proclama um ensino “conteudista” e distante da realidade vivenciada pelos alunos. Talvez situações como estas e várias outras similares, induzam a maioria dos alunos a não refletirem criticamente, para se inserir, neste mundo globalizado, como cidadãos que atenderão aos anseios das transformações advindas deste contexto. Verifica-se que, uma grande gama destes aspectos citados, sempre foi motivo de preocupação por parte de pesquisadores em educação, sobretudo aqueles que estão voltados para o ensino da Física, basta lembrar, por exemplo, que em 1999 (já no final do século XX), a SBF Sociedade Brasileira de Física (SBF) promovia um Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, intitulado: “*O ensino da Física à procura de sua identidade*”, em que, Barros, conferencista de abertura deste evento, frisava que muitos aspectos, considerados como entraves para a aprendizagem significativa do componente curricular Física, continuavam naquele momento, e, provavelmente, continuam até agora, permeando o ensino do mesmo, entre os quais ela cita: a falta de interesse pelo estudo da Física apresentado pelos alunos da escola secundária; o desempenho dos estudantes nas Ciências muito aquém do esperado; e os currículos não estarem preparando as futuras gerações para participar de uma sociedade de tecnologias avançadas. Outro aspecto que nos chama atenção, mencionado pela conferencista, no que diz respeito ao currículo, é uma correlação que ela faz entre o que aparece em vários periódicos e o que é dado em sala de aula, ao enfatizar que, enquanto a seção Ciência do Jornal do Brasil fazia menção a aspectos como: galáxias com grande concentração de matéria escura; palmilhas magnéticas para diminuir dores crônicas; plutônio em lençóis de água nos EUA; plásticos inteligentes, dentre outros, na maioria das aulas de Física se discute: “MUV (Movimento Uniformemente Variado) e MUR (Movimento Uniforme e Retilíneo), não necessariamente nesta ordem!!!” e em seguida ela interroga: “Como compatibilizar?” Continuando, ao se referir às premissas que são mencionadas nas atuais Diretrizes Curriculares, ela faz menção, dentre outros aspectos, “a terminalidade do Ensino Médio (LDB, 1997) que solicita *alfabetização científica* como produto final aos 16 anos, com objetivos claramente definidos: trabalho e cidadania”. (**ênfase no original**).

Pretendemos, a partir de agora, discorrer um pouco acerca destes aspectos e das respectivas correlações dos mesmos com a qualidade e utilidade do livro didático de Física, como principal instrumento de ensino utilizado em sala de aula.

3 O ENSINO DA FÍSICA, O LIVRO DIDÁTICO E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Julgamos necessário, principalmente, para os estudantes em nível Fundamental e Médio, que estes ao se iniciarem no estudo das Ciências, comecem a refletir, mais profundamente, sobre a origem, desenvolvimento e finalidade dos conhecimentos científicos, no nosso caso específico da Física. Entretanto, temos observado que o livro didático, como um dos principais instrumentos utilizados em sala aula, tem deixado muito a desejar neste aspecto, primando por simplificações em seus conteúdos que comprometem sobremaneira o seu entendimento. Por isso, achamos conveniente que o aluno tenha noção das transformações a que são submetidos os chamados “saberes científicos” desde a sua origem até sua chegada em sala de aula.

Conforme já preconizamos, tem-se verificado, ao longo do tempo, que professores do Ensino Fundamental e Médio, geralmente referenciam-se em livros didáticos, voltados para o respectivo grau de ensino que lecionam para a preparação de suas aulas. Neste aspecto, são levados em consideração, como principais requisitos, a experiência de magistério desses professores e as características específicas dos alunos de cada escola. De acordo com Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001, p.77), “na maioria das vezes os professores não se dão conta de que existe uma pequena diferença entre o tratamento dado em seus apontamentos para as aulas e o tratamento feito pelos livros didáticos mais utilizados”. Em continuação, estes autores acrescentam:

E, observando-se com mais cuidado e purismo acadêmico, veremos que a diferença se amplia ainda mais se compararmos estes apontamentos com aquilo que os “cientistas” escreveram. E a diferença ditada pelo purismo acadêmico leva a entender que o que é ensinado na sala de aula está longe do conhecimento científico construído. Em outras palavras, a ciência ensinada na sala de aula não é a ciência elaborada pelos cientistas. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p.77)

Esta discrepância entre o conteúdo produzido pelos cientistas e o conteúdo ministrado em salas de aula é de difícil justificativa. Ainda de acordo com os autores citados, o sistema escolar incorpora certas transformações, ao longo do tempo, que se torna difícil resgatá-las, uma vez que responder de onde, como e quando esses “costumes e/ou tradições” passaram a fazer parte da estrutura escolar não é fácil. No entanto, inquestionavelmente, estes aspectos estão presentes no cotidiano de cada escola.

Historicamente sabe-se que, pelo menos em tese, o papel primordial da escola é atender aos anseios da sociedade na qual ela está inserida. Neste aspecto, ainda de acordo com Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), ela tem apresentado como papel principal transmitir conhecimentos produzidos pela humanidade. Dessa forma, para se dar a transmissão desse conhecimento, é necessário que o mesmo passe, muitas vezes, por transformação para se tornar compreensível aos alunos. Então, é a partir daí que surge o que muitos teóricos em educação denominam de transformação desse conhecimento, isto é, a diferença entre o conhecimento produzido pelos cientistas e o conhecimento oferecido pela escola, que é denominado de Transposição Didática

De acordo com Chevallard e Johsua (apud Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola, 2001,p. 79), o processo de Transposição Didática estabelece a existência de três patamares ou níveis: (a) **saber sábio** (savoir savant), (b) **saber a ensinar** (savoir enseigner) e (c) **saber ensinado** (savoir enseigné). Ainda de acordo com os autores, a existência desses patamares é decorrente da diferença entre os grupos sociais que respondem pela composição de cada um desses saberes, uma vez que, “os grupos sociais de cada patamar estabelecem uma esfera de influências e interesses que, de acordo com regras próprias, decidem sobre o saber”.

Enfocaremos um pouco da importância de cada um desses níveis dentro desse processo. Iniciamos pelo **saber sábio**, que ainda conforme Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), é aquele cujo nicho de construção é formado por intelectuais e cientistas de onde também sai com a denominação de conhecimento científico e é apresentado ao público através de publicações como revistas e periódicos científicos ou congressos ligados, especificamente, a cada área. Indubitavelmente, em função da esfera onde esse saber é gerado e do objetivo inicial para o qual ele se destina, o mesmo apresenta conotações que impossibilitam o entendimento deste no universo escolar, fazendo-se necessária uma transformação para que isto ocorra. Segundo Grandó (2000) Chevallard, (apud Rosa & Rosa, 2005), o conhecimento científico deverá sofrer transformações para que seja adaptado ao ensino (conteúdos escolares). Isto é necessário, devido ao funcionamento didático ser diferente do funcionamento sábio que representa o conhecimento científico, donde se deduz que sem esta modificação do saber oriundo do mundo científico, não teríamos possibilidade didática de realizar o processo ensino-aprendizagem de um determinado conceito.

De acordo com Rosa & Rosa (2005), o processo de Transposição Didática dá-se em duas etapas: uma externa ao contexto escolar, em que se dá a seleção dos conteúdos do **saber a ensinar** antes da chegada à escola; a outra se dá internamente, quando a escola se apropria do conteúdo e faz este chegar ao aluno que é o saber **ensinado**.

No que se refere ao **saber a ensinar**, segundo Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), este envolve um número de variáveis e de pessoas bem mais amplo que o que ocorre no **saber sábio**, uma vez que os personagens que compõem a esfera desse saber, pertencem a grupos distintos, diferentemente do **saber sábio** cujos personagens pertencem ao mesmo nicho epistemológico em que ocorre a produção do saber.

Verifica-se que a esfera do **saber a ensinar** é bem mais eclética, não por ser mais democrática, mas em função dos interesses específicos que apresenta. A este respeito, mais uma vez se referem estes autores:

Os componentes dessa esfera são, predominantemente (1) os autores dos livros ou manuais didáticos ou aqueles que emprestam o nome como responsáveis por uma publicação dirigida a estudantes; (2) os especialistas da disciplina ou matéria; (3) os professores (não especialistas) e (4) a opinião pública em geral, que influencia de algum modo o processo de transformação do saber. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p.81)

Conforme mencionamos, a esfera do saber a ensinar tem como função principal transformar o **saber sábio** em uma forma adequada ao ensino, uma vez que ambos apresentam regras e linguagens distintas e se tornaria do ponto de vista didático impraticável o seu ensino no interior das escolas. A este respeito, voltam a mencionar estes autores:

Para se tornar **saber a ensinar**, é necessário que o **saber sábio** sofra uma espécie de degradação durante a qual ocorre a perda do contexto original, para permitir uma reorganização e uma reestruturação de um “novo saber” intrinsecamente diferente do saber sábio, que lhe serviu de referência. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p.82, grifos nossos)

Torna-se necessário não esquecermos que estas transformações pelas quais passam os saberes a que nos referimos, não pretendem exclusivamente levar o **saber sábio** a uma perda total do seu contexto original, valendo salientar que por maior que tenha se dado a reelaboração e reorganização no processo gerador do **saber a ensinar**, aspectos de semelhança com o **saber sábio** são mantidos. Entretanto, mais uma vez enfatizamos que, esta atitude visa a atender eventuais interesses de segmentos da esfera relacionada com **saber a ensinar** e que apesar de imprescindível para transformar o **saber sábio** numa forma adequada ao ensino didaticamente falando, este, a partir dessas transformações, apresentará requisitos passíveis de uma análise mais profunda. Mais uma vez (Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola,

2001, p.82), assim se referem a esse saber “[...] torna-se agora uma seqüência lógica, crescente em dificuldade e atemporal, como se fosse resultado de uma evolução natural”. Talvez sejam requisitos como estes que contribuam para que alunos, principalmente do Ensino Fundamental e Médio, não apresentem, muitas vezes nenhum envolvimento em relação aos conteúdos que lhes são ensinados.

Quando se trata do **saber ensinado** é relevante considerar que no interior da sala de aula a figura do professor é tida como elemento fundamental para a operacionalização das atividades intrínsecas a este ambiente daí não nos esquecermos da importância deste, quando tratamos desse tipo de saber. De acordo com Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), as diferenças entre aquilo que o professor prepara como material didático para uso em sua aula e aquilo que foi produzido pelo cientista decorrem da diferença existente entre a “ciência” da sala de aula e a “ciência” do cientista. Ainda de acordo com os autores citados, existe uma nítida diferença contextual quando nos referimos aos livros didáticos e manuais de ensino destinados, particularmente, aos estudantes universitários, que serão futuros profissionais, que, provavelmente, são familiarizados com o contexto do saber sábio e suas aplicações, no que tange ao tempo didático determinado pela estrutura escolar. Os professores universitários usam estes textos como um guia de preparação de suas aulas, reorganizando o conteúdo de acordo com referências específicas, adaptando-o, adequadamente, ao tempo didático.

No que diz respeito ao ensino secundário, temos outros aspectos a serem observados, bem diferentes daqueles relacionados ao ensino universitário, pois este apresenta outras regras e fontes de influências. A este respeito mais uma vez se referem Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001, p.85): “[...] vamos encontrar, para essa população, livros e manuais que não foram alvo de uma Transposição Didática “de fato”, mas são apenas produto de uma “simplificação” do conteúdo pertencente ao saber a ensinar.” Observa-se assim, uma forte simplificação na linguagem e nos recursos matemáticos utilizados. A simplicidade atrelada a esses conteúdos chega ao extremo de descaracterizar o processo histórico de sua elaboração. Diante disso, assim nos fala ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA (2001, p.85-86):

Um exemplo disso é que, de maneira geral, quando um livro didático utilizado no ensino médio apresenta a Mecânica Clássica, a visão aristotélica do movimento, quando aparece, é apresentada como uma concepção ingênua e incompleta, que foi superada pelo paradigma newtoniano. Força, massa, aceleração, referencial inercial são conceitos apresentados sob forma seqüenciada e harmônica, como se fossem conceitos simples, que se encerram em si mesmos. Não levam em conta que os significados desses conceitos dependem do papel que eles desempenham no interior da teoria.

A respeito deste processo de simplificação que se observa em relação ao material didático que é manipulado no interior da sala de aula, no que tange a Mecânica Clássica, mais especificamente às leis de Newton, Ponczek (2002) adverte-nos:

As leis de Newton são geniais exatamente porque sintetizam, em poucas linhas, milênios de saber acumulado por diversas civilizações, no entanto, passa-se nas salas de aula uma errônea idéia de sua simplicidade. Estudantes e até mesmo professores podem, equivocadamente, pensar que os conceitos de massa, inércia e de força são simples, naturais e intuitivos, quando isto não é verdadeiro, sendo, pelo contrário, extremamente complexos e objeto de discussões até os presentes dias. (PONCZEK, 2002, p. 22)

Observa-se, no entanto, que se tornam imprescindíveis, dentro do processo ensino-aprendizagem das Ciências, sobretudo da Física, que os alunos, principalmente os de Ensino Fundamental e Médio, tenham uma ampla noção das transformações por que passaram os saberes científicos, desde o **saber sábio** passando pelo **saber a ensinar** e convergindo para **saber ensinado**, que resulta, por sua vez, nos conteúdos que são ministrados nas salas de aula desses alunos, onde o livro didático é tido como principal instrumento de ensino utilizado neste contexto, logo, não poderá permanecer alheio a este aspecto.

3.1 Relação entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico como requisitos estruturantes para o ensino da Física

Não é nem um pouco estranho àqueles que, cotidianamente, labutam no ensino da Física em escolas do Ensino Médio, o grande desconhecimento do alunado no que se refere ao conteúdo a ser ministrado no componente curricular Física neste nível de ensino na sua série inicial. Em outras palavras, a grande maioria desse alunado parece adentrar ao Ensino Médio sem sequer ter percebido os primeiros contatos (em nível escolar) que tiveram com conteúdos de Ciência nas séries do Ensino Fundamental, principalmente nas duas últimas séries desta fase.

Imaginamos que esta falta de sintonia inicial com o conteúdo de Ciência é o que caracteriza sequelas, muitas vezes, irreversíveis, para a vida escolar do aluno no que diz respeito ao processo ensino-aprendizagem das Ciências, principalmente, as ditas Ciências Exatas. Atribui-se também que este fator tem como uma das causas a falta de subsídios eficientes, para que esses alunos despertem para o conhecimento científico, já que esta prática continua a ser observada no Ensino Médio, uma vez que, a maioria das escolas utiliza apenas

como suporte de leitura o livro didático, na maioria das vezes descontextualizado da realidade do aluno e, conseqüentemente, da sua capacidade de abstrair o conhecimento. A este respeito, (GARCIA, ROCHA & COSTA, 2001, p.138) destacam:

Uma das situações normalmente observadas no desenvolvimento de conteúdos escolares de Física é a sua pouca vinculação com a realidade vivenciada pelo aluno. Talvez isso aconteça, em grande parte, por se ministrarem conteúdos que foram consolidados e estratificados no tempo, sem atentar para a realidade sempre em mudança dos alunos e dos professores nem descobrir o que lhes seria mais familiar ou útil.

Se observarmos este contexto mais cuidadosamente, verificamos a confirmação do exposto, especificamente aqueles profissionais em educação que trabalham com o Ensino Fundamental e Médio, uma vez que o alunado apresenta uma enorme dificuldade em correlacionar os conhecimentos preconizados na Ciência com aqueles que eles detêm advindos do seu cotidiano. Muitas vezes eles chegam a imaginar que representam contextos totalmente distanciados e independentes entre si.

No que diz respeito ao ensino das Ciências, não devemos esquecer que os primeiros contatos do ser humano com o seu habitat se dão desde o momento em que ele nasce, portanto, a partir daí já começa o seu aprendizado a respeito da natureza e, conseqüentemente, os primeiros conhecimentos de Física. A este respeito, Amaldi (1995) assevera:

A Física é uma entre as tantas coisas que as crianças aprendem nos primeiros anos de vida. Elas a aprendem de modo espontâneo ao lançar objetos e ao deixá-los cair, ao tentar caminhar e ao distinguir, pelo tato, os corpos quentes dos corpos frios. Com essas experiências as crianças exploram o estranho ambiente em que se descobrem vivendo. A Física que se estuda no colégio e até na universidade tem exatamente o mesmo propósito: permitir que compreendamos alguns aspectos importantes do ambiente que nos circunda. Saber por que os objetos caem ao solo (ao invés de ficarem suspensos ao ar), o que são a luz e o calor, compreender como funcionam a televisão ou uma central nuclear, tudo isto serve para nos sentir mais participantes do complexo mundo em que vivemos. (AMALDI, 1995, p. 01)

Vale salientar que, estes desafios que se configuram no início das nossas vidas, diversificam-se e complexificam-se ao longo da mesma, pois nós (seres humanos) somos movidos, além da necessidade de adaptação para garantirmos a nossa sobrevivência, por uma imensa curiosidade que nos é peculiar desde os primórdios. A esse respeito, assim se refere Pietrocola:

Se no início da vida os desafios são praticamente compulsórios, dada a necessidade de sobrevivência, à medida que crescemos vamos adquirindo a possibilidade de escolher aqueles sobre os quais nos deteremos mais longamente. Com a acumulação de experiência de todo tipo, passamos a exigir não apenas o entendimento individual das situações vividas, mas também e principalmente um entendimento global do mundo em que vivemos. (PIETROCOLA, 2001, p.9-10)

O desenrolar deste processo dá início ao que chamamos de *visão de mundo*, que todo indivíduo tem latente em seu consciente, que geralmente sofre influências de interfaces como interesse pessoal, necessidades materiais, valorização social dentre outros. É conveniente observarmos que essa visão a que nos referimos não é estática, ela poderá ser ampliada, modificada ou até mesmo substituída ao longo de nossas vidas.

Sabemos que (conforme já nos referimos), o ser humano tem como força propulsora para estimulá-lo a adquirir novos conhecimentos, uma grande gama de curiosidades que o acompanha durante toda a sua existência, mas, é preciso não esquecer que determinados requisitos contextuais o influenciam para a escolha do foco de tais curiosidades. São estes requisitos que nos fazem modelar a visão de mundo que, muitas vezes, acompanhar-nos-á durante toda a nossa existência. Mais uma vez, de acordo com Pietrocola (2001, p. 10) lemos:

Neste processo, buscamos dar sentido às situações vivenciadas, ou seja, aos desafios enfrentados. Mobilizamos todas as formas disponíveis de entendimento, incluindo-se aí crenças e ideais pessoais, tradições familiares e culturais, entre outras, num mútuo ajuste entre o mundo exterior e o nosso mundo interior. Entram em jogo as diversas facetas da nossa consciência, sejam elas racionais, sentimentais, emocionais, medidas pela visão de mundo já construída.

Conforme já vimos, o relacionamento das pessoas, como o seu ciclo de amizades durante a sua infância, o desenrolar das suas primeiras atividades profissionais etc, é determinante no processo de construção de sua visão de mundo, pois são fundamentais para aprendermos a lidar com o aspecto humano do mundo cotidiano. Neste contexto, absorvemos o legado dos conhecimentos deixados pelos nossos antepassados, ou seja, o nosso mundo não é somente construído, mas também descoberto, à medida que se dá a construção do nosso relacionamento sócio cultural.

Esses conhecimentos que, na maioria das vezes são impostos pela tradição sem nenhuma conotação crítica, é o chamado *senso comum*, porém servir-nos-ão de referencial durante o resto de nossas vidas. Quando no ambiente escolar, deparamo-nos com as primeiras informações de cunho científico, geralmente estas nos causarão impactos, pois apresentam

peculiaridades muitas vezes alheias ao nosso modo de abstrairmos a **realidade**. Quando falamos de realidade, é conveniente mencionarmos que este termo reveste-se de uma imensa importância neste contexto do ambiente escolar, pois sabemos que a Física é uma Ciência da natureza que tem como objetivo específico conhecê-la da forma mais precisa possível (Pietrocola, 2001). No entanto é inquestionável, conforme já mencionamos a influência do *sensu comum* nesse contexto, e aí poderá se caracterizar, ao nosso ver, um dos grandes dilemas responsável pelo malogro no processo ensino-aprendizagem de Ciências (no Ensino Fundamental) e Física (no Ensino Médio).

Verifica-se que, esta discrepância entre alguns requisitos que o conhecimento trazido pelo aluno (*sensu comum*) e o conhecimento que tentam lhe passar na escola (conhecimento científico) contribua enormemente para a falta de compreensão deste último. Neste aspecto, Pozo & Crespo enfatizam:

[...] entre o conhecimento intuitivo ou cotidiano dos alunos e o conhecimento científico, tal como lhes é ensinado nas salas de aula, existem importantes diferenças que afetam não apenas seu conteúdo factual – nem sempre se referem ou prevêm os mesmos fatos – e seu significado – que eles interpretam de maneira diferente, utilizando conceitos diferentes –, mas também os princípios epistemológicos, ontológicos e conceituais sobre os quais se sustentam. (POZO & CRESPO, 2009, p.118)

Entretanto, é necessário se observar outro aspecto importante neste contexto, pois além do livro didático de Física, a nosso ver, não contribuir eficazmente na vinculação dos conteúdos escolares com o cotidiano dos alunos, cabe aqui ressaltar também, numa dimensão mais ampla, um aspecto metodológico (já que uso e utilidade do livro didático estão interrelacionados entre si), pois muitas vezes, quando determinado professor se propõe a tal discussão, o faz de maneira que se coloca como personagem principal na condução deste processo, desviando o mesmo da sua principal finalidade, que seria a implementação de mão dupla na via de acesso ao conhecimento. A este respeito, diz-nos Bochniak:

O conjunto arrematado e o procedimento linear de transferência do conhecimento são tão sedimentados em nossas escolas que, para muitos professores, valorizar a cultura, a experiência vivida dos alunos, é tido como atribuição que a ele (professor) cabe empreender – quando deva aproveitar os conhecimentos que os alunos trazem de suas realidades e quando faça a passagem destas para o saber escolar que transmite. (BOCHNIAK, 1998, p.64)

Em seguida, a autora enfatiza mais intensamente a importância que deve ser concedida à realidade vivenciada pelo aluno na relação ensino-aprendizagem, quando adverte:

Se, ao contrário, a escola entendesse que o melhor intérprete da realidade social do aluno, por mais que se esforcem os educadores, até os bem intencionados, nunca será outro senão o próprio educando, não mais haveria de baratear os conteúdos e inverter, freqüentemente, os papéis do professor e o dos alunos. (BOCHNIAK, 1998, p.64-65).

Portanto, entendemos que, para que o nosso sistema educacional corresponda às expectativas do momento atual, não poderá se furtar de levar em consideração a realidade vivencial do aluno, pois só assim, poderá desenvolver neste o espírito crítico, requisito indispensável para permitir que o indivíduo possa exercer sua plena cidadania no seio da sociedade. Diante do exposto, verifica-se que a construção de uma aprendizagem significativa das Ciências e, conseqüentemente da Física, não deve prescindir de uma relação contextual entre as interfaces dos conhecimentos trazidos pelos alunos (conhecimento do cotidiano) e o conhecimento discutido em sala de aula (conhecimento científico), pois talvez assim, tenhamos condições também de mostrar, mais claramente, qual a relação existente entre esse conhecimento dito científico e a tecnologia, principalmente nos dias atuais.

3.2 A importância da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino da Física na atualidade

Segundo Castro (2004), o mundo atual depende das descobertas científicas para progredir, para a paz, para saúde e para tecnologia, dentre várias outras possibilidades, donde se torna relevante a importância do conhecimento científico para que o indivíduo, no seio da sociedade, possa desempenhar, a contento, o seu papel de cidadão compatível com os anseios da mesma. Neste aspecto, Cruz & Zylbersztajn (2001, p. 171) fazem a seguinte menção:

Segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeia a sociedade na qual se encontra inserido.

Corroborando com este aspecto, também lemos em Fernando & Barros (1999), que a alfabetização científica do cidadão deveria estar voltada não apenas para a compreensão da

Ciência e da Tecnologia, mas deveria proporcionar informações sobre aqueles desenvolvimentos científicos e tecnológicos que podem atingir negativamente a sociedade, levando em consideração, por exemplo, problemas como: o buraco na camada de ozônio, aquecimento global, manipulação de códigos, etc. bem como levar o cidadão a refletir sobre o efeito das armas de destruição massiva e outros. Isso nos leva a uma reflexão acerca do que tem sido o papel do ensino das Ciências, principalmente da Física, no interior de nossas escolas, já que, principalmente em nível de Ensino Médio, a maioria dos alunos absorve estes conhecimentos como algo descontextualizado do seu meio, necessário apenas para serem utilizados nas avaliações internas da escola ou quando muito, utilizá-los nos exames vestibulares como meio para adentrarem o ensino superior.

Cogita-se frequentemente, na atualidade, que a educação deve ser voltada para a cidadania, e de acordo com Gadoti, (2008, p. 66), este termo atingiu um estágio de vulgarização nos últimos anos:

Tornou-se uma palavra perigosamente consensual, um envelope vazio no qual podem caber os sonhos de uma sociedade de iguais, uma sociedade de direitos e deveres, quanto uma sociedade dividida por interesses antagônicos. Nela cabem hoje todos os sonhos e todas as realidades.

Portanto, faz-se necessário, quando nos referimos ao campo educacional, voltado para o ensino das Ciências, e citamos esse termo “cidadania”, termos o cuidado de caracterizá-lo com pertinência. É preciso salientar que, à luz deste contexto, entende-se como cidadão ou cidadã, aquele que tem a capacidade de interpretar e compreender, com autonomia, os acontecimentos do seu cotidiano, interferindo coerentemente sobre os mesmos, ao se referir sobre esta situação. Muitos estudiosos em educação salientam como fundamental a implementação de uma *alfabetização científica*. Referindo-se a esta ideia de uma alfabetização científica, voltada para a formação de um cidadão crítico e tendo como alvo principalmente a juventude, Cruz & Jucá (2010, p. 22) salientam a sua importância para o contexto atual:

[...] que os jovens possam ser esclarecidos a respeito de temas que são constantemente objetos de decisões políticas. Por exemplo: utilização de organismos transgênicos no incremento da produção de alimentos; uso de células tronco embrionárias na pesquisa da cura de algumas doenças; questões éticas relativas a manipulações genéticas; dentre outros temas.

A este respeito também nos fala Bernardo (2008), quando se refere às transformações ocorridas, nas últimas décadas, no seio da nossa sociedade, principalmente àquelas relacionadas ao aspecto científico tecnológico, o qual também menciona a necessidade dos indivíduos componentes dessa sociedade estarem afinados com essas transformações, para assim, poderem analisar, compreender e se proporem conscientemente sobre este contexto, enfatizando:

A rapidez segundo a qual evolui a sociedade contemporânea em termos científicos e tecnológicos é acompanhada de uma evolução não menos acelerada, de uma demanda social. O cidadão contemporâneo deve estar minimamente qualificado para atuar criticamente em relação às exigências que o mundo lhe impõe. (BERNARDO, 2008, p. 1)

Também este autor, ao se referir à importância da *alfabetização científica*, faz a seguinte menção:

Os avanços alcançados pela ciência, em geral, caminham junto com os avanços tecnológicos, seja pela necessidade de se reproduzir tecnologias que atendam à demanda criada pela própria ciência, sejam para atender interesses de outras áreas onde essas tecnologias encontram aplicação, como a indústria e o comércio. Desse modo fala-se hoje da “alfabetização científica” para todos os cidadãos. (BERNARDO, 2008, p. 37)

Correlacionando os avanços tecnológicos com os conteúdos inseridos nos livros didáticos, podemos ler nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o seguinte:

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos. (BRASIL, 2006, p. 47)

Em seguida, esta mesma obra ao se referir à alfabetização científica, menciona:

A tão falada metáfora da alfabetização científica e tecnológica aponta claramente um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio: que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos no tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política (BRASIL, 2006, p. 47)

Portanto, de acordo com o que está explícito nos textos citados, verificamos que é de extrema importância que os ensinamentos das Ciências (sobretudo os da Física), estejam em consonância com anseios relevantes que permeiam a sociedade atualmente, mais precisamente os do ponto de vista científico e tecnológico, pois, tal aspecto, caracteriza o que é chamado neste contexto de “alfabetização científica,” (ênfase nossa).

4 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NO CONTEXTO ENSINO-APRENDIZAGEM

De acordo com relatos de Oliveira & Guimarães (1984), sobre a literatura didática no Brasil, tudo teve início com a leitura de cartas manuscritas que professores e pais de alunos forneciam, perdurando assim por muito tempo. Capistrano de Abreu ao se referir a este contexto, atribuiu a “carência de documentos antigos no Brasil ao consumo deles nas escolas para a leitura dos alunos” (Peixoto, apud Oliveira & Guimarães, 1984, p. 23). Consta que até o século XIX, e mesmo no início do século XX, livros confeccionados em Portugal eram usados em escolas brasileiras. Segundo Neto (1974), apud Oliveira & Guimarães, 1984, p. 23 esta afirmação se constitui na referência mais antiga sobre livro didático no Brasil, e escreve: “Em correspondência jesuítica é dito que agora El-Rei (D. João III) lhes manda (aos meninos educados pelos jesuítas) vestidos e camisas e livros e tudo que o pedem”

Segundo Hosoume & Martins (2007), a importância do livro didático no contexto educacional deve ser analisada diante dos seus aspectos históricos, levando-se em consideração sua relação, como recurso pedagógico, entre as práticas inerentes à escola e ao ensino escolar. Estes autores, parafraseando Martins (2006), destacam:

[...] a relevância do livro didático é comprovada, entre outros fatores, pelo debate sobre sua função na democratização de saberes socialmente legitimados e relacionados aos diferentes campos de conhecimento, pela polêmica acerca do seu papel como estruturador da atividade docente, pelos interesses econômicos em torno da sua produção e comercialização e pelos investimentos de governos em programas de avaliação. (HOSOUME & MARTINS, 2007, p. 01-02)

De acordo com Oliveira & Guimarães (1984), a própria definição do que seja livro didático é polêmica, existindo afirmações, por parte de alguns estudiosos que todo livro pode ser considerado didático, enquanto outros recorrem a diferenciações mais precisas. Estes autores, citando Richaudeau, expressam para esse livro, a seguinte definição: “o livro didático será entendido como um material impresso, estruturado, destinado ou adequado a ser utilizado num processo de aprendizagem ou formação”. É inquestionável dentro do processo ensino-aprendizagem, nas nossas escolas, a relevância do livro didático como um instrumento utilizado na maioria delas. Mattos et al (2002), apud B.Junior & Mattos (2006, p. 02) falam-nos:

O livro didático vem sendo considerado como um dos instrumentos de maior influência na educação escolar. Desde muito tempo sua importância expressa

uma grande parcela nos instrumentos utilizados no processo de ensino-aprendizagem nos mais diversos tipos de conteúdos. Em relatório divulgado pelo Banco Mundial, o livro didático foi considerado como a quarta maior influência no processo de aprendizagem dos estudantes, sendo assim é considerado um elemento mais importante que o conhecimento, a experiência e o salário do professor.

Dada a sua importância, faz-se necessário fazermos uma breve reflexão, do ponto de vista histórico, como este instrumento de ensino tem sido conduzido dentro do processo ensino-aprendizagem, principalmente em nível nacional, ao longo do tempo.

Podemos observar que o ensino brasileiro, no final do século XIX e durante todo o século XX, passou por uma série de reformas; nesse período, ainda de acordo com Junior & Mattos (2006), observa-se que a legislação que regula o ensino secundário brasileiro é baseada em circulares, portarias, leis e decretos, sendo os livros didáticos reflexos destas mudanças. Neste contexto, merece destaque a Reforma Francisco Campos, que foi consolidada através de decreto de abril de 1932. Essa Reforma caracterizou-se por dar ao exame de admissão da época um caráter nacional, isto é, de acordo com Machado (2002) apud B. Junior & Mattos, (2006, p. 02) “deu início em todo o país uma seleção para ingresso no curso secundário”. Em seguida, os mesmos autores preconizam, citando Romanelli (1990):

A reforma teve o mérito de dar organicidade ao ensino secundário, estabelecendo definitivamente o currículo seriado, a frequência obrigatória, dois ciclos, um fundamental e outro complementar, e a exigência de habilitação neles para o ingresso no curso superior. Além disso, equiparou todos os colégios secundários oficiais ao Colégio Pedro II, mediante a inspeção federal e deu a mesma oportunidade às escolas particulares que se organizassem, segundo o decreto, e se submetessem à mesma inspeção. (B. JÚNIOR & MATOS, 2006, p.02)

Ainda de acordo com os autores citados, em 1942, foi promulgada outra lei de relevância, dentro deste contexto, denominada Lei Orgânica do Ensino Secundário que se deu através do decreto-lei 4.244, assinado pelo então ministro Gustavo Capanema. Esta reforma denominada de “Capanema”, a exemplo da Francisco Campos, também apresentou sua importância nesse contexto, pois dividiu o curso secundário em dois ciclos: o 1º ciclo, chamado “curso ginasial”, era formado de quatro séries, e o 2º ciclo, dividia-se em “curso clássico” e “curso científico”, estendendo-se por três séries. A conclusão dos dois ciclos do curso secundário era indispensável para a entrada em qualquer curso superior, sendo que os programas das disciplinas do 2º ciclo eram tidos como base para o vestibular ou para o exame de habilitação. Vale salientar também que foi durante a gestão do ministro Capanema que se

instituiu, em 1938, a Comissão Nacional do Livro Didático. Enfatizando a importância deste fato sobre a política do livro didático no Brasil, assim nos fala Miranda & Luca (2004, p. 124)

Observando a cronologia das ações do governo brasileiro em relação ao livro didático, constata-se que, embora a reestruturação de um programa de avaliação determinante dos processos de compra seja algo relativamente recente, o estabelecimento de uma política pública para o livro didático remonta ao Estado Novo, quando se instituiu pela primeira vez, uma Comissão Nacional de Livros Didáticos, cujas atribuições envolviam o estabelecimento de regras para a produção, compra e utilização do livro didático.

É conveniente observarmos que a importância do livro didático não se restringe exclusivamente aos aspectos pedagógicos, bem como a possíveis influências na aprendizagem dos alunos. Verificamos também que, este instrumento de ensino apresenta uma significativa relevância no que diz respeito aos aspectos econômicos e políticos envolvidos neste contexto. Assim nos falam Oliveira & Guimarães (1984, p. 11)

O “mercado” criado em torno do livro didático faz dele importante mercadoria econômica, cujos custos muito influem na possibilidade de acesso, a ele, de expressivo contingente da população escolarizada. O livro didático também é importante por seu aspecto político e cultural, na medida em que reproduz e representa os valores da sociedade em relação à sua visão de ciência, da história, da interpretação dos fatos e do próprio processo de transmissão do conhecimento

Historicamente, observamos que, algumas das grandes influências que o ensino brasileiro sofreu ao longo do tempo, têm o livro didático como um dos vetores de expressão dessas influências. Ainda a este respeito, assim se referem B. Junior & Mattos (2006, p. 03):

[...] este trabalho tem por objetivo mostrar que os livros didáticos de Física são reflexos de um poder dominante e, devido a isso, sofrem influências sociais e políticas na escolha de seus conteúdos. Ou seja, as influências que os livros didáticos vêm sofrendo são “ajustes” para cada época onde é moldado o conhecimento que deve ou não ser adquirido pela sociedade imersa nesse cenário.

Estes autores, parafraseando Pechêux (1990), ressaltam a influência dominante relacionada ao livro didático, em cada época, enfatizando que seus textos não podem ser analisados como uma sequência lógica e fechada sobre ela mesma, mas deve referir-se ao conjunto de discursos possíveis, tomando como parâmetro as condições em que são produzidos. Em seguida, enfatizam a importância da Análise do Discurso para este contexto,

citando que, “a linguagem enquanto discurso é interação, é um modo de produção social, ela não é neutra, inocente e nem natural, por isso o lugar privilegiado de manifestação de ideologia” (BRANDÃO, 1997, apud B. JUNIOR & MATTOS, p. 12).

Observam-se que as conotações históricas, conforme mencionamos, relacionadas ao livro didático, mais precisamente ao livro didático de Física, são importantes quando pretendemos nos referir à importância deste instrumento dentro do contexto ensino-aprendizagem deste componente curricular. Em se tratando deste aspecto voltado para a educação em nível nacional, devemos centrar nossas atenções para as décadas de 50 e 60, período em que se deram reformas de grande relevância dentro desse contexto

Ainda de acordo com B. Junior & Mattos (2006), observa-se que a partir desse período já se observa uma forte abordagem tradicional, no que diz respeito ao livro didático, que continua repercutindo até os tempos atuais. E nos assevera:

A ciência não é caracterizada como historicamente construída, pois é posta nos livros como acabada sem uma postura indagadora. Ou seja, não há uma abordagem de como a ciência foi construída e trabalhada pelos cientistas, sendo o conteúdo uma mera reprodução e não transposição, onde predomina a memorização caracterizada por um monólogo centrado no professor, onde apenas é praticado o ensino bancário do conteúdo. Sendo assim, a visão de ciência ensinada a um aluno de ensino secundário da época era apenas de cálculos complicados, onde a principal finalidade era a preparação para o ensino superior. (B. JUNIOR & MATTOS, 2006, p.04):

Provavelmente a citação acima traz, em seu bojo, os aspectos mais relevantes da nossa pesquisa, no que diz respeito à pedagogia intrínseca ao livro didático, quando ela se refere ao caráter informativo do mesmo, bem como à transmissão de conhecimentos, dando-se no sentido do professor para o aluno, caracterizando o que o texto chama de “ensino bancário do conteúdo”. Enfatiza também que a ciência, conforme já preconizamos antes, é posta como algo acabado sem se discutir a origem desses conhecimentos, e que o conteúdo é posto como uma mera reprodução e não caracterizando uma transposição, praticando-se apenas o ensino bancário do conteúdo ensinado. Todos estes aspectos citados convergem intensamente para a consolidação do ensino tradicional que, infelizmente, tem se arrastado até nossos dias, no interior de nossas escolas, principalmente as de Ensino Fundamental e Médio.

Ainda sobre a influência do livro didático no contexto educacional, Klein & Mescka (2009, p. 06) ressaltam a importância deste, citando-o “como material pedagógico de produção do conhecimento e o incentivo ao consumo do seu conteúdo”. Em seguida, os autores enfatizam a relevância deste instrumento de ensino no interior da sala de aula,

chamando a atenção pelo fato de o mesmo levar o aluno a não refletir criticamente acerca do contexto social em que está inserido, o que desvirtua o papel educacional da escola na atualidade, quando citam:

Isso é preocupante pelo fato desse material restringir o aluno a uma realidade que o distancia das verdadeiras necessidades sociais e de ainda haver, no Brasil, professor que tenha o livro didático como único material da sua prática pedagógica (KLEIN & MESCKA, 2009, p. 06-07).

Isto nos leva a uma reflexão bem mais profunda acerca do papel do livro didático nas nossas escolas, principalmente nas de Ensino Fundamental e Médio, onde, conforme já observamos, o livro didático aparece como instrumento preponderante no interior das salas de aula. Portanto, faz-se necessário que todos nós, pessoas envolvidas com o processo educacional, em nosso país, envolvamo-nos com mais intensidade no sentido de vislumbrarmos mais claramente a influência deste instrumento de ensino na construção de uma aprendizagem significativa, no nosso caso específico, do componente curricular Física. Estes autores nos chamam a atenção, ainda sobre este aspecto, quando dizem:

É oportuno lembrar a colocação de Silva (1998, p. 63) quando comenta questões sobre o livro didático: “se os livros didáticos brasileiros fossem mesmo eficientes, o Brasil seria o melhor país do mundo em termos de educação e escola”. (KLEIN & MESCKA, 2009, p. 06-07).

Afirmção como a da citação acima leva-nos a refletir mais profundamente acerca da utilização do livro didático (no nosso caso o de Física), como um dos principais instrumentos de ensino em nossas salas de aula, levando, principalmente aqueles que estão mais diretamente envolvidos com o processo ensino-aprendizagem das Ciências, a cogitarem a necessidade de uma série de modificações na estrutura pedagógica desse livro didático, para que o mesmo passe a apresentar maior eficácia na sua utilidade em nossas escolas.

4.1 O livro didático e o currículo de Física no Ensino Médio

De acordo com Gouvêa (1999), estudos relacionados ao ensino da física na escola, como os que dizem respeito à epistemologia e história da Física, formação docente, materiais didáticos entre outros aspectos, convergem para o estudo do currículo, pois, “o currículo se materializa no ensino, no momento em que alunos e professores vivenciam experiências nas quais constroem e reconstróem conhecimentos e saberes” [...] (MOREIRA & MACEDO,

p.82, 1999, apud GOUVÊA). Em seguida, enfatiza que as experiências trazidas à tona pelo conhecimento da disciplina e pelo professor se dão através do uso de diversos materiais com características próprias, particularmente o livro didático.

Sabemos que não são poucas as discussões que giram em torno do processo ensino-aprendizagem da Física, principalmente nos últimos anos, em nível de Ensino Médio, no que tange ao real significado para o estudo desta Ciência na educação básica.

De acordo com Rosa & Rosa (2005), parece ser consenso, diante das pesquisas apresentadas nos principais periódicos do país, bem como nos temas debatidos nos encontros envolvendo professores e pesquisadores do ensino de Física, que da maneira como esta tem se apresentado nos livros-texto e, conseqüentemente em sala de aula, está totalmente distanciada do seu real propósito. Estes autores (NETO & PACHECO, apud NARDI, 1998) enfatizam que o ensino de Física, tem assumido, ao longo do tempo, o caráter preparatório para o vestibular. Para esses autores, comprovadamente, observa-se o uso indiscriminado de livros e assemelhados que apresentam exercícios voltados para as provas de vestibular e que, na sua maioria, valorizam apenas a memorização e as soluções algébricas. Isso tem levado os alunos a não valorizarem uma reflexão mais profunda, quando se deparam com conteúdos de Física, em nível de Ensino Médio, fazendo com que, na maioria das vezes, se comportem como verdadeiros expertos no manuseio habilidoso de dados, que são inseridos mecanicamente nas fórmulas algébricas sem nenhum, ou quase sem nenhum, entendimento conceitual do contexto em questão. Citando Souza (2002), eles enfatizam que os autores dos livros didáticos dão muita ênfase aos vestibulares, tentando mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno. Diante desta tendência de direcionar o ensino de Física para resolução de problemas, normalmente recheados de cálculos e fortemente influenciados pelo uso do livro didático, têm ocorrido sérias críticas às editoras e, conseqüentemente aos autores das obras. Grande parte dos livros que circulam nas escolas traz os conteúdos como conceitos definidos, dando a entender a Ciência (no nosso caso a Física) como acabada e imutável. Porém, o mais preocupante no que se refere a estas obras repousa na forte identificação que elas associam entre a Física e os algoritmos matemáticos, em que os textos e, principalmente, os exercícios são tratados como matemática aplicada, na qual o objetivo principal é adestrar o estudante na resolução de problemas algébricos.

Sabe-se que a pesquisa em Ensino da Física ganhou fôlego nas últimas décadas, apresentando investigações bastante diversificadas, entre as quais se podem citar: resolução de problemas, representações mentais dos alunos, concepções epistemológicas dos professores e formação inicial e permanente dos professores, bem como iniciativas do tipo

Física no cotidiano, equipamentos de baixo custo, Física contemporânea e novas tecnologias. Outro aspecto que envolve o processo ensino-aprendizagem, bem como a pesquisa em Ensino da Física, nas últimas décadas, é a realização de uma série de eventos nesta área, no nosso país, entre os quais merece destaque: o **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), desde 1986, que tem trazido significativas contribuições para este campo de pesquisa. No que concerne ao ensino de Física e, mais precisamente ao currículo, chama-nos a atenção referências feitas no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (1999), intitulado: *“O ensino da Física à procura de sua identidade”*. Diante da nossa real condição de ensino deste componente curricular, não podemos esquecer a importância do livro didático, sobretudo de sua utilidade dentro do contexto escolar, uma vez que, provavelmente, este ainda continuará, por longo tempo, como principal instrumento de ensino em sala de aula. Contudo, discute-se há bastante tempo, no campo da pesquisa de ensino das Ciências, sobretudo da Física, que este instrumento de ensino, dada a sua importância, necessita de modificações constantes se quisermos que atenda, pelo menos em parte, os objetivos a que se destina. Alves Filho (2000), ao se referir historicamente ao livro didático de Física, diz-nos que durante o século XIX, até meados do século XX, a maioria desses livros tinha um formato denominado de “compêndio” que em comparação com os livros didáticos atuais, tanto universitários como do Ensino Médio, são bastante diferentes, afirmando-nos: "O discurso literário era monocórdio, e o conhecimento era estruturado de uma forma “descritiva” racionalmente encadeada”. (ALVES FILHO, 2000, p. 08)

Este autor também nos chama a atenção, ao nos falar sobre a origem deste instrumento de ensino, mencionando que o mesmo nasceu das notas de aulas preparadas por seus autores, cujos conteúdos seguem tradicionalmente a sequência das antigas enciclopédias e que, segundo esse mesmo autor, esses livros sofreram, em sua literatura, uma forte influência européia, principalmente a francesa, e destaca:

Um compêndio é uma obra didática elaborada, geralmente, por um único autor. Suas origens eram as notas de aulas preparadas por seus autores, que as organizavam com o passar do tempo, resultando num livro que contemplava toda a “Física Geral ou Clássica”. A sequência dos assuntos segue a tradição das antigas enciclopédias, que iniciam no estudo dos movimentos (Cinemática), e vão até as causas do movimento (Dinâmica), Gases, Calor etc. Os compêndios de origem européia dominaram a literatura universitária e dos colégios por longo tempo, em especial a francesa (ALVES FILHO, 2000, p. 08)

Diante destas afirmações, observa-se que o livro didático de Física é componente determinante na construção do currículo no interior das nossas salas de aula, uma vez que a maioria dos professores segue uma tradição rigorosa de se pautar em suas atividades pedagógicas pelo conteúdo preconizado no livro didático. No entanto, é preciso que não esqueçamos também que diante da complexidade das interfaces que envolvem o processo ensino-aprendizagem da Física no momento atual, este instrumento de ensino necessita, possivelmente, de enfrentar uma série de transformações para que atenda às necessidades básicas que ora se apresentam no campo do ensino, principalmente em nível de Ensino Médio.

Sobre este contexto, Mello (1999) refere-se ao novo currículo do Ensino Médio organizado por áreas de conhecimento e não mais por disciplinas isoladas, mencionando que, essa nova condição traz como vantagens a redução das pilhas de livros e a maior viabilidade no sistema de financiamento do mesmo, tanto no aspecto público como privado. Enfatiza que, de acordo com essa nova organização, pode-se pensar em três livros para cada série de acordo com as áreas de conhecimento: Linguagens; Ciência da Natureza, incluindo Matemática e Ciências Humanas, citando que:

O livro deveria conter uma relação dos conteúdos básicos e comuns do conhecimento nessas áreas e seria complementado com pesquisas e consultas a outro tipo de material escrito ou não. Mais do que a quantidade de informações, o livro estaria voltado para formas de apresentação e tratamento dos conteúdos, incluindo sempre em cada área um forte componente tecnológico. Esse livro não existe. Precisa ser criado pelos especialistas das disciplinas com apoio dos educadores, curriculistas, psicólogos da aprendizagem etc.(MELLO, 1999, p.07)

Logo se confirma que, conforme abordamos desde o início deste capítulo, o livro didático e o currículo de Física estão correlacionados entre si, uma vez que, segundo Gouveia (1999), “o currículo se materializa no ensino” o que também confirma que as modificações, necessariamente implementadas ao livro didático, serão relevantes para contribuir na construção da aprendizagem significativa deste componente curricular.

4.2 Os Parâmetros Curriculares, importância e limitações no que diz respeito à utilidade do livro didático de Física no Ensino Médio

Sabe-se que, frente às novas tendências com que se depara a sociedade atualmente, é indiscutível, conforme já mencionamos, o papel da educação como elemento primordial na

obtenção do desenvolvimento dessa sociedade. É do conhecimento também de todos aqueles que estão mais afinados com o contexto educacional do nosso país que este se apresenta com um índice de escolarização em “extrema desvantagem em relação aos índices de escolarização e de nível de conhecimento que apresentam os países desenvolvidos” (PCNs, p. 15). Portanto, faz-se necessário convergir esforços no sentido de se atenuar esta situação, uma vez que, as transformações pelas quais passou a sociedade, nas últimas décadas, exigem intensamente uma tomada de decisão neste aspecto, se não quisermos continuar “cambaleantes” sem a mínima perspectiva de sobrepujarmos os empecilhos que se nos apresentam no momento, no que diz respeito aos desafios postos pelo mundo atual.

Observa-se que, diferentemente das décadas de 60 e 70, quando a política educacional vigente priorizava como finalidade para o Ensino Médio formar especialistas capazes de dominar a utilização de maquinarias ou dirigir processos de produção, na década de 90 os desafios se apresentam de outras maneiras, pois a grande gama de informações decorrentes do avanço tecnológico atual, passa a apresentar a formação dos cidadãos balizada por novos parâmetros, cujo objetivo principal não se reduz a acumulação de conhecimentos, mas a preparação para torná-lo capaz de utilizar esses conhecimentos em diferentes contextos da sua vida cotidiana, principalmente no que diz respeito às diferentes tecnologias ora existentes. A este respeito, mais uma vez lemos nos PCNs:

As propostas de reforma curricular para o Ensino Médio se pautam nas constatações sobre as mudanças do conhecimento e seus desdobramentos, no que se refere à produção e às relações sociais de modo geral. (PCN, p. 15)

Toda esta reformulação a que nos referimos, passa a ser respaldada formalmente a partir de 1996, com o advento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em que se dá ênfase à necessidade de reforma em todos os níveis educacionais, tendo como principal causa para essa exigência, conforme já mencionamos, as visíveis transformações ocorridas na sociedade contemporânea. Isto é objetivamente expresso nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), as quais traduzem os pressupostos éticos, estéticos, políticos e pedagógicos da LDB o que as torna obrigatória.

Especificamente, para o nível médio foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e, ultimamente com o objetivo de aprofundar, através de exemplos e estratégias de trabalho a proposta inicial, os PCNs+, que procuram trazer subsídios aos professores para implantação da referida reforma, a qual traz, em seu bojo, como mudanças

significativas, a inserção de novos conceitos, como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades.

Um dos aspectos importantes desta reforma é a nova identidade que ela concede ao Ensino Médio, caracterizando-o como etapa final da Educação Básica, conforme destaque:

O Ensino Médio, portanto, é uma etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situe o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e o desenvolvimento da pessoa, como 'sujeito em situação' – cidadão [...]
Nessa concepção, a Lei nº 9.394/96 muda no cerne a identidade estabelecida para o Ensino Médio contida na referência anterior a Lei nº 5692/71, cujo 2º grau se caracterizava por uma dupla função: preparar para o prosseguimento de estudos e habilitar para o exercício de uma profissão técnica. (PCN 1999, p.22)

Mesmo se constatando que as propostas delineadas nos PCNs são frutos de pesquisas desenvolvidas ao longo dessas cinco décadas, ainda há muito por fazer até que estas sejam totalmente operacionalizadas em sala de aula. Sabe-se que novas concepções não são incorporadas automaticamente às práticas cotidianas desenvolvidas no contexto escolar. Isto implica em mudanças que se caracterizam por incorporação de novos hábitos e rompimento de rotinas, na maioria das vezes, sem a certeza nem a segurança das vantagens e desvantagens que essa nova situação pode proporcionar. (KAWAMURA & HOSOUME, 2006, p.11)

No entanto, não se pode esquecer que as mudanças no seio da sociedade são requeridas constantemente. Como o papel das instituições educacionais deve estar em consonância com os anseios dessa sociedade, o educador não deve se omitir da discussão aprofundada destas reformas. Incorporando as ideias mais convenientes para uma contribuição efetiva na atualização das práticas docentes é o que sugere KUENZER, (2001, p.15):

[...] mas sabemos também que é preciso ter a coragem de se expor e correr riscos para dar o primeiro passo, sem o que não ocorrerá grande caminhada; é exatamente por isso que não há soluções mágicas, mas um longo caminho a percorrer, construído de acertos e erros com os quais nós aprendemos [...].

É preciso que os professores, enquanto pesquisadores permanentes que devem ser, entendam que a pesquisa em educação é uma área científica em constante efervescência, o que sugere, como em outras áreas, que as descobertas teórico-metodológicas não devem ser admitidas como definitivas(cf. MÀXIMO & ALVARENGA, 2000, p. 11).

Pautado nestes fundamentos históricos da pesquisa em Ensino da Física, tendo como principal foco de atenção o uso do livro didático de Física como um dos principais instrumentos de ensino em escolas do Ensino Médio, tentaremos analisar conceitos que consideramos importantes no contexto do processo ensino-aprendizagem da Física. Acreditamos que a pesquisa se constitui como um caminho que, gradativamente, poderá fornecer algumas soluções para esta problemática. A este respeito, assim se refere FREIRE, (1996, p.32) “Pesquisa para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade”.

Entendemos que a falta de discussão e, conseqüentemente, a incompreensão e não operacionalização das novas tendências preconizadas na Lei de Diretrizes e Bases e Parâmetros Curriculares podem constituir um entrave na aprendizagem do componente curricular Física nas escolas do Ensino Médio. (BERNARDINO, 2004, p.13). Diante do exposto, em relação aos aspectos, a nosso ver inibidores da aprendizagem em Física, no que tange a utilidade do livro didático, gostaríamos de nos referir aos conceitos que julgamos serem eixos estruturadores da organização curricular, neste contexto, e que estão contemplados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM): *a contextualização e a interdisciplinaridade*. Analisaremos estes conceitos, correlacionando-os com a qualidade e utilidade do livro didático como principal ferramenta de ensino, utilizada em sala de aula, pois, julgamo-los imprescindíveis na construção da aprendizagem significativa de qualquer componente curricular.

5 ENFOQUE SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA APROVADOS PELO MEC PARA USO NO PNLEM

De acordo com Mello (1999), o MEC desempenha o papel de avaliador/controlador da qualidade do livro didático no nosso país. Para isso, uma comissão de professores especialistas avalia rigorosamente os livros que são oferecidos para escolha pelos professores nas escolas.

Uma observação mais detalhada acerca dos critérios utilizados por estes especialistas poderá nos levar a vislumbrar alguns aspectos que nos chamam a atenção no contexto relacionado ao livro didático de Física. Verificamos que são focados os aspectos de correção conceitual e aspectos pedagógico-metodológicos. Em seguida, faz-se uma abordagem da construção do conhecimento científico na obra analisada e sua contribuição para a construção da cidadania do aluno, além das características do Manual do Professor, que se apresenta como um instrumento importante para a realização do trabalho pedagógico, e, por fim os aspectos gráficos editoriais (cf. BRASIL, 2008, p. 08).

Ainda observamos no catálogo do PNLEM 2009, ao se referir aos princípios de avaliação das obras didáticas, o seguinte:

A obra didática deve considerar, em sua proposta científico-pedagógica, o perfil do aluno e dos professores visados, as características gerais da escola pública e as situações mais típicas e freqüentes de interação professor-aluno, especialmente em sala de aula. Além disso, nos conteúdos e procedimentos que mobiliza, deve apresentar-se como compatível e atualizada, seja em relação aos conhecimentos correspondentes nas ciências e saberes de referência, seja no que diz respeito às orientações curriculares oficiais. (BRASIL, 2008, p. 11)

A este respeito da atualização dos nossos livros didáticos, principalmente os utilizados nas escolas públicas, Klein & Mescka (2009) nos fazem a seguinte advertência:

[...] os textos que compõem o trabalho no livro didático são desatualizados pela demora da elaboração, produção e entrega do material, (de cinco a seis anos). Sem contar que as ressalvas e campanhas “conscientizadoras” do governo são para que o livro deva ser usado e conservado e, necessariamente, ser utilizado por mais três anos consecutivos. (KLEIN & MESCKA, 2009, p. 07)

Entretanto, o catálogo do PNLEM menciona claramente que a obra didática deve atender a etapas da aprendizagem que acontecem no Ensino Médio, em consonância com os

objetivos gerais estabelecidos pelo Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB: Lei nº 9.394/96), em que lemos:

O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

- I. A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;
 - II. Preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
 - III. O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
 - IV. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.
- (BRASIL, 2008, p.11-12)

Diante do exposto, torna-se clara a importância do livro didático como instrumento de ensino em nossas escolas, embora a avaliação das obras didáticas se baseie na premissa de que o livro didático é uma obra auxiliar, e que os professores devem buscar outros caminhos para a sua prática pedagógica. No entanto, sabemos que na maioria das nossas escolas de Ensino Médio existe a prevalência deste instrumento de ensino - aprendizagem, onde provavelmente, um dos principais fatores desta decorrência é o fator econômico, pois a maioria dos nossos alunos, principalmente das escolas públicas, não apresentam condições financeiras para aquisição de livros, sobretudo os paradidáticos. Neste aspecto, Oliveira & Guimarães (1984) ao se referirem à importância político-ideológica do livro didático, enquanto instrumento educacional que permite a passagem da cultura oral à escrita, nos advertem:

Embora em muitos países essa transição individual da pré história à história se faça de maneira mais natural, através do manuseio, no próprio lar, de livros e materiais impressos, no Brasil o contato com o primeiro livro quase sempre se dá na escola, aos sete anos de idade. Um dramático depoimento colhido no contexto do presente estudo revelou que inúmeros estudantes apresentam sinais de grande emoção, taquicardia e outras manifestações psicofisiológicas no seu primeiro contato com um livro. (OLIVEIRA & GUIMARÃES, 1984. p. 15-16).

O que acabamos de descrever pode apresentar algumas exceções no âmbito das nossas escolas, principalmente do Ensino Fundamental e Médio, mas nos leva a refletir sobre a importância da qualidade e utilidade do livro didático no contexto do processo ensino-aprendizagem, uma vez que fica claro que esse livro é um dos únicos utilizados pelos alunos

durante as primeiras fases da sua vida escolar. Diante disso, voltaremos a partir de agora, a uma reflexão sobre os livros didáticos da Física adotados pelo PNLEM, convergindo a nossa análise para os livros de Beatriz Alvarenga e Antonio Máximo (ver anexo) que são os livros utilizados atualmente no IFPB (*campus-Cajazeiras*). Os livros deste componente curricular, indicados a partir de 2008 pelo PNLEM, são ao todo 12 volumes, sendo assim distribuídos: **Universo da física – volumes 1, 2 e 3** (Jorge Luiz Pereira Sampaio e Caio Sérgio Vasques Calçada); **Física – Ciência e Tecnologia – volumes 1, 2 e 3** (Carlos Magno Azinaro Torres e Paulo César Martins Penteadó); **Física - volumes 1, 2 e 3** (Antonio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga Álvares); **Física – volume único** (José Luiz Pereira Sampaio e Caio Sérgio Vasques Calçada); **Física – volume único** (Alberto Gaspar) e **Física – volume único** (Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano). Verificamos que esses livros apresentam, como livros didáticos que são, características comuns e distintas. Uma característica importante diz respeito à abordagem dos conteúdos, pois podemos observar que, com exceção de pequenas mudanças, todos eles apresentam o conteúdo abordado tradicionalmente no ensino da Física no Ensino Médio. Entretanto, com o objetivo de dar um foco mais específico a nossa pesquisa, optamos por direcioná-la aos livros de Antonio Máximo e Beatriz Alvarenga, com os quais, conforme já frisamos, trabalhamos no momento.

Pretendemos analisar esses livros sob aspectos que consideramos importantes no que diz respeito à qualidade e utilidade desse instrumento de ensino no interior da sala de aula. Iniciaremos tentando mostrar como esses livros apresentam em seu conteúdo, as conotações históricas que fazem com que o aluno compreenda o conhecimento científico, sobretudo a Física, como um processo histórico. O segundo passo a ser seguido será verificar se o conteúdo apresentado por esses livros apresenta-se contextualizado em relação à realidade vivenciada pelo aluno, bem como se faz menção às inovações tecnológicas da atualidade, como sendo parte do fruto da produção de conhecimentos tecnológicos informados pela Ciência, principalmente pela Física, levando o aluno a refletir sobre a sua importância para este indivíduo como cidadão no mundo atual. Em seguida, tentaremos vislumbrar como as metodologias e práticas preconizadas nesses livros se coadunam com relação às propostas dos PCNs, se realmente contemplam conceitos relevantes como a contextualização e a interdisciplinaridade. E, por último, tentaremos verificar como, nos aspectos do processo ensino-aprendizagem, o livro didático tem contribuído para a implementação de um Ensino da Física de qualidade.

É importante mencionar que os livros didáticos, objeto do nosso estudo, estão organizados em 10 (dez) unidades, (sendo cada uma delas correspondente a um tema central

do conteúdo selecionado pelo livro), e, estas por sua vez, dividem-se em 25 capítulos, que esmiúçam, mais especificamente, o tema central que compõe cada unidade. Com o objetivo de operacionalizarmos com maior pertinência a nossa pesquisa, ela será restrita, em cada volume dos livros didáticos da Física analisados, a uma determinada UNIDADE, que de acordo com a nossa prática pedagógica cotidiana, consideramos amplamente ensinada nas escolas do Ensino Médio. Outra justificativa para esta decisão é que, observamos que todas essas unidades, que compõem os livros analisados, apresentam basicamente uma abordagem pedagógica semelhante. Logo, a análise de um número de unidades maior que o proposto, caracterizaria, provavelmente, recorrências desnecessárias. Diante disso, destacamos, no **Volume 1**, a UNIDADE 2 – CINEMÁTICA – pois se trata de um conjunto de conteúdos que introduz os estudos em Mecânica nas escolas do Ensino Médio; inicia colocando o aluno em contato com este ramo da Física que, geralmente, é o primeiro que se estuda nesta etapa de ensino. Essa unidade é composta por dois capítulos, conforme segue:

Título: Física - Volume 1	
UNIDADE 2: CINEMÁTICA (Capítulos: 2 e 3)	
2. Movimento retilíneo	
2.1 Introdução	
2.2 Movimento Retilíneo Uniforme	
2.3 Velocidade Instantânea e Velocidade Média	
2.4 Movimento retilíneo uniformemente variado	
2.5 Queda Livre	
2.6 Galileu Galilei	
3 Vetores – Movimento curvilíneo	
3.1 Grandezas vetoriais e escalares	
3.2 Soma de vetores	
3.3 Vetor velocidade e vetor aceleração	
3.4 Movimento circular	
3.5 Composição de velocidades	
3.6 Física nas competições esportivas	

Destacaremos no **Volume 2**, a UNIDADE 6 - CALOR - cujo conteúdo tem uma inter-relação profunda com os conhecimentos que permitiram a invenção da máquina a vapor, cujos

desdobramentos deslancharam a Revolução Industrial que tem cunho histórico importante para a humanidade. Essa unidade também se compõe de dois capítulos, apresentando um apêndice:

Título: Física - Volume 2
UNIDADE 6: CALOR: (Capítulos: 12 e 13)
<p>12 Primeira lei da Termodinâmica</p> <p>12.1 Calor como energia</p> <p>12.2 Transferência de calor</p> <p>12.3 Capacidade térmica e calor específico</p> <p>12.4 Trabalho em uma variação de volume</p> <p>12.5 A primeira lei da Termodinâmica</p> <p>12.6 Aplicações da primeira lei da Termodinâmica</p> <p>12.7 Máquinas térmicas – a segunda lei da Termodinâmica</p> <p>apêndices:</p> <p>C.I. Transferência de calor – estudo quantitativo</p> <p>C.I. Máquinas térmicas – informações adicionais</p> <p>13 Mudanças de fase</p> <p>13.1 Sólidos líquidos e gases</p> <p>13.2 Fusão e solidificação</p> <p>13.3 Vaporização e condensação</p> <p>13.4 Influência da pressão</p> <p>13.5 Sublimação – diagrama de fases</p> <p>13.6 Comportamento de um gás real</p>

Em seguida, abordaremos no **Volume 3** a UNIDADE 8 – CAMPO E POTENCIAL ELÉTRICO - por ser o conteúdo com o qual, geralmente, o aluno toma contato com os conhecimentos básicos de Eletricidade em nível do Ensino Médio. Essa unidade se compõe de três capítulos, conforme segue:

Título: Física - Volume 3
UNIDADE 8: CAMPO E POTENCIAL ELÉTRICO. (Capítulos: 17, 18 e 19)
<p>17 Carga elétrica</p> <p>17.1 Eletrização</p> <p>17.2 Condutores e isolantes</p> <p>17.3 Indução e polarização</p> <p>17.4 Eletroscópios</p> <p>17.5 Lei de Coulomb</p> <p>17.6 As primeiras descobertas no campo da eletricidade</p> <p>18 Campo elétrico</p> <p>18.1 Conceito de campo elétrico</p> <p>18.2 Campo elétrico criado por cargas pontuais</p> <p>18.3 Linhas de força</p> <p>18.4 Comportamento de um condutor eletrizado</p> <p>18.5 Rigidez dielétrica – Poder das pontas</p> <p>19 Potencial elétrico</p> <p>19.1 Diferença de potencial</p> <p>19.2 Voltagem em um campo uniforme</p> <p>19.3 Voltagem no campo de uma carga puntual</p> <p>19.4 Superfícies equipotenciais</p> <p>19.5 Gerador de Van de Graaff</p>

Vale salientar que, ao final de cada capítulo do livro citado, bem como em todos os capítulos que compõem a obra analisada, tem-se como complemento os seguintes tópicos: *Revisão, Algumas Experiências Simples, Problemas e Testes e Problemas Suplementares.*

5.1 Aspectos pedagógicos das unidades analisadas e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos

A partir deste momento, trataremos de focar alguns aspectos que consideramos importantes no que diz respeito à construção da aprendizagem significativa da Ciência e, conseqüentemente, da Física que são intrínsecos aos conteúdos das unidades analisadas.

Entendemos que, aspectos como os conhecimentos prévios dos alunos bem como informações relacionadas aos conteúdos discutidos em sala de aula, que foram construídas no cotidiano dos mesmos não devem ser desconsideradas, como também se deve dar relevância à relação desses conhecimentos com algumas inovações tecnológicas atuais. Então, abordaremos alguns desses aspectos, relacionando-os, especificamente, com cada unidade em análise.

5.1.1 Aspectos pedagógicos da unidade *Cinemática* e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos.

Ao iniciarmos a análise da unidade CINEMÁTICA, achamos por bem não prescindir de uma observação acerca da INTRODUÇÃO, unidade anterior a esta que inicia o conteúdo do **primeiro volume** do livro em análise. Essa observação se refere a **Um tópico especial para você aprender mais**, que, conforme já mencionamos, é um texto que faz parte de todas as unidades que compõem a obra analisada. Abre-se esse texto fazendo referência à importância das medidas:

Para descobrir as leis que governam os fenômenos naturais, os cientistas devem realizar medidas das grandezas envolvidas nesses fenômenos. A Física, em particular, costuma ser denominada “a ciência da medida”. Lord Kelvin, grande físico inglês do século XIX, salientou a importância da realização de medidas no estudo das ciências por meio das seguintes palavras:

“Sempre afirmo que se você puder medir aquilo de que estiver falando e conseguir expressá-lo em números, você conhece alguma coisa sobre o assunto; mas quando você não pode expressá-lo em números, seu conhecimento é pobre e insatisfatório...” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 26)

Em seguida, passaremos a analisar esta citação relacionando-a com a INTRODUÇÃO que inicia o estudo do conteúdo de CINEMÁTICA no mesmo livro, em que podemos ler:

No capítulo anterior, estivemos tratando de assuntos introdutórios, necessários ao desenvolvimento do nosso curso. Neste capítulo, começaremos o curso de Física propriamente dito e daremos os primeiros passos para o estudo da Mecânica, iniciando-o com a Cinemática. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35)

Não teremos dificuldades em observar que essa introdução se baseia, não só no texto já mencionado, bem como em todo o capítulo anterior, denominado *Algarismos significativos*, cuja essência é eminentemente numérica. Apesar de sabermos que a Matemática se constitui

num suporte primordial para a condução do estudo da Física, não podemos esquecer jamais a importância da parte conceitual ao estudar este componente curricular, mesmo porque o diálogo entre estas duas Ciências contribuiu para a construção de modelos ao longo da história da Física. Imaginamos que a afirmação de Kelvin no texto, poderá reforçar a idéia de uma gama de estudantes do Ensino Médio que pensa que o conhecimento da Física resume-se ao conhecimento da Matemática. Talvez, situações como esta contribua para que, cotidianamente, nas nossas escolas do Ensino Médio, ouçamos afirmações como: “gosto da Física porque tem a ver com Matemática...”, “gosto da Física porque gosto mais de cálculo do que de teoria...”, “gosto da Física porque possuo facilidades com os números...” e assim por diante. Vale salientar que afirmações confirmando o contrário, também são ouvidas, até com maior intensidade, ou seja, muitos deles também afirmam que a dificuldade na aprendizagem deste componente curricular, repousa na precariedade de conhecimentos matemáticos. Entendemos, a partir daí, que esta profunda relação da Física com os algoritmos matemáticos, que o texto do livro didático em análise nos deixa transparecer, reflete sobremaneira no entendimento que o aluno do Ensino Médio passará a ter a respeito dos conteúdos que são abordados por esse livro. De acordo com o que já enfatizamos, a Física precisa ser admitida como cultura, proporcionando meios para que as pessoas tenham acesso a uma parcela dos conhecimentos historicamente produzidos pela Ciência, conforme preconizam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

[...] os conteúdos devem ser explorados com rigor, mas devem passar por escolhas criteriosas e tratamento didático adequado, a fim de que não se resumam a amontoados de fórmulas e informações desarticuladas. Só a história não é suficiente, pois é necessário ir além do processo e compreendê-lo, para garantir a investigação. (BRASIL, 2006, p.54)

É necessário que o nosso aluno, ao estudar os conteúdos relacionados com a CINEMÁTICA, perceba que o principal objeto de estudo deste ramo da Física é o movimento dos corpos, o qual não está distanciado do movimento que ele, por exemplo, realiza cotidianamente ao se deslocar de sua casa para a escola. Afirmações como estas, podem parecer simplórias dentro do contexto ensino-aprendizagem da Física, no entanto, talvez nos tornemos mais cautelosos sobre este aspecto, se presenciarmos os acontecimentos cotidianos na maioria das salas de aula, em que professores procuram lecionar este componente curricular. Na unidade em análise, em continuação ao parágrafo introdutório, define-se o objeto de estudo da CINEMÁTICA, afirmando:

Quando estudamos Cinemática, procuramos descrever os movimentos sem nos preocuparmos com suas causas. Por exemplo: analisando o movimento de um carro, diremos que ele está se movendo em uma estrada reta, que sua velocidade é de 60 km/h, que, em seguida ele passa para 80 km/h, que ele descreve uma curva etc., mas não procuremos explicar as causas de cada um desses fatos. Isso será a partir do capítulo 4, quando estudaremos as leis de Newton. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35)

Evidentemente, estamos diante de uma descrição que envolve situações vivenciadas pela maioria dos nossos alunos, senão por todos, que já presenciaram um carro em movimento aumentar ou diminuir a sua velocidade, efetuar curvas etc. No entanto, o que não fica claro para eles, ora iniciantes no estudo deste ramo da Física, é que, este texto tenta nos apresentar um modelo explicativo do movimento de um corpo, em que as causas do mesmo não nos interessam no momento, mas não menciona porque isso ocorre, provavelmente, porque necessitamos tratá-lo, do ponto de vista matemático, de tal maneira que não nos é permitido, inicialmente, levarmos em consideração as causas do referido movimento. Entretanto, talvez esta simples atitude seja suficiente, para que o aluno passe a ter dificuldades em relacionar o movimento do seu cotidiano com as informações no texto citadas. Em seguida, lemos sobre a definição de partícula, cuja compreensão, mais uma vez de cunho numérico, torna-se indispensável para o estudo do movimento em Cinemática:

É comum, ao estudarmos o movimento de um corpo qualquer, tratá-lo como se fosse uma *partícula*. Dizemos que um corpo é uma *partícula* quando suas dimensões são muito pequenas em comparação com as demais dimensões que participam do fenômeno. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35)

Confirmando, cita-se um exemplo, contextualizando a definição de partícula, inclusive inserindo uma figura, para no parágrafo seguinte afirmar:

Quando um corpo pode ser tratado como uma partícula, o estudo do seu movimento simplifica-se bastante. Por este motivo, sempre que nos referimos ao movimento de um objeto qualquer (salvo se for dito o contrário), estaremos tratando-o como se fosse uma partícula (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35)

Mais uma vez estamos diante de um modelo explicativo que, de acordo com o que temos vivenciado na nossa prática cotidiana, não traz uma explicação tão clara para este contexto quanto parece, sobretudo aos olhos dos nossos alunos do Ensino Médio, pois não são poucos os que aprendem estas informações mecanicamente, e isto se reflete nitidamente, por

exemplo, quando os mesmos são convidados a utilizar os conhecimentos sobre este assunto em resoluções de problemas. Não raro, a maioria desses alunos não será capaz de explicar, pelo menos superficialmente, ou talvez seja sequer capaz de imaginar o motivo da necessidade de se considerar um determinado corpo como uma partícula.

Na sequência, o texto procura explicar que o movimento é relativo, dependendo do referencial adotado, citando, como exemplo, o seguinte:

Suponha que um avião, voando horizontalmente, solte uma bomba (fig.2-2). Se você observar a queda da bomba de dentro do avião, você verá que ela cai ao longo de uma reta vertical. Entretanto, se você estivesse parado sobre a superfície da Terra (em B), observando a queda da bomba, você veria que ela ao cair, descreve uma trajetória curva, como mostra a fig. 2-2. No primeiro caso, dizemos que o movimento da bomba estava sendo *observado com referencial no avião* e, no segundo caso, *com referencial na Terra*. Este exemplo nos mostra que: o movimento de um corpo, visto por um observador, depende do referencial no qual o observador está situado. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35-36)

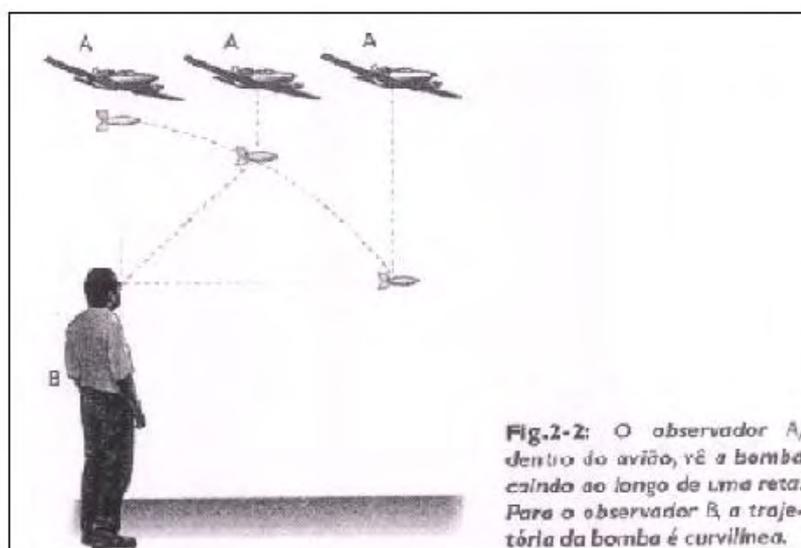


Figura 1 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 1, 2008. p. 35

O texto continua fazendo abordagens que, a nosso ver, não são tão pertinentes nem tampouco contextualizadas com o cotidiano dos nossos alunos, e cita:

Em seu cotidiano, você encontra vários outros exemplos desta dependência do movimento em relação ao referencial. Examinemos o caso da fig.2-3: o observador B, sentado em um trem de ferro (que se movimenta sobre os trilhos) e o observador A, parado sobre a Terra, observam uma lâmpada presa ao teto do vagão. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p.36)



Figura 2 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 1. 2008. p. 36

Em continuidade, o texto (em analogia com a situação anterior) tenta explicar que o movimento para um observador, parado na Terra, e outro observador, no trem, é observado de maneiras distintas. Em seguida, ainda sobre a dependência do movimento em relação ao referencial, o texto menciona:

Outro exemplo importante da dependência do movimento em relação ao referencial é o caso de dizer que a Terra gira em torno do Sol. Isto é verdade se o referencial estiver no Sol, isto é, se o observador se imaginar situado no Sol, vendo a Terra se movimentar. Entretanto, para um observador na Terra (referencial na Terra), o Sol gira em torno dela. Assim, tanto faz dizer que a Terra gira em torno do Sol, ou que o Sol gira em torno da Terra, desde que se indique corretamente qual o referencial de observação. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p.36)

Sobre o tratamento que o texto faz a respeito da dependência do movimento em relação ao referencial, podemos observar que este talvez não esteja levando em consideração um aspecto que, a nosso ver, é relevante para que o aluno tenha um entendimento pertinente a respeito do fenômeno analisado, ou seja, da queda da bomba que foi solta pelo avião, pois seria interessante que o mesmo detivesse conhecimentos prévios sobre composição de velocidades, cujo conteúdo só é tratado por este livro no final da Unidade em análise. Vale salientar que, neste momento, a maioria dos nossos alunos, em nível de Ensino Médio, desconhece até os conceitos de movimento dos corpos, e, conseqüentemente, os de velocidade, sobretudo quando tenta contextualizá-los com os conhecimentos científicos. Portanto, temos um contexto focando um aspecto bastante complexo, para ser entendido de imediato pela maioria dos nossos alunos. Logo, se eles já encontram imensas dificuldades

quando nos propomos a discutir fenômenos que ocorrem em seu dia a dia, como poderão se imaginar analisando o lançamento de uma bomba por um avião, em voo horizontal, quando, provavelmente, a grande maioria deles jamais observaram semelhante fenômeno? No que se refere ao trem citado, também como contexto de observação do fenômeno em estudo, para mostrar que o movimento é relativo, verificamos que apesar da maioria dos nossos alunos, de Ensino Médio, não conhecer diretamente um trem, talvez fosse mais interessante e frutífero para se promover uma aprendizagem significativa deste conteúdo, contextualizá-lo com outros transportes terrestres, como: ônibus, motocicletas, bicicletas, cavalos. O que é mais preocupante, para nós professores, é que, conforme frisamos, a essa altura a maioria dos alunos ainda não abstraíram, do ponto de vista científico, o que significa movimento dos corpos, o que, provavelmente, os impossibilita de analisarem criticamente aspectos a respeito do mesmo. Dando continuidade à análise das citações do texto, preocupamo-nos também quando, este ao discutir sobre referenciais na Terra e no Sol, afirma: “Assim, tanto faz dizer que a Terra gira em torno do Sol, ou que o Sol gira em torno da Terra, desde que se indique corretamente qual o referencial de observação”. Duas situações neste contexto nos chamam atenção: primeiro que se faz menção a um fenômeno que está distante da realidade do aluno, (apesar de se poder imaginar a situação), uma vez que insinua este estando no Sol observando um fenômeno na Terra; outro aspecto é que, provavelmente, uma gama de informações já deverá ter chegado aos ouvidos desses alunos dando conta de que, no passado se considerava que o Sol girava em torno da Terra, (sistema geocêntrico), mas hoje o correto é aceitarmos que a Terra gira em torno do Sol (sistema heliocêntrico). Não estamos, nem de longe, afirmando que o texto está desmentindo ou afirmando esta ou aquela proposição, mas estamos preocupados que, o texto da maneira como se apresenta, poderá confundir o nosso aluno do Ensino Médio. Então, quem sabe, poderá ser este um dos motivos que tem contribuído para a grande aversão que tem apresentado ao estudo dos conteúdos que envolvem este componente curricular, refletindo sobremaneira na compreensão dos mesmos.

Ao se referir ao movimento, mais precisamente *Movimento retilíneo uniforme*, enfocando as grandezas distância, velocidade e tempo, o texto nos diz:

Quando um corpo se desloca com velocidade constante, ao longo de uma trajetória retilínea, dizemos que seu movimento é *retilíneo uniforme* (a palavra “uniforme” indica que o valor da velocidade permanece constante). Como exemplo, suponhamos um automóvel movendo-se em uma estrada plana e reta, com seu velocímetro indicando sempre uma velocidade de 60 km/h. Como você sabe, isto significa que: em 1,0 h o carro percorrerá 60

km, em 2,0 h o carro percorrerá 120 km, em 3,0 h o carro percorrerá 180 km etc.

Observe que, para obter os resultados mencionados, você intuitivamente foi acrescentando 60 km a cada acréscimo de 1,0 h no tempo de percurso. Você poderia chegar aos mesmos valores da distância percorrida multiplicando a velocidade pelo tempo gasto no percurso. Portanto, representando por: d a distância percorrida, v a velocidade (constante), t o tempo gasto para percorrer a distância d

Podemos escrever: $d = v.t$

Evidentemente, esta equação se aplica mesmo no caso de a trajetória não ser retilínea, como mostra na fig. 2-4, mas não se esqueça de que ela é válida somente quando o valor da velocidade permanecer constante. . (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 37).

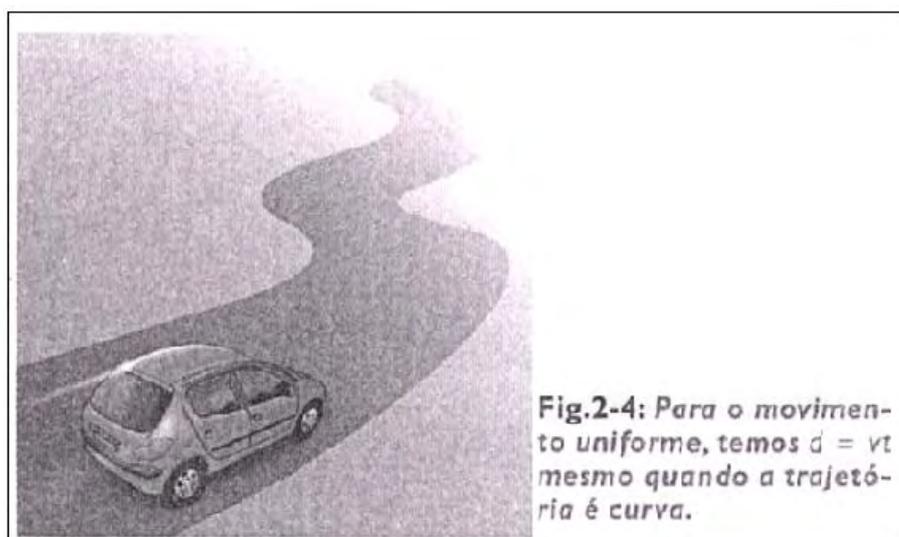


Figura 3 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 1, 2008, p. 37

Outra vez, estamos diante de um modelo explicativo do movimento dos corpos que não corresponde à realidade vivenciada pelos nossos alunos do Ensino Médio, e isto fica claro, a nosso ver, na redação do texto, pois como sabemos, no seu cotidiano, esses alunos jamais presenciam situações em que um carro permanece 1,0 h, 2,0 h etc. com sua velocidade constante. No entanto, o livro didático em análise, não deixa claro para o nosso aluno, que esta situação se refere à utilização de um modelo que tende a representar uma situação ideal, oportunizando a interpretação da realidade em questão. A este respeito, Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), baseados em Bunge (1974), nos dizem que, para compreendermos conceitualmente a realidade, devemos partir das idealizações, e esta conquista só se dá quando é estabelecido o objeto-modelo ou modelo conceitual. E, em seguida, continua:

Um objeto-modelo é uma representação conceitual esquemática de uma coisa, ou de uma situação real (ou suposta como tal), e se atribui a ele

propriedades possíveis de ser tratadas por teorias. A construção de uma teoria sobre o objeto-modelo implica a construção de um modelo teórico (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p.36)

Conforme vemos, na compreensão deste autor, o objeto-modelo procura estabelecer uma relação entre o teórico e o real, no entanto, o livro didático em análise, quando trata deste contexto, deixa-se perpassar por uma intensa subjetividade, talvez dificilmente permeada pela mente da maioria dos nossos alunos de Ensino Médio, sem pelo menos adverti-los sobre o porquê da utilização desse objeto-modelo naquele momento.

Outro aspecto observado é que o texto faz menção à grandeza velocidade e, até o momento, não deixou clara a definição dessa grandeza no estudo dos movimentos dos corpos, deixando, talvez, que o aluno deduza-a através da leitura. Entretanto, temos observado cotidianamente, que os nossos alunos, após a leitura de textos como este, não são capazes de explicar para alguém, com clareza, qual o significado dessa grandeza, como também não são capazes de explicar, contextualizando o conteúdo discutido, porque, por exemplo, se ele (aluno) vier para a escola de bicicleta e o seu colega de motocicleta (ambos saindo de uma mesma rua e no mesmo instante) o seu colega provavelmente chegará primeiro. Outro aspecto que nos chama a atenção, é que, quando o texto menciona: “para obter os resultados mencionados, você intuitivamente foi acrescentando 60 km a cada acréscimo de 1,0 h no tempo de percurso”. O que temos observado é que, talvez, aspectos como estes, levem os alunos do Ensino Médio a utilizar fórmulas como esta, conforme já dissemos, apenas mecanicamente, fazendo com que este chegue a um resultado, apenas porque substituiu determinados valores numéricos que lhes foram fornecidos, sem, no entanto, apresentar nenhuma criticidade sobre o resultado obtido. Referindo-se a este aspecto como “educação bancária”, FREIRE (1982), nos diz:

Este **procedimento ingênuo** ao qual o educando é submetido, ao lado de outros fatores, pode explicar as fugas ao texto, que fazem os estudantes, cuja leitura se torna puramente mecânica, enquanto, pela imaginação, se deslocam para outras situações. O que se lhes pede, afinal não é a compreensão do conteúdo, mas sua memorização. Em lugar de ser o texto e sua **compreensão**, o desafio passa a ser a **memorização** do mesmo. Se o estudante consegue fazê-lo, terá respondido ao desafio. (FREIRE, 1982, p. 09, grifos do autor)

Em relação a este aspecto (POZO & CRESPO, 2009), nos dizem, que para compreendermos o movimento dos corpos no marco da teoria física, como esta é ensinada nos ensinos Fundamental e Médio, necessita-se da utilização das chamadas leis do movimento,

que servem para relacionar a posição de um corpo, o tempo, a velocidade e a aceleração, envolvendo as proporções entre as variáveis em que se observa, geralmente, aparecerem relações entre mais de duas variáveis, como, por exemplo, na equação $d = vt$, que vimos acima. Isto tem sido comprovado, cotidianamente, por nós professores, quando tentamos provocar o aluno para uma reflexão mais profunda acerca do fenômeno dos movimentos dos corpos, verificamos que, este, às vezes mecanicamente, através das fórmulas, consegue chegar a determinados valores numéricos, sem, no entanto, ter a mínima compreensão de conceitos como, por exemplo, a velocidade. Em relação a este aspecto, vejamos o que nos dizem mais uma vez, Pozo & Crespo:

Compreender o conceito de velocidade exige estabelecer uma relação diretamente proporcional com o deslocamento do objeto que se move inversamente proporcional com o tempo empregado nesse deslocamento. Essa dupla relação encontra uma oposição forte por parte de muitos alunos que, assim como fazem em outros casos, tendem a focar-se na relação entre a velocidade e apenas uma das variáveis de que ela depende, que, neste caso é o deslocamento (a mais simples, dado que a relação é direta). Assim, muitos alunos têm uma noção intuitiva de velocidade, segundo a qual o objeto mais rápido é aquele que alcança uma determinada posição em primeiro lugar (“o que chega primeiro”), independentemente do tempo empregado. (POZO & CRESPO, 2009, p.221)

Em seguida, podemos observar a representação da velocidade para o movimento retilíneo uniforme de um automóvel através de um gráfico da **velocidade x tempo** ($v \times t$), com uma velocidade constante de 60 km/h e que permanece durante 5 horas com essa velocidade, conforme a figura abaixo.

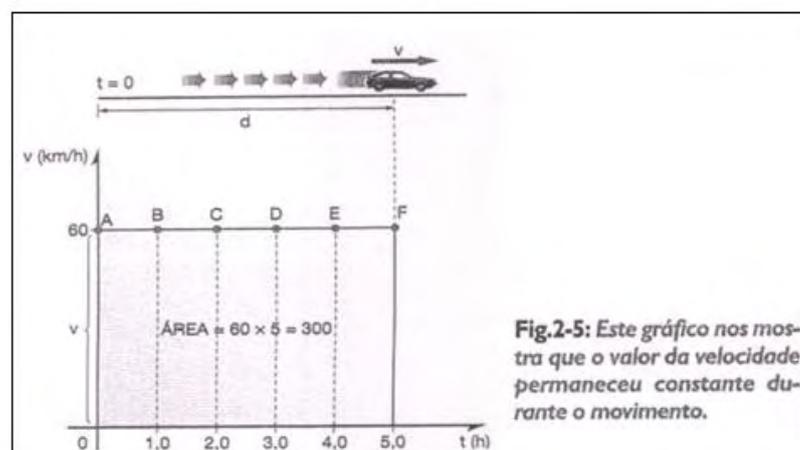


Figura 4 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 1, 2008, p. 38

Onde, lemos: “Aprendemos, assim, que no movimento uniforme o gráfico $v \times t$ é uma reta paralela ao eixo dos tempos e que a área sob este gráfico nos fornece o valor da distância percorrida” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 38).

Inicialmente, questionamos por que antes mesmo do livro definir para o aluno o que é velocidade já representa esta grandeza através de um gráfico que, provavelmente, em nada contribuirá, no momento, para aclarar a compreensão contextual das grandezas envolvidas no fenômeno em estudo. Pois, de acordo com Pozo & Crespo (2009), “a representação gráfica das funções não faz mais sentido que as fórmulas”, apesar de entendermos que, o uso destes torna-se necessário, em certos contextos, no estudo da Física.

O livro em análise, ao se referir ao gráfico da **distância \times tempo** ($d \times t$), usando como modelo explicativo um automóvel se deslocando em uma estrada reta com velocidade constante, nos diz:

Em qualquer movimento uniforme ($v = \text{constante}$) a distância d percorrida por um objeto é diretamente proporcional ao tempo t decorrido nesse percurso. Este fato é representado matematicamente pela relação $d \propto t$, onde o símbolo \propto significa “proporcional a” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 41).

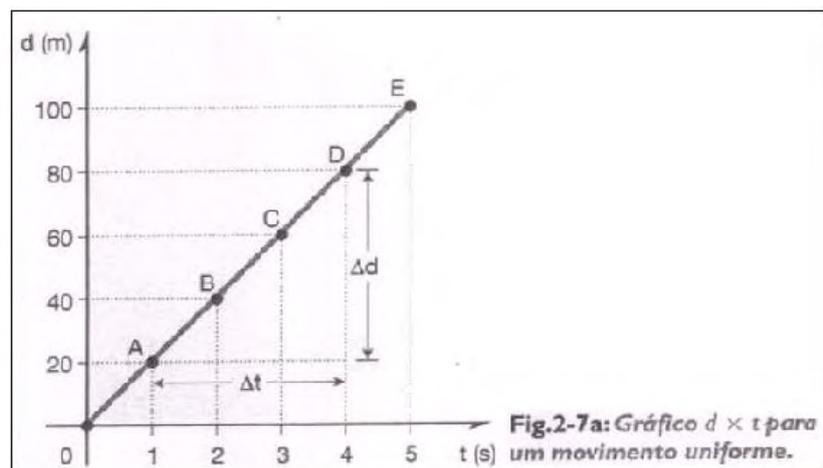


Figura 5 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 1, 2008, p. 41

Em seguida, referindo-se ao mesmo gráfico, menciona: “Em qualquer movimento uniforme, o gráfico *distância \times tempo* é uma reta que passa pela origem dos eixos” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 41).

Dando continuidade, o texto do livro procura nos mostrar que existe uma relação direta da inclinação do gráfico $d \times t$ com a velocidade do corpo, melhor dizendo, mostra que, quando calculamos a inclinação estamos diante da velocidade e assevera: “A inclinação do

gráfico $d \times t$ para um movimento uniforme nos fornece o valor da velocidade desse movimento, isto é, $v = \Delta d / \Delta t$ ” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 42). Observamos que, por exemplo, o livro didático em análise, ao se referir à distância percorrida, chama a atenção do leitor, proclamando que a mesma é diretamente proporcional ao tempo decorrido neste percurso. Entretanto, ao definir velocidade, esquece de chamar também a devida atenção para o fato desta grandeza ser diretamente proporcional à distância percorrida e inversamente proporcional ao tempo gasto em percorrer essa distância. Entendemos que, a não observância destes pequenos requisitos constitui-se em uma série de entraves, dificultando a reflexão dos alunos da Física, principalmente os do Ensino Médio, sobre o contexto analisado, constituindo-se em obstáculo para a construção da aprendizagem significativa deste componente curricular.

Em seguida, o texto do livro ao propor o que é posição de um móvel e sua trajetória, ilustra este contexto com uma figura em que aparece um automóvel que, no instante $t = 0$ ocupa a posição $d = 30$ km, no instante $t = 1$ h sua posição é $d = 80$ km, e nos diz: “Para se determinar a posição de um corpo em uma dada trajetória, basta que se forneça o valor da sua distância, medida sobre a trajetória, a um ponto dela tomado como referência (origem)”. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 43).

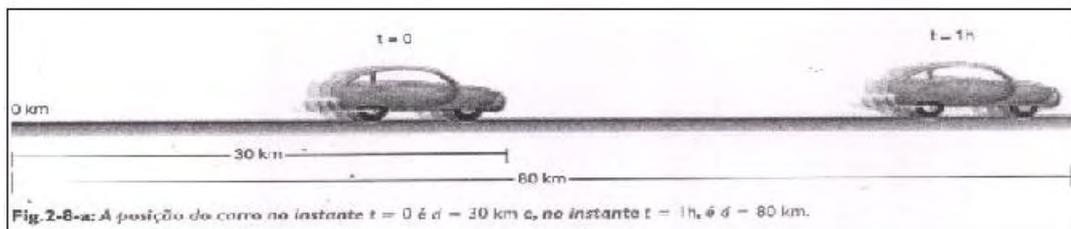


Figura 6 - MÁXIMO & ALVARENG, Vol. 1, 2008, p.43

Continuando, o livro analisado ilustra este contexto com um gráfico da **posição x tempo** representado da mesma maneira do gráfico **distância x tempo**, ou seja, no eixo vertical ambas as grandezas aparecem expressas pela letra “d” o que, a nosso ver, pode causar dificuldades de compreensão, em nível de Ensino Médio, já que entendemos serem grandezas distintas, pois enquanto na primeira, o gráfico necessariamente passa pela origem, na segunda, isto não acontece necessariamente.

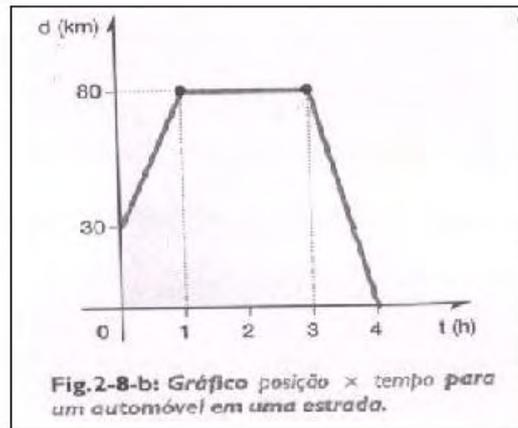


Figura 7 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 1. 2008, p. 44

Ao se referir ao **movimento retilíneo uniformemente variado**, mais precisamente definindo o que é aceleração, o livro didático, em análise, nos diz que a aceleração ocorre sempre que há uma *mudança de velocidade*, e, em seguida, que:

Para definirmos matematicamente a *aceleração*, suponhamos um corpo em movimento retilíneo, como na fig. 2-13. Representemos por v_1 o valor de sua velocidade no instante t_1 . Se o movimento do corpo for variado, no instante t_2 sua velocidade terá um valor v_2 , diferente de v_1 , isto é, durante o intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$, a velocidade sofreu uma variação $\Delta v = v_2 - v_1$. O valor da aceleração do corpo é dado por

$$a = \frac{\text{variação de velocidade}}{\text{intervalo de tempo decorrido}}$$

isto é, $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ ou $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 49).

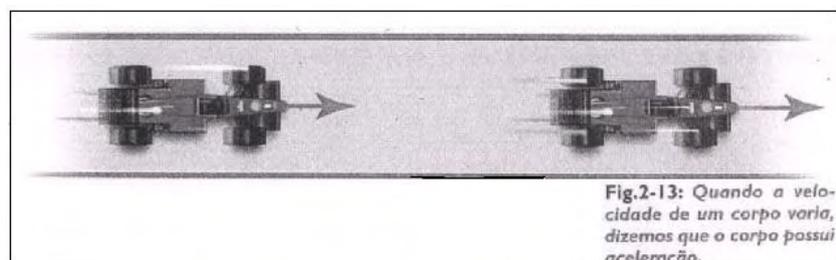


Figura 8 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 1. 2008, p. 49

Então, observamos que de modo similar ao que ocorre com a velocidade, esta relação matemática que o livro didático analisado apresenta, definindo a aceleração, não fica clara para os nossos alunos de Ensino Médio, pois, mais uma vez, temos uma grandeza que se apresenta diretamente proporcional à variação de velocidade e inversamente proporcional ao

tempo gasto nesta variação. Este aspecto poderá ser responsável por uma série de mal entendidos que os alunos apresentam ao se referir a essa grandeza. Por exemplo, é comum encontrarmos afirmações desses alunos, confundindo velocidade com aceleração, muitas vezes, afirmando que um determinado corpo possui maior aceleração, quando alcança maior velocidade, sem levar em consideração a variável tempo. Sobre este aspecto, Pozo & Crespo nos dizem:

Assim, é fácil encontrar respostas e comentários entre alunos do ensino médio do tipo “o veículo A tem a máxima aceleração nesse instante porque é quando está andando mais depressa” (POZO & CRESPO, 2009, p.221).

Ao se referir aos corpos em **queda livre**, o texto do livro em análise, menciona que o movimento de queda livre é acelerado. Diz que, experimentalmente, Galileu conseguiu mostrar que esse movimento é *uniformemente acelerado*, ou seja, durante a queda o corpo cai com *aceleração constante*. Diz-nos também que, essa aceleração é denominada *aceleração da gravidade*, sendo representada normalmente pela letra *g*, o qual apresenta o mesmo valor para todos os corpos em queda livre. E, em seguida, nos diz:

A determinação do valor de *g* pode ser feita de várias maneiras. Por exemplo, usando técnicas modernas, podemos obter uma fotografia como a da fig. 2-19. Esta foto mostra as posições sucessivas de duas esferas, de pesos diferentes, em queda livre. Vemos claramente que estas esferas abandonadas no mesmo instante caem simultaneamente, como previra Galileu. Como as posições sucessivas foram fotografadas em intervalos de tempo iguais, é possível verificar, através da foto que a aceleração é constante. Uma análise cuidadosa de fotos como esta nos permite obter o valor da aceleração da gravidade, a qual resulta ser, aproximadamente,
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
isto é, quando um corpo está em queda livre, sua velocidade aumenta de 9,8 m/s em cada 1 s. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 57).

O que queremos chamar a atenção, é que, este texto pode não ser tão claro quanto parece para os nossos alunos, uma vez que, é notório que a esta altura, a maioria deles, conforme já mencionamos, ainda não conseguem distinguir claramente entre velocidade e aceleração. Outro aspecto a ser observado, é que, a maioria dos nossos alunos não atenta para a operacionalização dos instrumentos que nos proporcionam fotos desta natureza, uma vez que, este tipo de foto procura demonstrar, por exemplo, que o corpo em queda livre, para intervalos de tempo iguais percorre espaços cada vez maiores, caracterizando assim, um aumento em sua velocidade, conseqüentemente uma aceleração. No entanto, temos observado

que, para a maioria dos alunos das nossas escolas, em nível de Ensino Médio, pouco interessa se eles presenciaram através da foto que a medida que o tempo passa o corpo (no caso da nossa figura representado por esferas) percorre espaços cada vez maiores nos mesmos intervalos de tempo, se eles não sabem analisar criticamente as grandezas que estão envolvidas neste fenômeno.

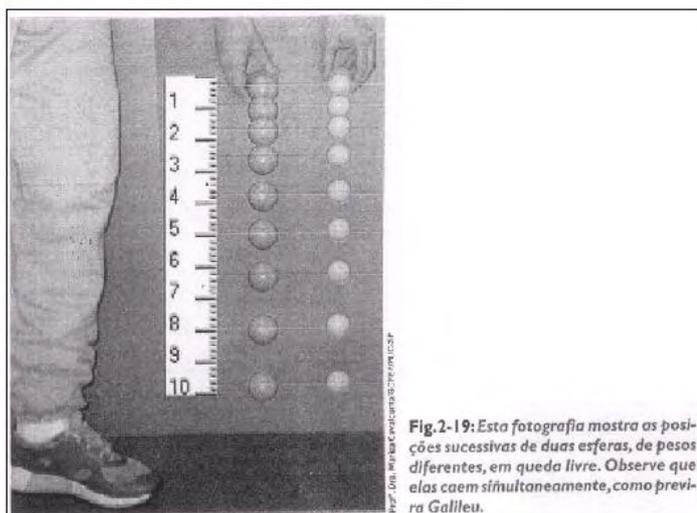


Figura 9 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 1. 2008, p. 57

Por fim, fechando a observação sobre aspectos relacionados com o cotidiano dos alunos, ou pelo menos com fatos que eles têm a oportunidade de observar, em relação a esta primeira Unidade, gostaríamos de focar no **movimento circular** a relação entre velocidade angular (ω) e velocidade linear (v), cujo texto do livro em análise, assevera-nos:

$$v = \omega R$$

Esta equação nos permite calcular a velocidade linear v , quando conhecemos a velocidade angular ω e o raio R da trajetória. Observe que só é válida se os ângulos estiverem medidos em radiano. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 87).

A dificuldade dos nossos alunos, em nível de Ensino Médio, em relacionar aquilo que está apresentado nos livros didáticos de Física com o seu cotidiano, ou seja, com algo que eles podem observar, é notória. Por exemplo, é comum após estudarem todo o conteúdo sobre Movimento Circular e haverem resolvido dezenas de questões envolvendo, por exemplo, a relação entre velocidade angular e linear, se forem levados a observar um parque de diversão em sua cidade, onde num determinado carrossel existam os cavalinhos se movimentando em círculos, com filas mais próximas e mais afastadas do centro do mesmo, e, perguntarmos para a maioria deles, qual dos cavalinhos efetua uma maior velocidade linear ao descrever uma

volta completa, se os que estão mais próximos do centro do carrossel ou os que estão mais afastados dele, eles, provavelmente, não saberão contextualizar com o conteúdo discutido e responder que os cavalinhos que estão mais afastados do centro do carrossel terão maior velocidade linear, isto é, eles não conseguem visualizar que os cavalinhos que estão mais afastados do centro percorrem uma maior distância no mesmo intervalo de tempo que aqueles que estão mais próximos. Diante deste, e de muitos outros aspectos que não foram aqui mencionados, questionamos: até que ponto o nosso ensino de Ciências, sobretudo o da Física está atendendo a demanda social atual, de formar um cidadão minimamente qualificado para atuar criticamente diante das exigências que o mundo lhe impõe atualmente?

5.1.2 Aspectos pedagógicos da unidade *Calor* e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos dos alunos

Na análise do conteúdo desta unidade (como parte do livro analisado), procuramos enfocar com maior ênfase os aspectos pedagógicos relacionados ao CALOR como uma modalidade de energia, por se tratar de um ramo da Física bastante presente em nosso cotidiano. A este respeito, Pozo & Crespo (2009), nos dizem:

O conceito de energia é muito importante no ensino das ciências durante os ensinamentos fundamental e médio, tanto por seu caráter integrador para a explicação de grande parte dos fenômenos que ocorrem na natureza, como por suas implicações no âmbito da ciência-tecnologia-sociedade. (POZO & CRESPO, 2009, p.197)

O texto da unidade analisada menciona que o calor, até aproximadamente o final do século XVIII, era tido como uma substância fluida, invisível, de peso desprezível denominada calórico, sendo que na época, predominava a ideia de que quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a quantidade de calórico em seu interior. Ainda de acordo com o referido texto, atualmente o calor é aceito como energia, e nos revela que essa ideia foi introduzida por Rumford, um engenheiro militar, a serviço da coroa britânica, quando o mesmo trabalhava, em 1798, na perfuração de canos de canhão. Então, nos diz o texto:

Observando o aquecimento das peças ao serem perfuradas, Rumford teve a ideia de atribuir este aquecimento ao *trabalho* que era realizado contra o atrito, na perfuração. Em outras palavras, a *energia* empregada na realização daquele trabalho era transferida para as peças, provocando uma elevação em suas temperaturas. Portanto a antiga ideia de que um corpo mais aquecido

possui maior quantidade de *calórico* começava a ser substituída pela idéia de que este corpo possui, realmente, maior quantidade de *energia* em seu interior (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 105)

E o texto ainda continua revelando-nos:

A divulgação destas idéias provocou muitas discussões entre os cientistas do século passado. Alguns deles realizaram experiências que vieram confirmar as suposições de Rumford. Entre os cientistas, devemos destacar James P. Joule (1818-1889), cujas célebres experiências, acabaram por estabelecer, definitivamente, que o calor é uma forma de energia. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 105)

Observando as duas últimas citações, não fica difícil detectar que energia se constitui em um termo extremamente abstrato, uma vez que fica claro no texto que, mesmo após a ideia de Rumford ao afirmar que o calor é energia, esta atitude na época, provocou inúmeras discussões no mundo científico, só vindo a ser aceita mais convincentemente, após algumas experiências realizadas posteriormente como foi o caso de James P. Joule. O texto continua dizendo-nos que, modernamente, é aceita a ideia de que, quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia existente em seu interior chamada de *energia interna* também aumenta. Em seguida, nos diz que, quando um corpo é posto em contato com outro de temperatura mais baixa, haverá passagem de energia do primeiro para o segundo, e que essa energia é chamada de calor. Continuando nos diz: “Portanto, o conceito moderno de calor é o seguinte: calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude, unicamente, de uma diferença de temperatura entre eles” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 105). Em continuidade, o texto nos traz comentários pertinentes, acerca do contexto descrito, em que chama a atenção no sentido de que o termo calor só deve ser usado para designar a energia em *trânsito*, ou seja, enquanto ela está se transferindo de um corpo para outro, devido a uma diferença de temperatura. Diz-nos também que, a transferência de calor para outro corpo, provoca um aumento na energia de agitação de seus átomos e moléculas, proporcionando assim, uma elevação em sua temperatura, e, conseqüentemente, de sua energia *interna*. Alerta-nos também para o fato de não podermos dizer que “um corpo possui calor” ou que a temperatura é uma medida do calor no corpo. Por fim, nos chama a atenção para o fato de a energia *interna* aumentar não somente com a transferência de calor entre os corpos, mas também isto pode se dar por outra forma de energia, como por exemplo, quando agitamos a água contida em uma garrafa, transferindo a energia mecânica para a água. Então, apesar de imaginarmos que os nossos alunos, em nível de Ensino Médio, estão bastante familiarizados com o termo

“energia” e, conseqüentemente, com calor, este termo apresenta para os mesmos significados diferentes, quando relacionam as teorias implícitas sobre o mundo que os rodeia e o comportamento da matéria, com os conceitos físicos que aprendem na escola, ou seja, existem discrepâncias para eles entre o conceito físico que aprendem na escola e o utilizado por eles em seu cotidiano. Sobre este aspecto, Pozo & Crespo nos dizem:

Deste modo, a compreensão da física ensinada na escola exigiria superar as restrições impostas pelas próprias teorias dos alunos. Essas teorias implícitas diferenciam-se das científicas em uma série de supostos ou princípios subjacentes de caráter epistemológico, ontológico e conceitual. (POZO & CRESPO, 2009, p.194)

Não temos relutância em afirmar que o conteúdo sobre o calor preconizado pelo livro didático analisado, apresenta características, a exemplo de outros livros didáticos de Física, que dificultam o nosso aluno a fazer uma correlação entre o conhecimento científico (informado pelo livro) e os conhecimentos apresentados por esses, ao iniciarem este estudo. Afirmamos isto, em decorrência do que temos observado, cotidianamente, em nossas salas de aula, onde os alunos têm grandes dificuldades em mudar suas concepções em torno das teorias organizadas pelas suas mentes que se caracterizaram pela visão de mundo físico, centrada na percepção que se tem dele, isto é, eles só aceitam, convincentemente, aquilo que é palpável para eles, ou seja, aquilo que eles podem observar diretamente. Isto, a nosso ver, tem acarretado, no meio dos nossos alunos de Ensino Médio, um motivo para distanciá-los da construção efetiva do conhecimento científico, proporcionando-lhes apenas um manuseio mecânico dos ensinamentos advindos da Ciência, sobretudo da Física. No que se refere ao calor como forma de energia, conforme já frisamos, apesar de se constituir em um ramo da Física presente em muitas situações do nosso cotidiano, este nos aparece de forma extremamente abstrata, já que necessitamos recorrer a outras grandezas, como por exemplo, a temperatura para propormos algo sobre o mesmo. Uma das informações que, geralmente, é passada para o aluno que se inicia no estudo das Ciências, é que o nosso contato com o mundo se dá através dos nossos sentidos. No caso da temperatura seria através do tato, no entanto é comum presenciarmos situações em que um mesmo corpo pode, simultaneamente, nos apresentar a sensação de temperaturas diferentes, dependendo de condições prévias que tenhamos nos envolvido. Então, estes aspectos e muitos outros que não são citados aqui, provavelmente, têm contribuído para confundir cada vez mais nossos alunos no que concerne ao ensino das Ciências, principalmente da Física, tornando-se difícil para suas mentes

abstraírem informações detalhadas sobre determinados contextos, a ponto de promover uma mudança na lógica em torno da qual esses alunos organizam suas teorias. Então, o calor como energia, conforme menciona o texto, torna-se um conceito de difícil compreensão para eles. Mais uma vez, Pozo & Crespo nos dizem:

Por exemplo, não incluem em suas teorias conceitos como a energia, mas se o professor solicita ou induz a isso, utilizam o termo mas não o fazem de maneira espontânea em suas explicações, pois o conceito não entra na estrutura lógica em torno da qual organizam sua teoria, não pertence ao mundo dos objetos de sua vida cotidiana. (POZO & CRESPO, 2009, p.194)

Temos verificado que, os nossos alunos de Ensino Médio não conseguem vislumbrar, muitas vezes, o conceito de energia e, conseqüentemente, de calor, tal como o texto do livro didático analisado tenta lhes passar, como sendo algo imaterial. Por isso, é comum encontrarmos situações em que esses alunos, ao manifestarem suas ideias sobre energia, apresentam-nas como algo material, ou seja, como uma substância que se gasta e se pode repor. O texto do livro ao se referir a transferência de calor por **condução** nos diz:

Suponha uma pessoa segurando uma das extremidades de uma barra metálica e que a outra extremidade seja colocada em contato com uma chama (fig. 12-3-a). Os átomos ou moléculas desta extremidade, aquecida pela chama, adquirem uma maior energia de agitação. Parte dessa energia é transferida para as partículas da região vizinha a esta extremidade e, então, a temperatura desta região também aumenta. Este processo continua ao longo da barra (fig. 12-3-b) e, após um certo tempo, a pessoa que segura a outra extremidade perceberá uma elevação de temperatura neste local. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 107)

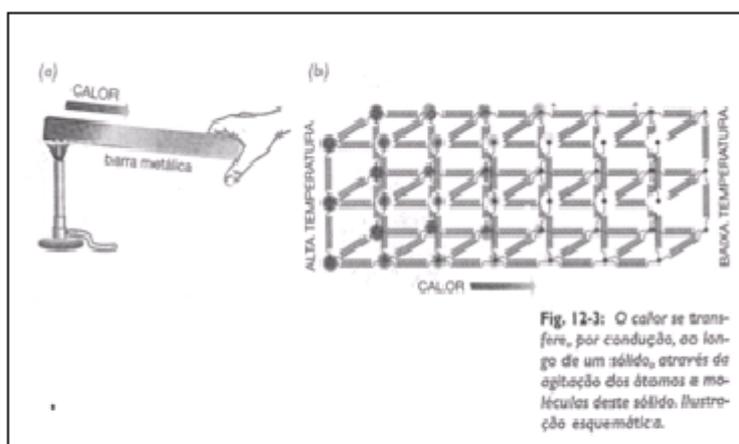


Figura 10 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 2. 2008, 107

Ao se manifestarem sobre o que foi citado no texto em análise, observa-se que os nossos alunos voltam a admitir o caráter material do calor que para eles se constitui em algo como uma substância que percorre a barra, utilizando-a como um caminho ou um canal para este percurso. Vejamos o que nos dizem Pozo & Crespo:

Assim , quando se esquentam um dos extremos de uma barra metálica, o agente (a chama, a estufa ou qual quer outro instrumento que gere calor) produziria um deslocamento do calor ao longo da barra que, como explica Viennot (1996), não agiria sobre as partes que já estão quentes, mas apenas sobre as partes frias (as únicas que aparentemente aumentam de temperatura). A barra metálica seria uma espécie de estrada pela qual esse calor se desloca. (POZO & CRESPO, 2009, p.202)

Talvez aspectos como esses da materialidade do calor contribuam também para que os nossos alunos, tenham dificuldade de analisar a diferença entre transferência de calor por **condução** e por **convecção**, em que a maioria não consegue perceber com clareza a diferença entre estes dois processos. Sobre o processo de transferência por **convecção**, o livro analisado nos diz:

Quando um recipiente, com água, é colocado sobre uma chama, a camada de água do fundo do recipiente recebe calor da chama, por condução. Consequentemente, o volume desta camada aumenta e, então, sua densidade diminui, fazendo com que ela se desloque para a parte superior do recipiente e seja substituída por água mais fria e mais densa, proveniente desta região superior. O processo continua, com uma circulação contínua de corrente de água mais quente para cima e mais fria para baixo, denominadas *correntes de convecção* (fig. 12-7). Assim, o calor que é transmitido por condução, às camadas inferiores, vai sendo distribuído, por convecção, a toda massa do líquido, através do movimento de translação do próprio líquido. A transferência de calor, nos líquidos e gases, pode-se fazer por condução, mas o processo de convecção é o responsável pela maior parte do calor transferido através dos fluidos. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 109)

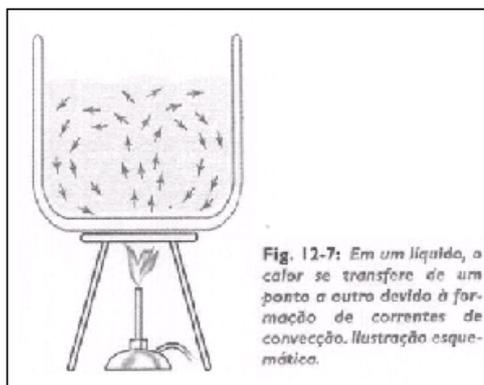


Figura 11 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 2, 2008, p. 109

Ao fazer comentários sobre esse processo de transferência de calor, o livro analisado menciona o caso da formação dos ventos e do funcionamento da geladeira, em que se observa a formação de correntes de convecção. No caso da geladeira, afirma-nos:

Em uma geladeira observa-se, também, a formação de correntes de convecção. Na parte superior, as camadas de ar, em contato com o congelador, cedem calor a ele por condução. Por causa disto, o ar desta região torna-se mais denso e dirige-se para a parte inferior da geladeira, enquanto as camadas de ar desta parte se deslocam para cima (fig. 12-8). Esta circulação de ar, causada pela convecção, faz com que a temperatura seja, aproximadamente, a mesma em todos os pontos do interior da geladeira. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 109)

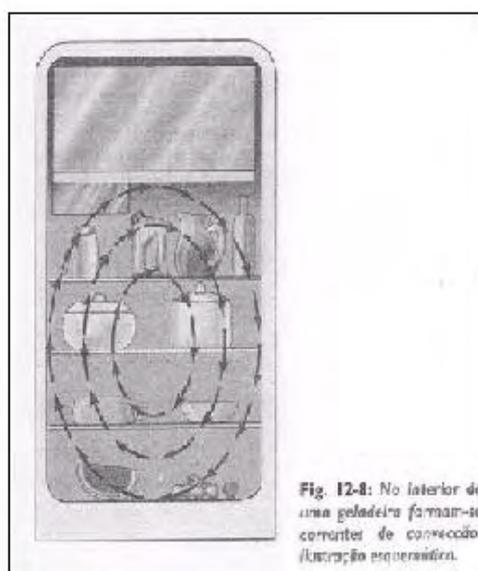


Figura 12 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 2, 2008, p. 109

No entanto, temos observado, cotidianamente, que para a maioria dos nossos alunos, não se faz nenhuma distinção entre esses dois processos de transferência de calor (condução e convecção), uma vez que, para eles se torna difícil distinguir entre o primeiro, em que a transferência se dá de partícula para partícula e o segundo no qual ocorre o movimento de translação da própria substância em que está se dando o processo. Talvez por isso, quando afirmarmos para eles que devem orientar seus pais, por exemplo, ou outras pessoas quaisquer, para que não coloquem nenhum empecilho no interior da geladeira para dificultar o movimento das camadas de ar, nenhuma importância eles atribuem a isso, pois não conseguem compreender que tal procedimento atrapalha o funcionamento da geladeira.

Portanto, podemos observar que, mesmo nas coisas mais simples, existe um distanciamento entre o que é ensinado no livro didático da Física analisado, e a prática cotidiana dos nossos alunos. Então, aspectos como estes a nosso ver, vão de encontro à visão de ensino da Física que está contemplada nos Parâmetros Curriculares Nacionais, que destaca um ensino da Física voltado para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, capaz de compreender e intervir criticamente na sua realidade.

5.1.3 Aspectos pedagógicos da unidade *Campo e Potencial Elétrico* e a correlação de algumas interfaces de seus conteúdos com o cotidiano e/ou conhecimentos prévios dos alunos.

Ao iniciar o capítulo sobre **carga elétrica**, o livro em análise, faz referências à importância da Eletricidade no contexto atual, mencionando que os fenômenos elétricos estão ligados a nossa vida diária através dos dispositivos elétricos que costumamos utilizar e nos diz:

Neste capítulo estamos iniciando o estudo da Eletricidade, isto é, vamos analisar e procurar entender uma grande variedade de fenômenos, muito ligados a nossa vida diária, denominados fenômenos elétricos. Realmente, a todo instante estamos nos relacionando com fatos de natureza elétrica e nosso modo de vida depende acentuadamente de técnicas e aparelhos elétricos modernos (fig. 17-1). (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 13)



Figura 13 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 3, 2008, p. 13

Em seguida, o texto nos mostra como se deram as primeiras observações desse fenômeno do ponto de vista histórico, em que um filósofo grego chamado Tales, da cidade de Mileto observou que uma pedra amarelada chamada âmbar, ao ser atritada com pele de animal, passava a atrair corpos leves como pedaços de palha e sementes de grama. Posteriormente, aproximadamente 16 séculos depois, o inglês William Gilbert observava que várias outras substâncias apresentavam o mesmo comportamento do âmbar, ao serem atritadas. Como a palavra grega correspondente a âmbar é *eléctron*, Gilbert passou a afirmar que os corpos que apresentavam comportamento igual ao âmbar estavam eletrizados.

O texto também menciona que, modernamente, sabe-se que todas as substâncias podem apresentar-se semelhantes ao âmbar, ou seja, podem ser eletrizadas ao serem atritadas com outra substância. Então, cita como exemplo a régua de plástico, ao ser atritada com seda, passando a atrair uma bola de isopor; um pente se eletriza ao ser atritado nos cabelos, passando a atrair os próprios cabelos ou um filete de água; uma roupa de náilon se eletriza ao atritar com o nosso corpo; um automóvel em movimento também se eletriza pelo atrito com o ar etc. Dando continuidade, o texto procura nos mostrar o que significa **carga positiva** e **carga negativa**, associando a primeira a um *grupo* constituído pelos corpos que têm comportamento igual ao de uma barra de vidro atritada com seda, e nos diz: “Verifica-se que todos os corpos eletrizados deste grupo repelem-se uns aos outros. Diz-se que estes corpos estão *eletrizados positivamente* ou que, ao serem atritados adquirem uma *carga elétrica positiva* (fig. 17-3)” (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, P.14)

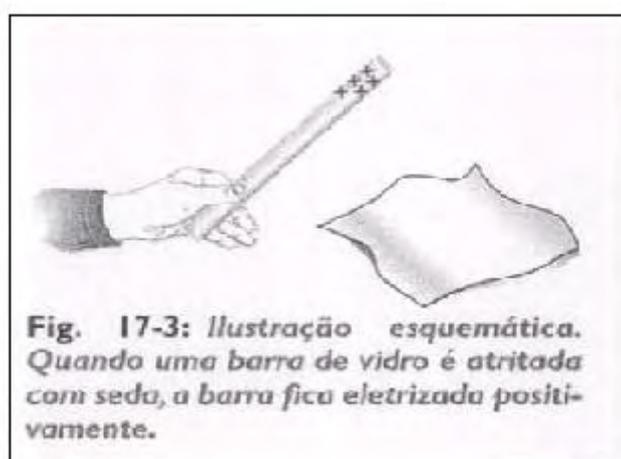


Figura 14 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 3, 2008, p. 14

Em seguida, associa a **carga negativa** ao grupo constituído pelos corpos que se comportam como uma barra de borracha atritada com um pedaço de lã, asseverando:

Verifica-se também que todos os corpos deste grupo repelem-se uns aos outros, mas atraem os corpos do grupo anterior. Dizemos que os corpos deste 2^o.grupo estão *eletrizados negativamente* ou que possuem *carga negativa* (fig.17-4) (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 14)

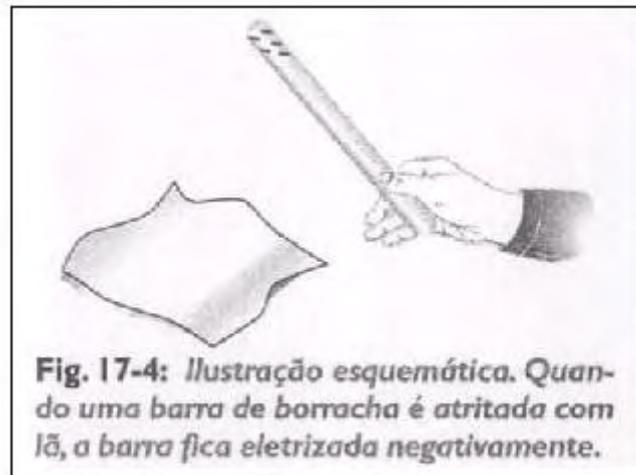


Figura 15 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 3, 2008, p. 14

E conclui afirmando: “existem dois tipos de cargas elétricas: cargas positivas e cargas negativas. As cargas elétricas de mesmo nome (mesmo sinal) se repelem e as cargas de nomes contrários (sinais contrários) se atraem (fig. 17-5)”. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p.14).

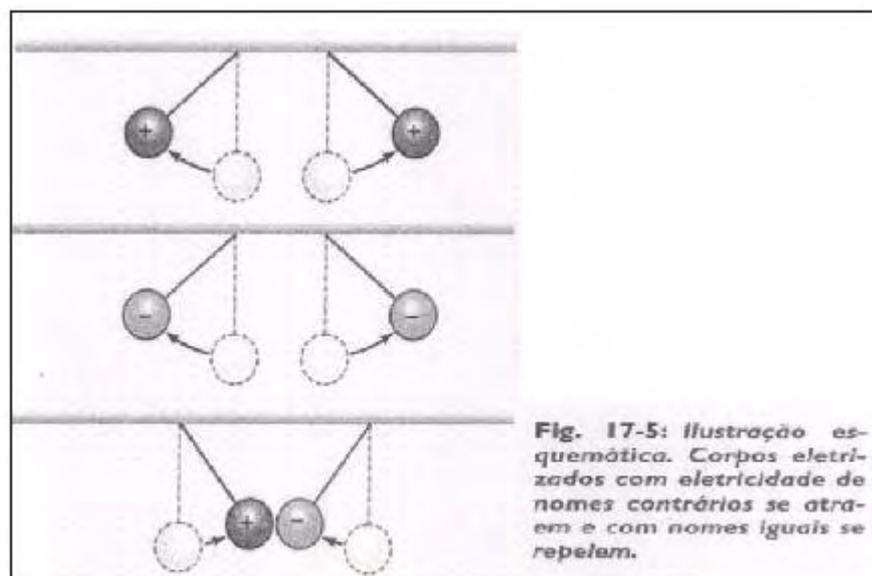


Figura 16 - MÁXIMO & ALVARENGA, Vol. 3. 2008, p. 15

Podemos observar que todas estas informações nos parecem pertinentes, uma vez que, todos (ou quase todos) os nossos alunos de Ensino Médio, já observaram fenômenos semelhantes aos que foram mencionados nos textos acima, isto é, um pente ou uma régua, ao serem atritados, atraírem corpos leves, como pedacinhos de papel ou o próprio cabelo do aluno, ou seja, são fenômenos que fazem parte do cotidiano desses alunos. No entanto, mais uma vez nos deparamos nesse texto, com contextos fortemente abstratos, primeiro porque o fenômeno da eletrização não é diretamente sensível aos nossos olhos, só conseguimos detectá-los através da interação de corpos ditos eletrizados, dificultando assim a interação e, conseqüentemente, uma possível compreensão por parte dos alunos com relação a este fenômeno. Outro aspecto, a nosso ver, mais preocupante ainda, no que se refere ao entendimento das informações que o texto nos traz, é que o mesmo menciona a grandeza **carga elétrica**, sem ter dito para o aluno, até o momento, o que essa grandeza significa. Entendemos que, provavelmente, este tipo de procedimento, omitindo-se conceitos importantes para a compreensão de um determinado contexto, talvez com o objetivo de levar o aluno a um envolvimento maior com o conteúdo discutido, e, conseqüentemente, a deduções próprias acerca deste conteúdo, tem contribuído para que os alunos desvalorizem a parte conceitual desses conteúdos, limitando-se apenas, na maioria das vezes, ao manuseio algébrico das grandezas físicas que envolvem aquele contexto, chegando a resultados que para eles (alunos) nada representam do ponto de vista conceitual.

Observamos que, o texto segue tentando explicar porque um corpo se eletriza, citando:

O famoso político e cientista americano Benjamin Franklin, após realizar um grande número de observações experimentais, constatou que, quando dois corpos são atritados um contra o outro, se um deles se eletrizar positivamente, o outro, necessariamente, irá adquirir carga elétrica positiva (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 15)

Mais uma vez, deparamo-nos com contradições no texto que podem interferir na compreensão do mesmo, principalmente quando estamos lidando com alunos de Ensino Médio, já que o próprio texto deixa de mencionar que na época de Franklin ainda não existia o conceito de carga elétrica, conforme o próprio texto cita em seguida:

Procurando uma explicação para este fato, Franklin formulou uma teoria, segundo a qual os fenômenos elétricos eram produzidos pela existência de um fluido elétrico que estaria presente em todos os corpos. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 15)

Após tentar mostrar como Franklin imaginava o processo de eletrização através do fluido elétrico, o texto enfatiza:

Atualmente sabemos que a teoria de Franklin era, pelo menos, parcialmente correta. De acordo com as descobertas realizadas neste século, [século XX] sabe-se que realmente o processo de eletrização consiste na transferência de carga elétrica entre os corpos que se atritam. Entretanto, esta transferência não é feita através do fluido elétrico imaginado por Franklin, mas, sim, pela *passagem de elétrons* de um corpo para outro (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 16)

Entendemos que, o texto poderia ser mais objetivo se em vez de informar que a teoria de Franklin era “parcialmente correta” informasse que, nessa época, predominava a concepção de fluido elétrico, porque ainda não se conhecia o modelo de Thomson. A este respeito, assim assevera Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001):

Somente após o modelo de Thomson, quando o elétron foi concebido como carga individual, com massa e sinal negativo arbitrado, é que passa ter sentido explicarmos os fenômenos eletrostáticos utilizando o conceito de carga elétrica. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p. 97)

Algo semelhante ocorre, quando o texto do livro didático analisado refere-se à Lei de Coulomb, onde, após fazer uma série de explicações acerca de como ocorreram os acontecimentos contextuais que desaguaram na relação matemática que permitiu a medida da força de interação entre duas cargas elétricas, nos diz:

Em resumo, podemos então apresentar a Lei de Coulomb do seguinte modo:

Lei de Coulomb

Duas cargas pontuais, Q_1 e Q_2 , separadas por uma distância r , situadas no vácuo, se atraem ou se repelem com uma força F dada por

$$F = k_0 Q_1 Q_2 / r^2 \text{ onde } k_0, \text{ no Sistema Internacional, tem valor}$$

$$k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Se estas cargas forem mergulhadas em um meio material, o valor das forças entre elas torna-se K vezes menor, onde K é a constante dielétrica deste meio. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 29)

Outra vez o texto não deixa claro que, na época de Coulomb, não se usava o termo carga elétrica, mas quantidade de fluido elétrico existente em cada corpo, bem como, que a constante k só foi determinada, com as características atuais, bastante tempo depois, ou seja,

no início do século XX. Entendemos que estes e outros aspectos que o livro didático em análise tem apresentado, contribuem, sobremaneira, para que o nosso aluno de Ensino Médio não se volte para a valorização da parte conceitual dos conteúdos sobre Eletricidade, abstraíndo-os como informações desconexas e sem significado lógico.

Ao se referir sobre o conceito de **campo elétrico**, o livro analisado faz a seguinte observação:

Considere uma carga Q fixa em uma determinada posição como mostra a fig. 18-1. Já sabemos que se uma outra carga q for colocada em um ponto P_1 , a uma certa distância de Q , aparecerá uma força elétrica F atuando sobre q (fig.18-1).

Suponha, agora, que a carga q fosse deslocada, em torno de Q , para outros pontos quaisquer, tais como P_2 , P_3 etc. Evidentemente, em cada um destes pontos estaria atuando sobre q uma força elétrica, exercida por Q . Para descrever este fato, dizemos que em qualquer ponto do espaço em torno de Q *existe um campo elétrico* criado por essa carga.

Podemos então destacar:

dizemos que em um ponto do espaço existe um campo elétrico quando uma carga q , colocada nesse ponto, for solicitada por uma força de origem elétrica. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 46)

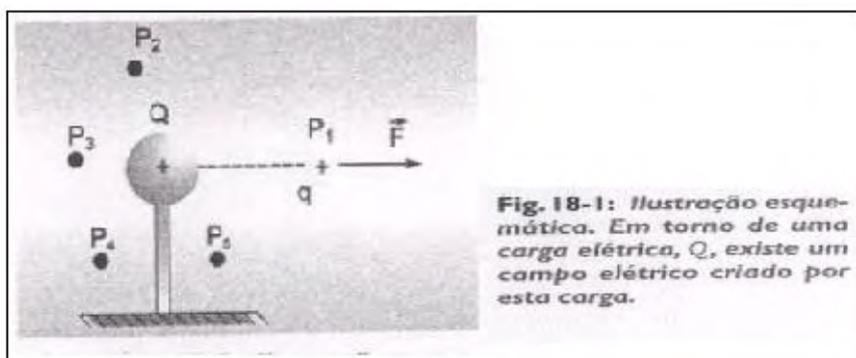


Figura 17 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 3. 2008, p. 46

De acordo com Pozo & Crespo (2009), verifica-se que o conceito de campo, a exemplo do conceito de energia, é eminentemente abstrato, o que talvez contribua para que o nosso aluno de Ensino Médio tenha imensas dificuldades em distinguir entre campo elétrico e força elétrica, ou seja, para eles existe entre cargas elétricas, somente a grandeza força, não conseguindo assim, relacionar campo elétrico com nenhum aspecto relacionado ao seu cotidiano, como, por exemplo, o funcionamento de um pára-raios, já que, muitas vezes observamos esses alunos propondo-se sobre este fenômeno com concepções totalmente

discrepantes dos aspectos científicos que envolvem o mesmo. Isto faz com que insistamos em afirmar que a nossa educação científica não tem cumprido eficazmente o seu papel, no momento atual, que é o de habilitar o indivíduo a compreender a realidade, tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais, proporcionando-lhe participar de forma crítica e consciente das decisões relacionadas à sociedade na qual se encontra inserido.

Por fim, ao se propor sobre diferença de potencial, o texto do livro nos diz:

Suponha um corpo eletrizado criando um campo elétrico no espaço em sua volta. Considere dois pontos *A* e *B*, neste campo elétrico, como mostra a fig. 19-1. Se uma carga de prova positiva *q* for abandonada em *A*, sobre ela atuará uma força elétrica *F* devido ao campo. Suponha ainda que sob a ação dessa força, a carga se desloque de *A* para *B*. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 77)

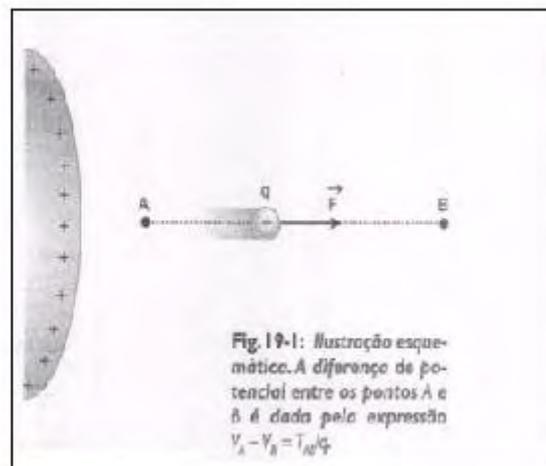


Figura 18 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 3. 2008, p. 77

Mais uma vez, estamos diante de um contexto extremamente abstrato, já que a maioria dos nossos alunos de Ensino Médio, a esta altura não conseguiu sequer compreender o conceito de campo elétrico, só conseguindo, portanto, visualizar a grandeza força elétrica. Talvez seja por isso que existem afirmações a este respeito, sobre alunos do Ensino Médio, como essa que segue: “Para explicar, por exemplo, que uma carga positiva se move espontaneamente entre dois pontos *A* e *B* de um campo, atribuem uma carga positiva ao ponto *A* e uma negativa ao ponto *B*”. (POZO & CRESPO, 2009, P.228). Ainda a este respeito, os autores nos dizem:

Encontrou-se que os termos “voltagem” e “diferença de potencial” são muito pouco utilizados nas explicações dos alunos para os fenômenos elétricos e

dos circuitos e, quando são utilizados, muitas vezes é como sinônimo de corrente elétrica. (POZO & CRESPO, 2009, p. 228)

Portanto, entendemos que, se o livro didático de Física analisado fosse mais objetivo, principalmente no que concerne a temas que são permeados por conotações abstratas, como é o caso dos relacionados à Eletricidade, a que nos referimos, poderia levar os nossos alunos a uma reflexão mais envolvente sobre este ramo da Física, cujo conhecimento é de suma importância para o desenvolvimento, em todos os aspectos, da sociedade atual, uma vez que, comprovadamente, após o advento da Eletricidade, os avanços científicos e tecnológicos atingiram índices jamais imaginados anteriormente.

5.2 Parâmetros Curriculares: contextualização e interdisciplinaridade no contexto das unidades analisadas.

Diante das grandes transformações pelas quais tem passado e vem passando toda a sociedade, principalmente nos dias atuais, não terá sentido falarmos em Ensino das Ciências, sem levarmos em consideração a importância que o conhecimento científico tem apresentado para o desenvolvimento dos componentes dessa sociedade, em todos os aspectos, principalmente, aqueles que contribuem para a efetivação da participação cidadã em seu seio. Com efeito, o Ensino Médio, diante de sua nova identidade, tem passado como etapa final da Educação Básica, por reformulações cujas origens se deram nos Estados Unidos e vários outros países, sobretudo europeus. Essas reformulações tiveram como alvo as diretrizes educacionais destes países, na década de 80, estendendo-se também para países subdesenvolvidos como o nosso, fazendo-o rever seus conceitos educacionais, sendo fator determinante para a formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. A este respeito, Quintal & Guerra (2009) mencionam:

Dentro desse contexto, o Brasil formulou os Parâmetros Curriculares Nacionais, onde foram estabelecidas algumas regras a serem seguidas, tais como: ênfase na interdisciplinaridade, ligação com o cotidiano, desenvolvimento de competências (como, por exemplo, a compreensão de textos, gráficos, tabelas) e o aprendizado de conteúdos importantes para o exercício da cidadania e para o trabalho. (QUINTAL & GUERRA, 2009, p.22)

Este aspecto também está preconizado na LDB/96, sendo confirmado por Ricardo (2006), quando enfatiza que:

Um dos pontos centrais da LDB/96 é a nova identidade dada ao Ensino Médio como sendo a etapa final do que se entende por educação básica. Ou seja, espera-se que ao final desse nível de ensino o aluno esteja em condições de partir para a realização de seus projetos pessoais e coletivos; é a formação necessária para a constituição do cidadão, na concepção da lei. Assim, não é por outra razão que as DCNEM destacam a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico como objetivo central do Ensino Médio. (RICARDO, 2006, p. 18)

Entendemos diante de tudo isso, que o Ensino Médio, conforme se confirma na LDB/96, como etapa final da educação básica, não deve prescindir de atender, primordialmente, ao que está implícito nos conceitos: *competência*, *contextualização* e *interdisciplinaridade*, sobretudo no que se refere ao componente curricular Física. No nosso trabalho, trataremos somente da contextualização e interdisciplinaridade, por entendermos que estas servem de suporte para a primeira, conforme lemos em Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

O aluno cuja competência investigativa tiver sido adequadamente desenvolvida na escola, ao deparar-se com situações problema para cuja solução os conhecimentos adquiridos são insuficientes, poderá recorrer a livros, à Internet, ou consultar um especialista para encontrar respostas razoáveis. Portanto, a construção das competências não se encerra na escola, mas esse é o ambiente no qual se podem oferecer subsídios e possibilidades para que tal ocorra. Para isso, a *contextualização* e a *interdisciplinaridade* devem ser consideradas (BRASIL, 2006, p.49).

Portanto, está bastante clara a abrangência do papel do Ensino Médio nos dias atuais, mediante o que está exposto na LDB e confirmado nos PCNs, bem como a importância da operacionalização da *contextualização* e *interdisciplinaridade* para a concretização do referido papel. No entanto, torna-se necessário que saibamos discernir o real significado destes conceitos, para podermos vislumbrar a importância dos mesmos no contexto do ensino, mais especificamente do livro didático da Física. Sobre esses conceitos, Ricardo (2006) nos diz:

A contextualização visa a dar significado ao que se pretende ensinar para o aluno. Ou seja, se o ponto de partida é a realidade vivida do aluno, também será o ponto de chegada, mas com um novo olhar e com uma nova compreensão, que transcende o cotidiano, ou espaço físico proximal do educando. A contextualização auxilia na problematização dos saberes a ensinar, fazendo com que o aluno sinta necessidade de adquirir um conhecimento que ainda não tem. Todavia, a aprendizagem se dá pela elaboração de pensamento e capacidade de abstração, de modo que não se pode confundir a contextualização com uma diluição em informações

genéricas e superficiais, desprezando o rigor que as disciplinas científicas exigem. (RICARDO, 2006, p. 22)

Conforme vimos, o papel da contextualização é imprescindível, sobretudo quando se trata do conhecimento científico. É preciso que não se confunda contextualização com cotidiano, pois, às vezes, imaginamos que, por os fenômenos naturais e as inovações tecnológicas fazerem parte da nossa vivência diária, se torne simples sua explicação do ponto de vista científico, o que não é bem assim. Pois, conforme já tivemos oportunidade de salientar, as pessoas, ao chegarem à escola já detêm um conhecimento chamado de *sensu comum*, que o autor chama de “ponto de partida”. Então, a partir daí o indivíduo deve ser levado a ampliar esta compreensão que ele tem do mundo, só que agora sob o prisma dos conhecimentos científicos, que por sua vez, apresentam características bastante distintas do anterior, pois, muitas vezes, rompem com o senso comum, buscando generalizações dos conhecimentos adquiridos, fazendo-os convergir para várias outras situações de seu interesse. Então, a contextualização leva o aluno a refletir mais profundamente sobre os fenômenos naturais, trazendo-os para o mundo da investigação sistemática, que tem como suporte básico as teorias científicas. Na contextualização, o que devemos buscar é uma problematização, relacionando o que se pretende ensinar com concepções que os alunos já possuem, uma vez que, a natureza é objeto de conhecimento tanto do cotidiano quanto do mundo científico. No entanto, necessita-se de uma reflexão mais profunda acerca deste aspecto, pois a contextualização não tem como objetivo partir do conhecimento do aluno para chegar ao conhecimento científico, apenas lapidando o senso comum, mas levá-lo a uma reflexão crítica sobre o mesmo, dimensionando assim os seus conhecimentos. Podemos ler nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

A contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para análise, ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo. Essa é uma *competência crítico-analítica* e não se reduz à mera utilização pragmática do conhecimento científico (BRASIL, 2006, p.51).

Logo entendemos que, este aspecto deveria ser contemplado, a contento, na elaboração do livro didático, principalmente no de Física. No entanto, não constatamos mediante a análise do conteúdo das unidades em estudo, que o livro didático analisado, contemple este conceito na sua abordagem pedagógica de maneira eficaz. Iniciamos a nossa reflexão sobre a

contextualização, considerando que a realidade vivida pelo aluno, bem como seus conhecimentos prévios servem como ponto de partida para a mesma. No entanto, fica claro que a obra analisada deixa muito a desejar neste aspecto, e isto é confirmado pelo PNLEM (2008), quando cita:

A obra trata as situações do cotidiano de maneira genérica, não discutindo de forma específica os conhecimentos prévios e as experiências culturais dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem. No entanto, se as sugestões de atividades experimentais e muitas das questões conceituais contidas no livro do aluno forem realizadas no início ou durante o desenvolvimento do conteúdo, poderão favorecer a discussão desses conhecimentos prévios e experiências culturais (BRASIL, 2008, p. 37)

Portanto, fica bastante óbvio, de acordo com a análise do PNLEM, que se deve recorrer ao aspecto metodológico, caso queiramos compensar um pouco a ausência deste conceito, a nosso ver, tão importante para a construção da aprendizagem significativa, já que a obra analisada deixa de contemplar, intrinsecamente, em seus conteúdos tal conceito.

O outro conceito a que nos propomos fazer menção, dentro do contexto do livro didático analisado, é a interdisciplinaridade, pois a consideramos de cunho relevante dentro do processo ensino-aprendizagem, já que esta também permite o diálogo do conhecimento científico com outras fontes do saber, como por exemplo, o senso comum, em que se tem o cotidiano como fonte primeira para dar sentido às nossas vidas. Isto é confirmado por Fazenda (1999), conforme podemos observar:

O que queremos dizer é que o pensar interdisciplinar parte da premissa de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma exaustiva. Tenta, pois, o diálogo com outras fontes do saber, deixando se irrigar por elas. Assim, por exemplo, confere validade ao conhecimento do senso comum, pois é através do cotidiano que damos sentido a nossas vidas. Ampliado pelo diálogo com o conhecimento científico, o senso comum tende a uma dimensão maior, a uma dimensão, ainda que utópica, capaz de enriquecer nossa relação com o outro e com o mundo. (FAZENDA, 1999, p. 15)

Ainda sobre interdisciplinaridade, lemos, em Ricardo (2006), o seguinte:

Também a interdisciplinaridade é mais que uma justaposição de metodologias e linguagens de mais de uma disciplina. É a complexidade do objeto que se pretende conhecer/compreender que exige reconhecer e ultrapassar os limites de uma única disciplina. É o diálogo, o complemento, o confronto com outros conhecimentos com vistas a uma melhor compreensão do mundo. Isso coloca a interdisciplinaridade em dimensão epistemológica e não apenas uma prática metodológica, ou multidisciplinar,

ou ainda simples exemplos ilustrativos que envolvam outras áreas. (RICARDO, 2006, p. 22)

De acordo com o que nos foi transmitido pelas citações acima, a interdisciplinaridade constitui-se em um conceito de extrema importância dentro do processo ensino-aprendizagem, estando intrinsecamente ligado ao aspecto metodológico. No entanto, é preciso que se conceba a mesma não apenas nesta dimensão, pois, esse conceito não pode se desvencilhar do seu aspecto epistemológico. Então, a sua operacionalização não poderá se distanciar desse aspecto, caso queiramos que tal atitude se constitua em uma prática frutífera diante do contexto em análise. Sabemos que, essa prática pedagógica se constitui de uma representação da realidade que não é disciplinar, ou seja, que não está inserida em uma única disciplina. Portanto, não esperamos que nem um livro didático, bem como este que estamos analisando, apresente uma “receita pronta” que contemple eficazmente essa prática. No entanto, acreditamos que o livro didático em análise, poderia ter focado com maior ênfase esse conceito, tanto falando mais, especificamente, da importância da sua operacionalização como vetor, para se construir uma aprendizagem da Física que se coadune mais com os anseios da sociedade no momento, bem como, poderia sugerir alguns aspectos para serem discutidos quando da utilização desse livro como instrumento de ensino, permitindo assim um aprofundamento das relações entre o conhecimento da Física e as diversas interfaces que esta apresenta com os ramos do conhecimento científico como um todo.

5.3 Um olhar sobre aspectos históricos abordados nas Unidades analisadas

Neste tópico, procuraremos focar alguns aspectos históricos que estão presentes nas Unidades analisadas. Iremos nos debruçar, principalmente, sobre aspectos que dizem respeito a um tratamento muitas vezes superficial das questões históricas e filosóficas relacionadas ao conteúdo analisado. Então, parece-nos claro que as referências à História da Ciência, que são mencionadas no livro em análise, muitas vezes, deixam de apresentar contextos importantes para uma visão mais sistemática da gênese do conhecimento científico, esquecendo suas dimensões política, econômica, social e cultural.

5.3.1 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade *Cinemática*

Conforme temos enfatizado nos nossos escritos, “a construção do conhecimento científico” não poderá ser relevante se não vier acompanhada de abordagens históricas

básicas, e isto, no nosso entender, tem deixado muito a desejar no que concerne aos livros didáticos da Física, mesmo os indicados pelo PNLEM, uma vez que a conotação histórica que se tem apresentado nesses livros, quando apresentam, é uma “pseudo-história”, servindo, na maioria das vezes, para atender, contextualmente, aos conteúdos que estão sendo mencionados naquele momento, não levando o aluno a refletir sobre a importância da abordagem histórica para a construção daquele conhecimento. Menezes (2009), ao se referir à fossilização dos conteúdos clássicos no Ensino da Física, nos diz:

Os comentários a seguir sobre as escolas e os livros que reproduzem práticas atrasadas no ensino da física certamente não se aplicam às poucas exceções que, por isso mesmo, confirmam a regra. Como síntese desse anacronismo ainda hegemônico, pode-se dizer que, por um lado, a física é ensinada como se fosse uma descrição inoxidável da natureza, que não tivesse história nem contradições; por outro, é como se a ciência estivesse à parte das técnicas que envolvem todos os aspectos da vida humana, podendo assim ser apresentadas sem referência a elas. (MENEZES, 2009, p. 29)

Segundo o Catálogo do PNLEM/2009 que contém a síntese das obras de Física avaliadas e aprovadas no processo de seleção do PNLEM/2007, no qual foram indicados os livros deste componente curricular que após serem selecionados pelos professores, de acordo com os interesses pedagógicos específicos de cada escola, passaram a ser distribuídos para a utilização a partir de 2009, encontramos na resenha do livro analisado:

Quanto à **construção do conhecimento científico**, a obra reconhece a importância da abordagem histórica para a sua construção, trabalhando-a, principalmente, nas seções intituladas “Tópico Especial”. Embora haja um estímulo explícito à leitura dessas seções e as informações apresentadas sejam corretas do ponto de vista histórico, esse aspecto é pouco explorado em função de um tratamento algumas vezes superficial das questões históricas e filosóficas. As referências à História da Ciência, muitas vezes, deixam de apresentar os contextos de produção do conhecimento científico em suas dimensões política, econômica, social e cultural. (BRASIL, 2008, p. 36)

Entendemos que, este trecho da análise da obra, traduz, em sua maior parte, os aspectos que também pudemos observar. No entanto, pretendemos fazer um comentário mais detalhado acerca da produção do conhecimento científico e suas interfaces econômicas, política e social, tentando contextualizá-las em suas prováveis influências no processo ensino-aprendizagem da Física em nossos dias. Esses aspectos são tratados nas respectivas unidades analisadas, nesta pesquisa, do livro **Física** (Antonio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz

Alvarenga Álvares). Com relação à unidade CINEMÁTICA, que é a primeira a ser analisada neste trabalho, observamos que o aspecto histórico da Ciência, quando tratado, conforme está anunciado na avaliação do PNLEM/2009, aparece de forma pontual, esquecendo de contextualizar como se deu a construção daquele conhecimento do ponto de vista histórico, levando o aluno a entendê-lo, muitas vezes, como fruto de mentes geniais, tornando-o indiscutível, portanto, no seu entendimento pronto e acabado. Focaremos nossa análise, em cada unidade analisada, nos textos denominados: **“Um tópico especial para você aprender mais”**, os quais fazem referências históricas ao conteúdo abordado ou procura contextualizá-lo em situações do cotidiano. O primeiro texto desta natureza, parece mais como uma referência biográfica à figura de Galileu Galilei e suas descobertas científicas, no qual se descreve este cientista, “como sendo um jovem descendente de uma família pobre, que aos 17 anos é encaminhado pelo pai para estudar Medicina, por ser uma atividade lucrativa, no entanto, não se vê atraído pela carreira médica e se desvia para o estudo da Física”. Inicialmente, nos deixa transparecer, e temos observado isto na nossa prática cotidiana, que textos dessa natureza não conseguem motivar o aluno para uma reflexão mais profunda a respeito da gênese histórica do conhecimento estudado. Verificamos que esses textos trazem para o aluno, no nível médio, principalmente, a ideia de que os cientistas, (no nosso caso, Galileu) ou é tido como herói ou como uma pessoa de capacidade sobrenatural, no que diz respeito à construção de conhecimentos e descobertas científicas, não levando o aluno a refletir que, esse cientista (como ele) também encontrou obstáculos e limitações em seus trabalhos. Observamos que o texto faz menção a determinados aspectos como, por exemplo, a observação que Galileu realizou sobre as oscilações de um lustre na catedral de Pisa, chegando a deduzir que o tempo de uma oscilação dependia do comprimento do fio usado, conforme se vê:

Conta-se que, certa vez, observando despreocupadamente as oscilações de um lustre da catedral de Pisa, interessou-se em medir o tempo de cada oscilação, comparando-o com a contagem do número de batidas do seu próprio pulso (naquela época não haviam ainda sido inventados os relógios e cronômetros). Verificou, com surpresa, que embora as oscilações se tornassem cada vez menores, o tempo de cada oscilação permanecia sempre o mesmo. Repetindo a experiência em sua casa, usando um pêndulo (uma pedra atada a extremidade de um fio) este resultado foi confirmado, verificando ainda que o tempo de uma oscilação dependia do comprimento do fio.(MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 59)

No entanto, não se ajuda o aluno a compreender o que levou Galileu a fazer reflexões mais profundas sobre aquele fenômeno, quando se diz “observando despreocupadamente”.

Pode-se deixar transparecer para ele que, o cientista é um ser iluminado, diferente dos demais, para o qual os conhecimentos fluem rápido e facilmente, portanto, somente pessoas com estes atributos seriam capazes de discutir e fazer ciência. Ainda, em continuidade à análise do texto sobre o pêndulo e sua utilidade, temos:

Estas descobertas levaram Galileu a propor o uso de um pêndulo de comprimento padrão para a medida da pulsação de pacientes. O uso deste aparelho tornou-se muito popular entre os médicos da época. Esta foi a última contribuição de Galileu para a Medicina, pois o estudo do pêndulo e de outros dispositivos mecânicos alteraram completamente sua orientação profissional. Após alguma discussão com seu pai, ele modificou seus planos acadêmicos e começou a estudar Matemática e Ciências. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 59-60)

Mais uma vez observa-se que o texto induz certo simplismo a respeito do processo de construção da ciência, já que menciona o pêndulo e outros dispositivos mecânicos como fatores responsáveis para a modificação dos planos de Galileu, sem mencionar que, provavelmente, a essa altura da sua vida, já teria despendido, abnegadamente, grande parte da sua existência com estudos e pesquisas científicas, para em seguida descobrir os fenômenos relacionados a tais dispositivos. Assim, o texto também não deixa transparecer que a ciência se constrói pela paixão, pela descoberta, em que, a dedicação exaustiva do cientista, torna-se um elemento primordial para a obtenção dos seus objetivos, podendo assim, levar o aluno, diante desta leitura, a se comportar friamente como um mero receptor de informações, muitas das vezes, para ele, descontextualizadas e sem nenhuma importância, tanto do ponto de vista científico como didático-pedagógico. Diante disso, Gleiser (2000) assevera que:

É muito comum, no ensino de Ciência, omitir a parte mais essencial, que é justamente o fascínio que leva um cientista a dedicar toda uma vida ao estudo da natureza. Sem esse elemento, a Ciência vira um exercício intelectual destituído de paixão, uma mera repetição de conceitos e fórmulas (GLEISER, 2000, p. 05)

O texto também não se torna objetivo quando cita: “começou a estudar Matemática e Ciências”, pois, provavelmente, ele a partir deste momento, apenas continuou dedicando-se com maior empenho e interesse a este ramo do conhecimento científico. Aspectos como estes, talvez pareçam irrelevantes, se esses textos não fossem destinados, especificamente, a jovens que estão se iniciando no estudo das Ciências e, como apontamos, poderiam motivar a construção de concepções simplistas da mesma

Outro aspecto interessante, que nos chama a atenção, diz respeito à menção feita pelo texto sobre as descobertas de Galileu no campo da Astronomia:

Além dos seus trabalhos no campo da Mecânica, Galileu deu também enorme contribuição para o desenvolvimento da Astronomia. Em virtude de sua grande habilidade experimental, ele conseguiu construir o primeiro telescópio para uso e observações astronômicas. Com esse instrumento realizou uma série de descobertas, quase todas contrariando as crenças filosóficas e religiosas da época, as quais eram baseadas nos ensinamentos de Aristóteles. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 60)

Observa-se que o texto citado, mais uma vez, faz referências às grandes habilidades apresentadas por Galileu, quando da sua capacidade de construir o telescópio, bem como da importância das descobertas ocasionadas através do seu uso, as quais contrariaram as crenças filosóficas e religiosas em que se baseavam os ensinamentos aristotélicos. Para um leitor iniciante, deixa transparecer que os ensinamentos de Aristóteles seriam equivocados e que, as descobertas de Galileu serviram para torná-los inválidos do ponto de vista científico. Ponczek (2002), ao se referir ao aspecto humanístico da história da ciência, nos diz que as idéias de Aristóteles e Ptolomeu, quando são comentadas neste contexto, aparecem como “tolas ou então reacionárias”. No entanto, sabemos que no período histórico em que foram apresentados esses ensinamentos, eles tiveram a sua relevância do ponto de vista científico, provavelmente, servindo até de referência para Galileu e outros cientistas dimensionarem o seu campo de conhecimentos:

Procuraremos mostrar como o pensamento pode caminhar em espirais de forma que idéias novas e revolucionárias podem conter, mesmo que inconscientemente, idéias antigas e mitos primordiais, há muito abandonados, pertencentes até mesmo a outras culturas. Por outro lado, a história do pensamento registra muitos exemplos de entrelaçamento de atividades que hoje nos podem parecer como pertencentes a domínios completamente distintos, como a ciência e a arte. (PONCZEK, 2002, p. 23)

Em continuidade, o texto analisado faz menção a algumas descobertas realizadas por Galileu no campo da Astronomia, e destaca:

A partir destas descobertas, Galileu passou a defender e a divulgar a teoria de que a Terra, assim como os demais planetas, se move em torno do Sol. Estas idéias foram apresentadas em sua obra *Diálogos sobre os Dois Grandes Sistemas do Mundo* publicado em 1632. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 61)

Ainda, o texto reserva o seu penúltimo parágrafo para enfatizar a repercussão da divulgação deste livro na Igreja e, conseqüentemente, na Inquisição:

As conseqüências do grande tumulto produzido pela ampla divulgação deste livro são bastante conhecidas. A obra foi condenada pela Igreja, Galileu foi taxado de herético, preso e submetido a julgamento pela Inquisição em 1633. Para evitar que fosse condenado á morte (queimado vivo) Galileu se viu obrigado a renegar suas idéias através de uma “confissão”, lida em voz alta perante o Santo Conselho da Igreja. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 61)

No último parágrafo, menciona-se a condenação a que o Tribunal da Inquisição submeteu Galileu, fazendo-o permanecer até sua morte, confinado em sua casa perto da cidade de Florença, e assevera que:

Ainda assim, ele foi condenado por heresia e obrigado a permanecer em sua casa perto de Florença, impedido de se afastar daquele local, até o fim da sua vida. Apesar de quase cego e muito doente, a prodigiosa atividade mental de Galileu permaneceu inalterada e, em 1638, era publicada a sua última obra, intitulada *Duas Novas Ciências*, na qual ele lançava as bases da Mecânica. Três anos mais tarde, ainda em atividade, sugerindo aos cientistas da época várias idéias em torno de seus trabalhos, morria Galileu completamente cego, a 8 de janeiro de 1642. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 61)

Começamos a analisar as citações em ordem inversa, ou seja, a partir do final, em que continuamos a observar que o texto insiste em apresentar requisitos excepcionais para o referido cientista, quando menciona que este apesar de estar com sua liberdade tolhida, muito doente e quase cego, a sua prodigiosa atividade mental permanece inalterada, continuando mesmo assim a publicar livros e fazer ciência. Não se trata aqui de se induzir o leitor a pensar que se trata de afirmações inverídicas, não é este o caso. O que nos chama a atenção é que, provavelmente, um jovem iniciando o Ensino Médio, mais uma vez poderá compreender as condições de vida de Galileu como exigências sobre-humanas para a produção da ciência. Diante disso, talvez não seja exagero afirmar que fatores como estes sejam responsáveis pelo fato de muitos de nossos jovens se imaginarem incapazes de aprender ciências, uma vez que, informações deste teor poderão levá-lo a imaginar que aprender ciência é coisa de cientista, por o mesmo apresentar, a seu ver, “qualidade natural” que ele (o jovem) não dispõe. No que diz respeito à condenação de Galileu pelo Tribunal da Inquisição, em virtude da repercussão da publicação do seu livro *Diálogo sobre os Dois Grandes Sistemas do Mundo* de 1632, deixa-nos imaginar, numa leitura inicial, que Galileu aparece como vítima e a Igreja como

vilã, defendendo ardentemente os ensinamentos aristotélicos, os quais eram do seu profundo interesse. No entanto, é preciso que o aluno conheça que fatos semelhantes foram frequentes, também saiba que a ciência sempre sofreu fortes influências, ao longo da história da humanidade, dos aspectos religiosos, filosóficos e econômicos, e foi comum, haver fortes reações destes segmentos, quando determinadas descobertas científicas se apresentassem à luz dos mesmos, capazes de promover mudança de hábitos ou quebra de paradigmas. A este respeito, Ronan (2001, p. 12) nos diz:

A ciência é um conjunto de crescimentos crescentes e em expansão, até o ponto em que aquelas mudanças são motivadas por experiências ainda mais complexas, mas, quando estas são provocadas por motivos religiosos, filosóficos, sociais ou econômicos, a história da ciência se prende a todas as oscilações da história mais geral.

Outro aspecto observável nos textos, de cunho histórico, que se inserem nos conteúdos que compõem os livros didáticos da Física, e este que estamos analisando não nos parece diferente, é que, muitas vezes, eles têm mais um caráter complementar para se encaixar na lógica do conteúdo mencionado, do que um caráter informativo/formativo histórico propriamente dito. Diante disso, Pagliarin (2007), baseado em Russel, nos diz que:

Para benefício dos diversos estudantes que não se tornarão cientistas, a história da ciência a ser ensinada não deve ser distorcida para encaixar-se na lógica do livro didático, mas sim uma transposição adequada do conhecimento histórico aceito atualmente (PAGLIARIN, 2007, p. 14)

Entendemos que o livro didático da Física, que ora analisamos, não valorizou a contento os aspectos históricos, como um vetor de compreensão de como se deu, contextualmente, a gênese dos conhecimentos da Física, principalmente os relacionados à Cinemática.

5.3.2 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade *Calor*

No que se refere à unidade CALOR, a segunda a ser analisada, do ponto de vista histórico, observamos que esta apresenta uma grande relevância neste contexto, uma vez que envolve essencialmente conteúdos que abordam a Termodinâmica, cuja discussão e aplicação dos conhecimentos relacionados a este ramo da Física, trouxeram transformações que mudaram o rumo da história da humanidade, como, por exemplo, o surgimento das máquinas

térmicas. Nesta unidade, o texto **Um tópico especial para você aprender mais** apresenta como título: *Máquinas térmicas – a segunda lei da Termodinâmica*. Inicia-se apresentando “O que é uma máquina térmica”, portanto, limitar-nos-emos a focar o assunto abordando algumas interfaces históricas do mesmo, desde a sua invenção até nossos dias. Este texto, inicialmente nos traz:

Sabemos que somente no século passado [século XIX] os cientistas conseguiram estabelecer definitivamente que o calor é uma forma de energia. Entretanto, sabia-se, desde a Antiguidade, que o calor podia ser usado para produzir vapor e este era capaz de realizar um trabalho mecânico. Esta idéia foi usada pelo inventor grego Heron, que no século I d. C. construiu o dispositivo mostrado na fig. 12-26: o vapor formado pelo aquecimento da água, ao escapar pelos orifícios mostrados na figura, colocava em rotação uma esfera de metal. Em linguagem moderna, dizemos que este aparelho de Heron é uma máquina térmica, isto é, um dispositivo que transforma calor em trabalho mecânico. Entretanto a máquina de Heron não foi usada com objetivo prático, para produzir grandes quantidades de energia mecânica. Somente no século XVIII vieram a ser construídas as primeiras máquinas térmicas capazes de realizar trabalho em escala industrial. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 126)

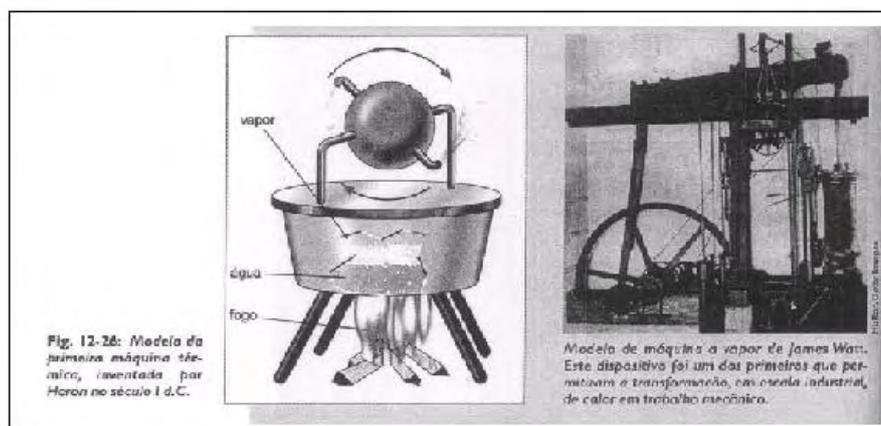


Figura 19 - MÁXIMO & ALVARENGA. Vol. 2. 2008, p. 126

Verifica-se que o texto se inicia afirmando que, apenas recentemente (do ponto de vista da história da ciência) os cientistas que se dedicavam às pesquisas nesta área conseguiram construir um modelo para o calor como uma forma de energia, muito embora se soubesse que desde a Antiguidade, o calor podia ser usado para produzir vapor, e este, por sua vez era capaz de realizar um trabalho mecânico. Entretanto, o texto não deixa claro, pelo menos superficialmente, quais os prováveis motivos que levaram essas pesquisas a só deslancharem nos últimos séculos, conseqüentemente, proporcionando a invenção da máquina térmica, já que se sabe que, desde o século I d. C. o inventor grego Heron, construiu um

dispositivo que, de acordo com o texto, em linguagem moderna pode ser chamado de máquina térmica. É necessário, a nosso ver, que se discuta a contextualização histórica das pesquisas científicas, enfocando-as como construção humana e que muitas vezes são produtos dos anseios da classe dominante (detentora dos bens de capital e de produção), uma vez que se sabe que esse capital sempre serviu de norteador para o desenvolvimento das pesquisas científicas ao longo da história. Dificilmente o nosso jovem leitor conseguirá vislumbrar, ou pelo menos imaginar, o que poderia ter levado à descoberta de Heron permanecer tanto tempo no esquecimento, para em seguida aflorar, aproximadamente dezessete séculos após, intensificando de forma extraordinária a Revolução Industrial. É preciso que se leve o nosso aluno a refletir que, a ciência não é produto do acaso, mas, tem tudo a ver com os acontecimentos históricos de cada época. A este respeito, lemos, nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

O uso da *história da ciência* para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana. Esse enfoque está em consonância com o desenvolvimento da competência geral de contextualização sociocultural, pois permite, por exemplo, compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. (BRASIL, 2006, p. 64)

Dando continuidade à análise do texto “**Um tópico especial para você aprender mais**”, podemos ler a abordagem que o mesmo faz sobre a máquina de Watt:

As primeiras máquinas térmicas, inventadas no século XVIII, além de bastante precárias, apresentavam rendimentos muito baixos, isto é, consumiam grande quantidade de combustível para produzir um trabalho relativamente pequeno. Por volta de 1720, o inventor escocês James Watt apresentou um novo modelo de máquina térmica que veio substituir, com enormes vantagens, as máquinas então existentes. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 126-127)

Em seguida, após fazer uma rápida explanação sobre os mecanismos dessa máquina, o texto volta ao aspecto histórico:

A máquina de Watt foi inicialmente empregada para movimentar moinhos e acionar as bombas que retiravam água de minas subterrâneas e, posteriormente nas locomotivas e barco a vapor. Além disso, a máquina a vapor passou a ser amplamente usadas nas fábricas para acionar os mais

diversos dispositivos industriais, dando origem a um grande surto de desenvolvimento nesta área, sendo por isso, considerada como um dos fatores que provocaram a chamada Revolução Industrial no século passado. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 127)

Este texto, ao abordar a precariedade do funcionamento das máquinas térmicas, mais uma vez esquece, por exemplo, de abordar este aspecto como processual, uma vez que se sabe que o surgimento e avanço das descobertas científicas estão intrinsecamente atreladas às exigências da conjuntura social de cada época. Provavelmente, o que levou James Watt a pesquisar com devotamento, e chegar ao citado aperfeiçoamento da máquina térmica, tenha sido as grandes transformações de cunho social e econômico pelas quais passavam a sociedade, antes ou simultaneamente às suas pesquisas, em que já se caracterizava a forte tendência de passagem do uso artesanal da mão de obra para o estágio de produção em larga escala industrial. Logo, podemos imaginar que, não necessariamente o aperfeiçoamento da máquina térmica deu-se em decorrência somente da necessidade de sua utilização para movimentar moinhos, retirar água das minas, movimentar as locomotivas e barco a vapor, dentre outras utilidades, conforme nos fala o texto. Provavelmente, também o contexto favorável da necessidade de utilização dessa máquina térmica naquele momento, conforme mencionamos, poderá ter sido terreno fértil para o surgimento da mesma.

Outro aspecto que nos chama a atenção, na menção histórica que o livro analisado faz sobre as máquinas térmicas é que, apesar do texto tentar contextualizar o surgimento e uso inicial da mesma com práticas mais recentes, remanescentes deste uso, como é o caso da locomotiva a vapor, turbina a vapor e o motor de combustão interna, observamos que a maioria dos nossos alunos, no nível de Ensino Médio, principalmente, não consegue sequer imaginar que, seus bisavós, por exemplo, foram transportados nessas locomotivas, que tinham como combustível, a lenha, e que não apresentavam quase nenhum conforto nem comodidade, sendo necessárias muitas transformações para que essas máquinas chegassem ao estágio atual, como os trens bem mais modernos de que dispomos. Observamos também que, essa abordagem histórica torna-se ineficiente se levarmos em consideração que a mesma não desperta em nossos jovens leitores (alunos) a capacidade de refletirem criticamente acerca dos reflexos que o nosso meio sofreu em virtude das transformações advindas da invenção e utilização das máquinas térmicas nos últimos séculos. Poucos desses jovens sabem, por exemplo, a respeito das centrais termelétricas, como fonte de energia, e o que é ainda pior, muitos ignoram completamente a existência das mesmas. Enfatizamos também que, os nossos alunos de Ensino Médio não são capazes, em sua maioria, de se colocar criticamente diante do

contexto atual oriundo das transformações, cientificamente comprovadas, ocorridas no Meio Ambiente, que têm como uma das causas o uso em larga escala de máquinas térmicas, como o motor de explosão utilizado nos automóveis, bem como poucos se sensibilizam acerca do futuro do planeta, se lhes passarem, por exemplo, o número exorbitante de veículos que são lançados, cotidianamente, no mercado pelas montadoras de automóveis em todo o mundo. Em síntese, não são capazes de vislumbrar as profundas transformações a que o mundo foi submetido a partir da Revolução Industrial. Entendemos que, se os nossos livros didáticos de Física, bem como este que estamos analisando no momento, inserirem em seus textos uma contextualização histórica pertinente, provavelmente haverá uma forte contribuição para uma aprendizagem significativa deste componente curricular. Menezes, corroborando o que afirmamos neste aspecto, nos diz:

De forma semelhante com o que foi dito sobre o desenvolvimento da mecânica no período mercantil, seria possível apresentar o surgimento da termodinâmica como indissociável do período da primeira revolução industrial, nos séculos XVIII e XIX , quando se sistematizou a conversão calor-trabalho em busca de sua otimização. Além de aproveitar a história para facilitar o aprendizado de conceitos e, vice-versa, isso já daria oportunidade para tratar da operação de máquinas ou turbinas a vapor, e no que toca ao século XX, seriam tratados motores à combustão interna, com seus ciclos Diesel e Otto. Mas é raro que se faça isso e a física térmica é vista sem contexto e, em parte, sem sentido, quando conceitos como calor, temperatura, trocas térmicas e outros são objetos de definições e de manipulações numéricas tediosas. (MENEZES, 2009, p. 30)

Observa-se diante da citação acima que, o contexto histórico, no ensino das Ciências, se tratado com pertinência, principalmente pelo livro didático, poderá se tornar um requisito importante, tanto para a compreensão do conteúdo em si, como para entender cronologicamente as diversas transformações de cunho político, econômico, social e cultural por que passaram estes conhecimentos.

5.3.3 Um olhar sobre aspectos históricos abordados na Unidade *Campo e Potencial Elétrico*

Iniciaremos a análise da unidade CAMPO E POTENCIAL ELÉTRICO, que em seu texto “**Um tópico especial para você aprender mais**” apresenta-nos os primeiros dados, do ponto de vista histórico, a respeito das primeiras descobertas no campo da Eletricidade. Observamos que, a exemplo das unidades anteriores, o aspecto histórico aqui enfocado, apresenta limitações, para que nosso aluno do Ensino Médio vislumbre a importância do

mesmo na construção deste ramo de conhecimento, que, semelhantemente aos conhecimentos relacionados à Termodinâmica, tantas transformações trouxeram para o seio da sociedade contemporânea. Inicia-se o texto, fazendo-se referências as primeiras observações que foram feitas acerca de fenômenos relacionados com a força elétrica e a força magnética, conforme segue:

Como dissemos no início deste capítulo, o efeito âmbar, isto é, a propriedade de atrair corpos leves que o âmbar adquire ao ser atritado, já era conhecida há mais de 2000 anos. Praticamente na mesma época observou-se também que certas pedras – os ímãs naturais - atraíam pedaços de ferro (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 32)

Na sequência, o texto anuncia que, apesar de durante muito tempo estes dois fenômenos serem julgados de mesma natureza, ainda na Antiguidade, percebeu-se uma nítida diferença entre ambos, e destaca:

Durante muito tempo julgou-se que estes dois fenômenos eram da mesma natureza, ou seja, acreditou-se que ambos eram devidos a uma mesma propriedade dos corpos materiais. Ainda na Antiguidade, entretanto, percebeu-se uma grande diferença entre esses dois fenômenos: o âmbar atritado exercia sua atração sobre vários outros corpos, enquanto o ímã só atraía pedaços de ferro. Portanto, estas atrações não deviam ser confundidas entre si, pois correspondiam a fenômenos diferentes. Em nossa linguagem atual, esta verificação é traduzida dizendo-se que o âmbar atritado exerce uma *força elétrica* e o ímã exerce uma *força magnética* (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 32)

Sobre estes aspectos podemos observar o que Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001) chamam de “um certo atropelamento de elementos históricos com que os estudiosos escreveram”. Pois, embora admitamos que os primeiros fenômenos elétricos observados prenderam-se historicamente às observações de Tales de Mileto no século VI a.C, a nosso ver, o texto promove esse “atropelamento histórico” quando, ao se referir aos fenômenos que deram origem às chamadas forças elétricas e magnéticas, não descrevem, inicialmente, sequer o porquê destas denominações. Dificilmente nosso aluno, em nível de Ensino Médio, sentirá a necessidade de uma pesquisa mais profunda acerca dos fenômenos elétricos, bem como dos magnéticos, se os mesmos não forem postos em uma cronologia adequada do ponto de vista histórico em relação ao surgimento das primeiras observações sobre os mesmos no campo das ciências. De acordo ainda com Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001), quase que, simultaneamente, sobre a observação do âmbar atritado atrair pedacinhos de palha, têm-se os

primeiros registros também feitos por Tales, referindo-se sobre a atração de um objeto de ferro por um pedaço de rocha oriunda de uma região conhecida como Magnésia, dando origem aos fenômenos que hoje se conhecem por magnetização, que se mostraram mais interessantes e atraentes para os “intelectuais gregos”, por isso se voltaram para as tentativas de explicações acerca dos efeitos magnéticos e deixaram de lado os eletrostáticos. Talvez, aspectos como estes sejam responsáveis pelo distanciamento cronológico entre as observações dos filósofos gregos e o trabalho sobre eletrização publicado pelo médico inglês William Gilbert no século XVI.

O texto procura nos mostrar as tentativas apresentadas naquela época com o intuito de explicar a origem das forças elétricas, revelando várias ideias iniciais adotadas pelos filósofos na Antiguidade, indo desde uma suposta simpatia entre os corpos, fazendo com que os mesmos se atraíssem, até a ideia de que o âmbar ao ser atritado emitia uma substância invisível denominada *eflúvio*, que estabelecia um contato material entre o âmbar e o objeto próximo, surgindo assim uma atração.

Percebemos um grande distanciamento entre os fatos históricos que deram origem ao desenrolar do estudo da Eletricidade, pois, conforme observamos, o texto não é objetivo, no aspecto cronológico do desenrolar das hipóteses, quando trata desde a hipótese material do eflúvio, passando pela teoria dos fluidos elétricos até as ideias modernas de eletrização.

Ao se referir, por exemplo, à correlação existente entre a teoria dos fluidos e as ideias modernas de eletrização o texto esclarece que

É interessante observar que a teoria dos dois fluidos está mais próxima das ideias modernas no que se refere à constituição elétrica da matéria. De fato, sabemos atualmente que existem dois tipos de cargas elétricas nas partículas que constituem um corpo material. Entretanto, a teoria do fluido único de Franklin está mais de acordo com os conhecimentos atuais na explicação do processo de eletrização por atrito. Realmente, de acordo com as teorias modernas, apenas um tipo de carga elétrica se transfere de um corpo para outro quando eles são atritados. Deve se destacar, porém, que, segundo Franklin, a carga transferida durante o atrito era a carga positiva (pela transferência do fluido único), enquanto que, de acordo com as ideias modernas, são os elétrons que se transferem de um corpo para outro e sabemos que eles transportam carga negativa. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 35)

Observamos que, este enfoque histórico não deixa claro, sobretudo para os nossos alunos de Ensino Médio, o desenrolar cronológico dos acontecimentos relativos ao estudo da Eletricidade, comprometendo possivelmente o envolvimento do aluno com este conteúdo e, por conseguinte, sua compreensão. Sabemos que “as ideias modernas” só surgiram após as

experiências de Thomson, que são consideradas como marco no início do entendimento da estrutura atômica, pois, somente após essas experiências com tubos de raios catódicos, por volta de 1876, chegou-se à conclusão da existência irrefutável dos elétrons. Então, seria interessante, a nosso ver, que o texto diante desses pressupostos da existência dos fluidos elétricos de Dufay ou do fluido elétrico de Franklin, dissesse com clareza, principalmente para os nossos alunos, iniciantes no estudo da Eletricidade, que o pressuposto da existência dos fluidos elétricos permaneceu até próximo do início do século XX, quando se deu a descoberta da existência dos elétrons, surgindo então o conceito de carga elétrica. Diante deste aspecto, Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola (2001) nos dizem que

No que se refere às denominações e seus conceitos, como vimos, as explicações se fundamentavam no pressuposto da existência dos *fluidos elétricos de Dufay*, ou do *fluido elétrico de Franklin* e não no conceito de *carga elétrica*. Essa só foi concebida perto de 1900, quando partículas com massa menor que o menor átomo conhecido (o hidrogênio) foram detectadas. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p. 97)

Ao se referir a Lei de Coulomb, como a primeira lei fundamental estabelecida no campo da Eletricidade, ou mais precisamente sobre os resultados obtidos por Coulomb, após as experiências com a balança de torção, nas quais conseguiu expressar quantitativamente a força elétrica entre duas esferas, o texto do livro analisado nos fala:

Realizando medidas com as esferas separadas por diversas distâncias, Coulomb verificou que, realmente, a força era inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Além disso, como foi apresentado na seção 17.5, ele concluiu também que esta força era proporcional ao produto das cargas elétricas das esferas, chegando, assim, à expressão definitiva da lei que leva seu nome. Este fato se revestiu de grande importância, uma vez que a lei de Coulomb foi a primeira lei fundamental estabelecida no campo da Eletricidade. (MÁXIMO & ALVARENGA, 2008, p. 36)

Mais uma vez o texto cita o termo “carga elétrica” ao se referir à experiência de Coulomb, e entendemos que isto é algo não condizente com a época em que se deu essa experiência, uma vez que, sabemos que naquele momento prevalecia a concepção do fluido elétrico e tudo foi tratado e entendido a partir desta concepção. A este respeito, nos diz mais uma vez Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola:

A expressão $F = kQq/r^2$ [onde $k = 1/4\pi\epsilon_0$], conhecida nos dias de hoje como a lei de Coulomb, era entendida um pouco diferente. Inicialmente, vale lembrar que a constante k foi determinada somente no início do século XX.

Além disto, os termos “ Q e q ” não eram entendidos como cargas elétricas dos corpos, **mas, sim, como a quantidade de fluido elétrico contido em cada corpo**. É claro que para efeitos matemáticos os valores do fluido e carga seriam os mesmos. (ALVES FILHO, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2001, p. 96, grifo dos autores)

Portanto, entendemos que, presumivelmente, esta falta de detalhamento com que é tratado o aspecto histórico no texto do livro analisado, interfere sobremaneira tanto na compreensão do conteúdo tratado por este ramo da Física, como na reflexão da importância da Eletricidade no contexto do mundo atual.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos mais de vinte anos em que temos permanecido como professor da Física em escolas do Ensino Médio, um fato sempre nos prendeu a atenção: foi o de durante este período, termos observado que este componente curricular é um dos que tem apresentado um grande índice de dificuldades em sua aprendizagem significativa. Diante disso, como profissional da educação, propusemo-nos a realizar uma investigação mais detalhada acerca deste fenômeno. Para isso, remetemo-nos, a toda uma fundamentação teórica, bem como a uma série de informações registradas cotidianamente. Dentre essas informações uma nos chamou a atenção pela sua frequente ocorrência: o fato dos alunos, ao serem interpelados sobre sua principal fonte de pesquisa ao estudarem Física, citarem sempre o livro didático. Então, a partir daí, propusemo-nos a analisar mais detalhadamente alguns aspectos intrínsecos a este instrumento de ensino.

Como vimos, o livro didático pode ser considerado de grande relevância, sendo, provavelmente, um dos mais importantes instrumentos de ensino utilizados nas nossas escolas, principalmente em nível de Ensino Médio. Entretanto, quando se trata especificamente do ensino da Física, verificamos que alguns aspectos, que, a nosso ver, são fundamentais para a construção da aprendizagem significativa deste componente curricular, não são tratados no livro didático de Física ou, quando o são, muitas vezes apresentam-se de maneira irrelevante.

Entendemos que o ensino das Ciências, sobretudo o da Física, não deve prescindir do seu contexto histórico, e que, conseqüentemente, o livro didático desse componente curricular deverá dar uma ênfase sistemática a este aspecto, pois entendemos que as abordagens históricas apresentadas, quando tratamos de um determinado conteúdo de Física poderão levar o nosso aluno de Ensino Médio a refletir que a Ciência deve ser compreendida como um saber processual que foi construído por pessoas semelhantes a nós, ao longo da história da humanidade, e, que, portanto, deve ser entendida como um processo construtivo que busca significados e interpretações, em vez de nos mostrar a aprendizagem deste componente curricular como um processo de reprodução de conhecimentos. Entretanto, a abordagem histórica apresentada pelo livro didático analisado, proporciona, a nosso ver, um tratamento superficial dos aspectos históricos e filosóficos da gênese do conhecimento científico, já que, primeiramente, esse aspecto é trabalhado em seções intituladas “Tópico Especial” que aparecem deslocadas do conteúdo abordado. E, em seguida, observamos que as referências à

História da Ciência, tratadas neste tópico, não valorizam o contexto de produção do conhecimento científico em suas dimensões política, econômica, social e cultural.

Outro aspecto importante que consideramos para a efetivação da construção de uma aprendizagem significativa neste componente curricular, é procurar relacionar o conteúdo a ser discutido com o cotidiano dos alunos, isto é, o conteúdo destes livros deve apresentar-se contextualizado em relação à realidade vivenciada pelo aluno. No entanto, temos observado em nossas salas de aula, no que se refere ao componente curricular Física, uma prática de ensino “conteudista” que raramente tem considerado aspectos intrínsecos ao contexto da mesma.

Baseado no que abordamos, entendemos também que o Ensino das Ciências, sobretudo o da Física, não deve prescindir de atender a outros aspectos básicos preconizados na LDB, como, por exemplo, deverá contribuir positivamente para a inserção deste indivíduo, como cidadão, no seio desta sociedade globalizada e competitiva. Então, o livro didático, como principal instrumento de ensino utilizado em sala de aula, deve apresentar requisitos que atendam eficazmente estas exigências.

Outro aspecto a considerar, é a atualização dos conhecimentos científicos uma vez que, sabe-se que os livros didáticos distribuídos para as escolas públicas são devolvidos a cada final de ano e, em seguida, repassados para os alunos do ano subsequente. Então, se habitamos um mundo em que as transformações se dão, cotidianamente, em todos os segmentos da sociedade, principalmente no campo das Ciências, como podemos esperar que um livro didático utilizado por três ou quatro anos consecutivos apresente conhecimentos afinados com a realidade que vivenciamos no momento?

Logo, mais do que quantidade de informações, o livro didático da Física deve trazer em seu “bojo” aspectos que atendam aos requisitos acima mencionados como os relacionados à história da Ciência e ao cotidiano dos alunos, não prescindindo também do componente tecnológico, que por sinal já é cogitado por vários profissionais envolvidos nesta área de pesquisa (como educadores, curriculistas e psicólogos da aprendizagem) da necessidade de sua inserção neste contexto.

Apesar de tudo isto se constituir ainda em um grande desafio pedagógico, sobretudo para os autores e editores desses livros, esperamos que estes e outros obstáculos, que têm se apresentado diante da concretização deste objetivo, possam ser gradativamente superados, se constituindo, possivelmente, em um canal de abertura para a obtenção de meios mais pertinentes, para a construção de uma aprendizagem significativa do componente curricular Física, já que, comprovadamente, esta aprendizagem está muito aquém daquilo que

almejamos. Vale salientar que, não estamos sendo ingênuos em afirmar que somente os aspectos relacionados à qualidade e utilidade do livro didático da Física em sala de aula são os responsáveis pelos entraves que ocorrem no processo ensino-aprendizagem deste componente curricular. No entanto, acreditamos que, diante da incerteza, todo e qualquer aspecto deve ser considerado.

Diante do exposto, torna-se evidente que nos dias atuais, mais do que nunca, existe uma premente necessidade do ensino das Ciências convergir esforços no sentido de levar ao jovem estudante conhecimentos mais alicerçados acerca dos avanços tecnológicos, conferindo-lhe uma alfabetização científica que, no mínimo, possa lhe proporcionar conhecimentos básicos para que ele se insira na sociedade atual, sendo capaz de conviver adequadamente com a grande gama de transformações a que o nosso planeta tem se submetido ao longo do tempo. Então, torna-se necessário que o livro didático, e no caso o de Física, traga subjacente aos seus textos, ideias que levem a reflexões desta natureza

Talvez aspectos como estes, tenham feito com que o livro didático da Física não tenha se constituído, do ponto de vista de sua utilidade, em um instrumento eficaz para a construção de uma aprendizagem significativa deste componente curricular, fazendo muitas vezes, com que a maioria dos nossos alunos entenda a Física como um emaranhado de fórmulas matemáticas totalmente desprovidas de qualquer significado conceitual que não têm nenhuma aplicação na vida prática. Então, torna-se necessário, para que o nosso sistema educacional corresponda aos anseios do momento atual, considerar os aspectos relacionados à realidade vivencial do aluno, pois só assim, poderá desenvolver neste, o espírito crítico, requisito fundamental para que o indivíduo possa exercer sua plena cidadania. Diante disso, torna-se claro que, para a efetiva construção de uma aprendizagem significativa das Ciências e, sobretudo, da Física, a relação contextual entre as interfaces dos conhecimentos trazidos pelos alunos (conhecimento do cotidiano) e o conhecimento discutido em sala de aula (conhecimento científico), não deve ser omitida, pois, talvez a partir daí, possamos proporcionar a esse aluno condições para que vislumbre a relação existente entre esse conhecimento científico e suas aplicações no contexto tecnológico atual. Pois, torna-se necessário que o conteúdo tratado por estes livros didáticos faça menção às inovações tecnológicas da atualidade, como sendo parte do fruto do conhecimento científico, principalmente da Física, levando o aluno a refletir sobre a sua importância.

Também consideramos importante que o livro didático da Física contemple os conceitos que são postos pelos PCNs e DCNEM como a contextualização e a interdisciplinaridade, considerados conforme já frisamos, como eixos estruturadores da

organização curricular. A contextualização visa dar significado àquilo que pretendemos ensinar para o aluno, tendo como ponto de partida a realidade vivenciada por ele e como ponto de chegada, um novo olhar com uma nova compreensão, que vai além do seu cotidiano e do espaço que lhe esteja próximo. Já a interdisciplinaridade não é apenas uma justaposição de metodologias e linguagens de mais de uma disciplina. Vai além. Procura mostrar a complexidade do objeto que se pretende conhecer. Este diálogo e confronto com outros conhecimentos, coloca a interdisciplinaridade numa dimensão epistemológica, não sendo apenas uma prática metodológica ou multidisciplinar. Logo, entendemos que estes conceitos deveriam ser contemplados, a contento, na elaboração do livro didático, principalmente o da Física. No entanto, não constatamos mediante a análise do conteúdo das unidades em estudo, que o livro analisado contemple esses conceitos na sua abordagem pedagógica de maneira eficaz.

Entendemos que o **livro do professor**, que é um manual de orientação para o uso do livro didático (no nosso caso, da Física) como instrumento de ensino, é de extrema importância no processo de utilização deste livro. No entanto, procuramos focar no nosso trabalho que, provavelmente, não devamos focar os aspectos relacionados ao uso do livro didático da Física, subestimando, desta forma, a qualidade do mesmo. Pois, imaginamos que, requisitos intrínsecos a esta obra, merecem ser observados, mesmo antes de se levar em consideração o uso do livro didático da Física no interior das salas de aula, uma vez que, a nosso ver, são requisitos imprescindíveis à construção da aprendizagem significativa deste componente curricular. Como exemplo que reforça o nosso ponto de vista, salientamos que, aparecem como requisito importante para a eficácia do uso do livro didático analisado, tanto no **manual do professor**, como no final das Unidades do livro didático, sugestões para a realização de experiências contextualizadas com o conteúdo discutido em cada uma dessas Unidades. No entanto, ao que nos parece, diante do que temos observado no nosso dia a dia em salas de aula do Ensino Médio, não é necessário apenas que se cultive a parte experimental, pois, esta, sendo operacionalizada sem se ter levado o aluno a um envolvimento mais profundo com o surgimento da Ciência e, conseqüentemente, da Física e o desenrolar do estudo da mesma ao longo do tempo, bem como a importância desta nos dias atuais, poderá tornar este aspecto metodológico tão infrutífero quanto a maioria dos aspectos que temos utilizado até o momento.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GODFARD, Ana Maria. **O que é história da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

ALVES FILHO, José de Pinho, PINHEIRO, Terezinha de Fátima e PIETROCOLA, Maurício. A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática. In: **ENSINO DE FÍSICA: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis; Editora da UFSC, 2001.

_____. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da matemática no conhecimento científico. In: **ENSINO DE FÍSICA: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis; Editora da UFSC, 2001.

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades Experimentais do Método à Prática Construtivista** Tese (doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

AMALDI, Ugo. **Imagens da Física**: São Paulo: Scipione, 1995.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARROS, Fernando de Sousa e BARROS, Susana de Sousa. **Alfabetização científica é assunto de cidadania** In: ATAS DO XIII SIMPÓSIO NACIONAL DO ENSINO DE FÍSICA. MAKIUCHI, Maria de Fátima Rodrigues Sociedade Brasileira de Física. Brasília: Universidade de Brasília, 25 a 29 de Janeiro de 1999.

BERNARDO, José Roberto Rocha, **A construção de estratégias para abordagem do tema energia a luz do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) junto a professores de física do ensino médio**. Tese (doutorado) Instituto Oswaldo Cruz, Ensino em Biociências e Saúde, Rio de Janeiro 2008.

BITTENCOUT, Circe M. F. **Editores e autores de compêndios e livros de leituras**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a08v30n3.pdf>. Acesso em 23/10/2009.

B. JUNIOR, Roberto Nicioli e MATTOS, Cristiano Rodrigues de. **Análise do livro didático de física dos anos 50 e 60**. www.sbf1.sbfisica.org.br. Acesso em 08/10/2009.

BOCHNIAK, Regina. **QUESTIONAR O CONHECIMENTO: Interdisciplinaridade na escola** 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1998. (Coleção Educar v. 14).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília/DF: MEC/SENTEC, 1999.

_____. Secretaria de Educação Básica **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio**: PNLEM/2009/ Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – Brasília 2008.

_____. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, Brasília: 2006.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de, (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

_____. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CASTRO, Ruth Schmitz de. **Uma e Outras Histórias**. In: **ENSINO DE CIÊNCIAS: Unindo a Pesquisa e a Prática**. (CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.)). São Paulo: Thomson Learning, 2004.

CHAUÍ, Marilene de Sousa. **Cultura e Democracia: discurso competente e outras falas**. São Paulo: Cortez, 1990.

CRUZ, Sônia Maria S. C. de Sousa e ZYLBERSZTAJN, Arden. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos** In: **ENSINO DE FÍSICA: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis; Editora da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção Magistério 2^o Grau. Série Formação Geral).

DELIZOICOV, Demétrio. Resultados da pesquisa em ensino de ciências: comunicação ou extensão? In: **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 364-378, dez. 2005.

DUARTE, José B. **A contestação escondida: As críticas de jovens a escola atual**. São Paulo CORTEZ, 2005.

FAZENDA, Ivani Catarina A. **INTERDISCIPLINARIDADE Um projeto em parceria**. 4. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1999. (Coleção Educar v. 13).

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996 – (Coleção Leitura).

_____. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

GADOTI, Moacir. **Escola Cidadã** 12 ed. São Paulo: Cortez, 2008 (Questão da Nossa Época; v. 24).

GARCIA, Nilson Marcos Dias, ROCHA, Jazomar Vieira da e COSTA, Rita Zanlorensi Visneck **FÍSICA** In: **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho** KUENZER, Acácia Zeneida (org.). 2 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

GLEISER, Marcelo. Por que ensinar Física? **A Física na Escola**. São Paulo. Vol. 1, nº 1. Outubro de 2000.

GOUVÊA, Guaracy. **Currículo, Livro Didático e Ensino de Física**. www.cienciamao.if.usp.br. Acesso em 08/10/2009.

HOUSOME, Yassuko e MARTINS, Maria Inês. **Livros didáticos de Física no Brasil: editoras, autores e conteúdos disciplinares: da Reforma Capanema à LDB de 1996**. www2.fe.usp.br. Acesso em 12/11/2009.

JUCÁ Renata do Nascimento e CRUZ, Izaura Santiago da. **Ciências, da escola para a vida**. MUNDO JOVEM, Porto Alegre, nº 403, fevereiro de 2010. p. 22.

KAWAMURA, M. R. D., HOSOUME, Y. A Contribuição da física para um novo Ensino Médio. In: ZYLBERSZTAJN, Arden et al. (Orgs.). **Física: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006. (Coleção Explorando o Ensino, 7).

KLEIN, S. E. & MESCKA, P. M. 2009. **O livro didático X leitura crítica**. Disponível em: [http://www.pesquisa.uncnet.br/pdf/Ensino Fundamental/LIVRO_DIDÁTICOXCRÍTICA.pdf](http://www.pesquisa.uncnet.br/pdf/Ensino_Fundamental/LIVRO_DIDÁTICOXCRÍTICA.pdf). Acesso em 09/03/2010.

KUENZER, Acácia Zeneida. Refletindo sobre a experiência. In: **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, J. Bernardino. **Aprender e ensinar Física**. Lisboa: Calouste Gulben Kian, 2004.

MÁXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. **Física - Ensino Médio – Livro do professor**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2008.

_____. **Física - Ensino Médio – Vol. 1, 2 e 3**. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2008.

MELLO, Guiomar Namó. **O livro didático no sistema de ensino Público no Brasil**. Disponível em: <http://www.namodemello.com.br/pdf/escritos/outros/livrodidat2.pdf>. Acesso em 23/10/2009.

MENEZES, Luis Carlos de. Ensino de física: reforma ou revolução? In **Física ainda é cultura?** MARTINS, André Ferrer P. (Org.). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MIRANDA, Sonia Regina e LUCA, Tânia Regina. O livro didático de história hoje: um panorama a partir do PNLD. **Revista Brasileira de História**. Vol.24 número. 48. São Paulo: 2004 Disponível em <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em 09/03/2010

MOREIRA, M.A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, março/2000, p. 94-99.

NARDI, Roberto. **Memórias da Educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física**. www.sbf1.sbfisica.us.br. Acesso em 06/07/2008.

NOSELLA, Maria de Lourdes Chagas Deiró. **As belas mentiras: a ideologia subjacente aos textos didáticos**. 4. ed. rev. e recompota. São Paulo: Moraes 1981.

OLIVEIRA, João Batista Araujo e GUIMARÃES, Sonia Dantas Pinto. **A política do livro didático** – São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1984.

PAGLIARINI, Cassiano Rezende. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio**; Dissertação (Mestrado – Programa de Pós – Graduação em Ciências – Física Básica. Área de Concentração: Ensino de Física) Instituto de Física, – São Carlos, 2007.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: **ENSINO DE FÍSICA: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. (PIETROCOLA, Maurício (org.). Florianópolis; Editora da UFSC, 2001.

PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC/INEP, 2001.

PONCZEK, Roberto L. DA BÍBLIA A NEWTON: uma visão humanística da Mecânica. In: ROCHA, J. F. M. **ORIGENS E EVOLUÇÃO DAS IDÉIAS DA FÍSICA**. Salvador: EDUFBA, 2002.

POZO, Juan Ignacio e CRESPO, Miguel Ángel Gomes. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico/**; tradução Naila Freitas. – 5. Ed. – Porto Alegre/RS: Artmed, 2009.

QUINTAL, João Ricardo e GUERRA, Andréia. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem Revista **Física na Escola**, v. 10 número 1, 2009. www.sbf1.sbfisica.us.br. Acesso em 07/09/2008.

RICARDO, Elio Carlos Implementação dos PCN em Sala de Aula: Dificuldades e Possibilidades. In: ZYLBERSZTAJN, Arden et al. (Orgs.). **Física: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006. (Coleção Explorando o Ensino, 7).

RONAN, Colim A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge**. Vol. 1: das origens a Grécia. Tradução Jorge Enéas Fortes: revisão técnica Yedda Botelho Sales- Rio de Janeiro: Jorge Zahar: Ed. 2001.

ROSA, Cleci Werner da e ROSA, Álvaro Becker da. **O ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. . <http://reec.uvigo.es>. Acesso em 23/10/2009.

ANEXO



Física

Volumes 1, 2 e 3

Antonio Máximo Ribeiro da Luz
e Beatriz Alvarenga Álvares

1ª Edição - 2005

Editora Scipione



Obra 150199



SÍNTESE AVALIATIVA

A obra apresenta um tratamento conceitual contextualizado, relacionando os conhecimentos apresentados a situações do cotidiano e de aplicações tecnológicas. Os conteúdos abordados são os tradicionalmente presentes no ensino de Física no Ensino Médio, sendo apresentados de maneira abrangente. Existe um conjunto amplo de atividades e recursos para o trabalho do professor, como leituras, experiências e exercícios de vários níveis de complexidade.

Leis, modelos e teorias físicas recebem tratamento conceitual adequado, procurando equilibrar o formalismo matemático com uma linguagem clara, objetiva e atual. Em sua preocupação de apresentar o conhecimento científico de forma contextualizada, a obra utiliza inclusive elementos de História e Filosofia da Ciência em todos os capítulos, por intermédio de leituras específicas.

O livro do professor é um instrumento valioso para o trabalho pedagógico, pois apresenta subsídios relevantes para o desenvolvimento dos conteúdos e realização de atividades, experimentos e exercícios, promovendo uma compreensão adequada da proposta teórico-metodológica da obra.

A obra permite adaptação a diferentes contextos escolares, enriquecendo o ensino da Física nas escolas públicas e atendendo adequadamente às finalidades legais da formação no Ensino Médio.

RESENHAS

CATALOGO DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO PARA O ENSINO MÉDIO - FÍSICA

SUMÁRIO DA OBRA

A obra é constituída por três volumes com os respectivos livros do professor.

Livro do Aluno

Os três volumes estão organizados em 10 unidades e 25 capítulos. Cada capítulo é dividido em seções numeradas, em que o conteúdo é desenvolvido a partir de textos e ilustrações, seguidos de exercícios propostos, denominados "exercícios de fixação". A última seção numerada de cada capítulo, denominada "Tópico Especial", apresenta uma leitura que pretende ampliar ou complementar o texto propriamente dito. Na seqüência, outras seções (não numeradas) aparecem sistematicamente. A seção "Revisão" contém exercícios organizados de forma a permitir ao aluno realizar um estudo dirigido. Na seção "Algumas Experiências Simples" são propostos experimentos que, em geral, utilizam materiais de baixo custo. Na seção "Problemas e Testes" há exercícios voltados à aplicação do conhecimento e na seção "Problemas Suplementares" são apresentados exercícios mais complexos destinados a um aprofundamento do estudo. Em alguns capítulos existem "Apêndices" que tratam de conteúdos mais específicos. Cada volume também contempla, ao seu final, um conjunto de "Questões de Vestibular", respostas aos exercícios, testes e problemas, bem como uma bibliografia indicada para o aluno.

Volume 1 (376 páginas)

Unidade 1 - Introdução

Capítulo 1. Algarismos significativos;

Unidade 2 - Cinemática

Capítulo 2. Movimento Retilíneo;

Capítulo 3. Vetores e Movimento Curvilíneo;

Unidade 3 - Leis de Newton

Capítulo 4. Primeira e terceira Leis de Newton, Apêndice A (Momento de uma força; Equilíbrio de um corpo rígido);

Capítulo 5. Segunda Lei de Newton, Apêndice B (Movimento de um projétil; A aplicação das leis de Newton a sistemas de corpos);

Capítulo 6. Gravitação Universal;

Capítulo 7. Hidrostática;

Unidade 4 - Leis da Conservação

Capítulo 8. Conservação da Energia..

Volume 2 (400 páginas)

Unidade 5 - Leis da Conservação

Capítulo 9. Conservação da quantidade de movimento;

Unidade 6 - Temperatura - Dilatação - Calor

Capítulo 10. Temperatura e dilatação;

Capítulo 11. Comportamento dos gases;

Unidade 7 - Calor

Capítulo 12. Primeira Lei da Termodinâmica;

Apêndice C (Transferência de calor - estudo quantitativo; Máquinas térmicas - informações adicionais);

Capítulo 13. Mudanças de fase;

Unidade 8 - Ótica e Ondas

Capítulo 14. Reflexão da luz;

Capítulo 15. Refração da luz;

Capítulo 16. Movimento ondulatório;

Apêndice D (As equações do movimento harmônico simples; Cordas vibrantes e tubos sonoros; As equações do efeito Doppler).

Volume 3 (418 páginas)

Unidade 9 - Campo e potencial elétrico

Capítulo 17. Carga elétrica;

Capítulo 18. Campo elétrico;

Capítulo 19. Potencial elétrico;

Unidade 10 - Circuitos elétricos de corrente contínua

Capítulo 20. Corrente elétrica;

Capítulo 21. Força eletromotriz - Equação do circuito;

Unidade 11 - Eletromagnetismo

Capítulo 22. O campo magnético - 1ª parte;

Capítulo 23. O campo magnético - 2ª parte;

Apêndice E (A lei de Biot-Savart; Aplicações da lei de Biot-Savart);

Capítulo 24. Indução eletromagnética - Ondas eletromagnéticas;

Apêndice F (Capacitores; Associação de resistores; Energia de um capacitor);

Capítulo 25. A nova física.

Livro do Professor

O livro do professor faz uma apresentação da obra, de suas características gerais e de cada parte dos capítulos, seguidas de bibliografia e indicações de páginas da Internet recomendadas para pesquisa por parte dos professores. O livro apresenta duas propostas de Planejamento Anual que podem ser adaptadas para cargas horárias distintas. Ele também discute cada capítulo dos livros do aluno, apresentando conteúdos sobre os conteúdos, orientando o desenvolvimento metodológico e sugerindo ações para o professor melhor trabalhar os assuntos abordados. Segue-se a essa exposição a resolução e/ou justificativa das respostas de todos os exercícios de fixação, revisão, problemas e testes, e também explicações e orientações sobre as experiências propostas e os Tópicos Especiais.

A seqüência dos conteúdos é a tradicionalmente desenvolvida nos cursos de Física do Ensino Médio. A obra mostra um **tratamento conceitual adequado** e contextualizado. Ainda que nem sempre parta do cotidiano, recorre a situações do dia-a-dia a fim de proporcionar uma maior conexão entre a Física e as experiências vivenciadas pelos estudantes. Ao enfatizar também os aspectos qualitativos e conceituais do conhecimento físico, a obra não se restringe à preparação dos alunos aos exames vestibulares, favorecendo também sua formação para o prosseguimento de estudos em nível superior e para a sua inserção no mundo do trabalho e na sociedade contemporânea.

Quanto à **construção do conhecimento científico**, a obra reconhece a importância da abordagem histórica para a sua construção, trabalhando-a, principalmente, nas seções intituladas "Tópico Especial". Embora haja um estímulo explícito à leitura dessas seções e as informações apresentadas sejam corretas do ponto de vista histórico, esse aspecto é pouco explorado em função de um tratamento algumas vezes superficial das questões históricas e filosóficas. As referências à História da Ciência, muitas vezes, deixam de apresentar os contextos de produção do conhecimento científico em suas dimensões política, econômica, social e cultural.

A obra tem o mérito de trazer com freqüência elementos das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresentando conceitos científicos articulados à compreensão do funcionamento de aparatos tecnológicos e do cotidiano. Nesse sentido, a obra contribui para a compreensão dos fenômenos e fatos contemporâneos e, conseqüentemente, para a **construção da cidadania**. A perspectiva histórica e filosófica é apontada como de grande importância para a construção do conhecimento científico, a formação crítica e socialmente inserida dos alunos, bem como para a constituição de uma visão de Ciência como atividade humana não neutra e sim contextualizada. Nesse sentido, recomenda-se que, ao estimular a leitura e discussão em sala de aula dos diversos textos com conteúdo histórico, o professor busque ampliar a visão neles apresentada, trazendo outras dimensões do contexto histórico e evitando concepções estereotipadas da Ciência e dos cientistas.

A Física Moderna e Contemporânea não é apresentada em um tópico específico. Entretanto, alguns dos seus temas relevantes são discutidos ao longo do texto de uma maneira articulada ao conteúdo abordado. Ao final do volume 3 é apresentada uma unidade que serve como fonte de informação sobre os principais problemas enfrentados pela pesquisa e produção de conhecimento atuais em Física.

Em relação aos aspectos **pedagógico-metodológicos** da obra, como já exposto anteriormente, há uma forte preocupação em apresentar o conhecimento

científico de forma contextualizada, relacionando-o a situações do cotidiano e de aplicações tecnológicas. A articulação do texto com "exercícios de fixação" (quantitativos e qualitativos), complementados ao final de cada capítulo com exercícios de revisão e problemas de maior complexidade e dificuldade, facilita o estudo e a compreensão gradual dos conteúdos, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem. Os exercícios de revisão são sempre cuidadosamente organizados de maneira a permitirem ao aluno uma efetiva recapitulação do assunto abordado.

A quantidade de atividades experimentais propostas em todos os capítulos é adequada. A grande maioria pode ser realizada com a utilização de materiais simples, acessíveis e de baixo custo, sem a necessidade do uso de laboratórios específicos. Tais atividades, embora sejam geralmente propostas para serem realizadas individualmente pelos alunos fora de sala de aula, contribuem para a compreensão do conhecimento científico trabalhado no texto.

A obra trata as situações do cotidiano de maneira genérica, não discutindo de forma específica os conhecimentos prévios e as experiências culturais dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem. No entanto, se as sugestões de atividades experimentais e muitas das questões conceituais contidas no livro do aluno forem realizadas no início ou durante o desenvolvimento do conteúdo, poderão favorecer a discussão desses conhecimentos prévios e experiências culturais. Esses procedimentos, ao mesmo tempo, podem estimular o trabalho cooperativo e a utilização de abordagens metodológicas que visem ao desenvolvimento de capacidades intelectuais, como a produção de textos diversificados, a comunicação, o espírito investigativo e o pensamento crítico.

O **projeto gráfico** da obra é atual e contempla uma diversidade de ilustrações, como fotos, esquemas, tabelas e gráficos, as quais contribuem para um melhor entendimento dos temas discutidos no texto. As divisões e subdivisões das unidades encontram-se claramente sinalizadas, permitindo a consulta e o acesso rápido às informações.

O **livro do professor** apresenta uma descrição detalhada da estrutura da obra e as articulações pretendidas entre suas partes, bem como dos objetivos e desenvolvimento metodológico. Traz subsídios suficientes e consistentes para correção dos exercícios e problemas propostos, como também para a discussão das atividades experimentais e tópicos especiais. Apresenta conhecimentos atualizados que colaboram para uma compreensão adequada das atividades e da proposta pedagógica da obra. Existe um bom repertório bibliográfico sugerido, alguns de natureza mais acadêmica. Há também indicações complementares de referências em língua estrangeira que, conforme indicado na obra, são de leitura acessível.

RECOMENDAÇÕES AO PROFESSOR

O livro do professor é um instrumento fundamental e necessário para a utilização da obra. A sua leitura freqüente, principalmente no que se refere às orientações para a realização das atividades experimentais, correção e justificativas dos exercícios e testes, discussão e abordagem metodológica dos conteúdos de cada capítulo, será de grande valia no desenvolvimento dos conteúdos.

Ainda que a obra não tenha como objetivos principais o estímulo ao trabalho cooperativo entre os alunos, às atividades em grupo e ao desenvolvimento do espírito investigativo, o professor pode alcançá-los privilegiando a realização de atividades experimentais em sala de aula. O aproveitamento dos roteiros experimentais propostos de modo diferenciado, conduzindo a realização das atividades de maneira a estimular a formulação de hipóteses, a busca de procedimentos variados para testá-las e o desenvolvimento do pensamento crítico, é um opção metodológica viável e interessante.

Por fim, destaca-se que esta obra, ao apresentar um conjunto amplo de atividades e recursos, do ponto de vista pedagógico-metodológico, permite sua utilização e adaptação a diferentes contextos escolares, subsidiando adequadamente o trabalho do professor.