



NOVAS ABORDAGENS DO CONTEÚDO FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO PÚBLICO DO BRASIL

Lucas Dominguni – IF-SC

Joelma Rzatki Maximiano – IF-SC

Leonel Cardoso – IF-SC

Resumo: Há algumas décadas, o ensino da Física Moderna no Ensino Médio foi deixado de lado. Entretanto, com os avanços científicos e tecnológicos, estes conteúdos passaram a ter uma importância que talvez antes não existisse. A fim de proporcionar o exercício pleno da cidadania, um melhor entendimento do mundo atual, e conectar o ensino da Física ao cotidiano do aluno, o Ministério da Educação passou a considerar a Física Moderna conteúdo obrigatório do Ensino Médio. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a forma como os autores dos livros didáticos apresentam o conteúdo de Física Moderna, por meio do levantamento dos conteúdos relacionados a este conhecimento. Como objeto de pesquisa têm-se as obras utilizadas no período de 2012 a 2014, do PNLD. Os resultados foram comparados com pesquisa similar realizada entre 2009 e 2011, com os livros do PNLEM. Os resultados demonstraram uma maior preocupação dos autores em facilitar o processo de ensino-aprendizagem da Física Moderna, inserindo um volume maior de conteúdos e estruturando-os de forma equivalente aos demais conhecimentos.

Palavras Chave: Física Moderna, PNLD, Ensino Médio, Livro didático.

1 Introdução

Os estudos de Física desenvolvidos no início do século XX alteraram o entendimento de conceitos como energia, massa, tempo e espaço. Tais conhecimentos deram origem à Física Moderna, onde a Relatividade busca explicar os fenômenos em escalas astronômicas e a Mecânica Quântica em escala atômica. Já a Física Contemporânea tem origem após a segunda guerra mundial, e estuda principalmente partículas subatômicas. Nesta pesquisa utiliza-se apenas o termo Física Moderna, para expressar os estudos realizados a partir do início do século XX.

Atualmente, após os avanços científicos e tecnológicos, a Física Moderna tem despertado a curiosidade dos jovens. Isto está relacionado à melhora na qualidade de vida sentida pelos mesmos, após a miniaturização dos componentes eletrônicos, por exemplo, estar fundamentada na Física Moderna. (MARTINS, 2004).

Entretanto, o ensino destes conteúdos no Ensino Médio não tem acompanhado esse desenvolvimento de forma satisfatória. Segundo Leonel e Souza (2009) isto é inaceitável, pois prejudica a alfabetização científica e tecnológica e rompe a conexão entre a Física e o cotidiano do aluno.

Com relação a isso, deve-se lembrar que Terrazzan (1992; 1994) já justificava esta atualização no currículo, apontando a necessidade de formar um cidadão participativo, consistente, que entenda o mundo criado pelo homem atual.

Além de Terrazzan, outros autores se empenharam em garantir a inserção da Física Moderna no Ensino Médio (DOMINGUINI, 2010). Tais esforços deram resultados, e o conteúdo Física Moderna vem sendo inserido nas coleções disponibilizadas ao ensino médio. Porém, a intensidade e a abordagem em cada uma das coleções diferem das demais. Isto gera uma atividade ao professor, a de escolher a coleção que mais se adéqua à sua proposta pedagógica. Com relação a isso, consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) o seguinte registro:

É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada (BRASIL, 2000, p. 23).

A preocupação com esta problemática tem levado a um crescente número de pesquisas sobre o tema. Dominguini (2010a) apresenta a opinião dos autores dos livros didáticos do PNLEM 2009 no que se relaciona à Física Moderna. Tais livros foram utilizados no período de 2009 a 2011, sendo que este ano o Ministério da Educação lançou o PNLD 2012 (Plano Nacional do Livro Didático), com intuito de substituir os livros do PNLEM 2009.

Nessa perspectiva, o presente artigo realiza uma análise similar aquela feita por Dominguini (2010a), onde se levanta a opinião dos autores dos livros didáticos disponibilizados pelo PNLD 2012, a respeito do mesmo tema. Também estão expostos os tópicos de Física Moderna presentes nestes livros, as orientações presentes no Guia do PNLD 2012, e uma comparação do resultado da presente pesquisa com o obtido na pesquisa anteriormente citada.

Portanto, a intenção desta pesquisa é incentivar e dar continuidade à reflexão sobre a inserção da Física Moderna no Ensino Médio. Isto porque se trata de uma experiência

inovadora no Brasil, e os resultados obtidos em sala de aula após a recente inserção da Física Moderna no Ensino Médio, ainda inexistem.

Contudo, acredita-se que ao colocar em evidência tanto a importância da Física Moderna, quanto à maneira como a mesma é abordada por cada autor, os mesmos se empenharão ainda mais para facilitar o ensino/aprendizagem destes conteúdos, a cada nova coleção disponibilizada.

2 Metodologia

A presente pesquisa bibliográfica utiliza o procedimento metodológico de análise de conteúdo, proposto por Bardin (1995). Tal metodologia tem por objetivo, a descrição dos conteúdos presentes em mensagens, através de procedimentos sistemáticos, capazes de fornecer indicadores que permitam a inferência dos conhecimentos, relativos às condições de recepção dessas mensagens.

A pesquisa abrange os livros de Física do professor disponibilizados pelo PNLD 2012 dos seguintes autores: Gaspar (2010), Máximo e Alvarenga (2010), Sant'Anna et al (2010), Torres, Ferraro e Soares (2010), Biscuola, Villas Bôas e Doca (2010), Barreto Filho e Silva (2010), Gonçalves Filho e Toscano (2010), Pietrocola et al (2010), Fuke e Yamamoto (2010) e Kantor et al (2010). Além destas obras, utiliza-se como fonte de dados o Guia do PNLD 2012 (BRASIL, 2012), e as orientações pedagógicas fornecidas aos professores, pelos autores dos livros em anexo ao livro do professor.

Primeiramente, são expostos os tópicos de Física Moderna abordados em cada obra, por fim, descreve-se a opinião dos autores a respeito da inserção da Física Moderna no Ensino Médio. No que se refere aos autores que estão presentes tanto no programa atual quanto no programa anterior, ainda é feito um comparativo dos resultados atuais, com os resultados obtidos por pesquisa interior (DOMINGUINI, 2010).

3 Resultados e Discussão

Inicialmente, percebe-se que dos seis autores analisados por Domingui (2010) quatro se repetem no PNLD 2012. São eles: Gaspar, Gonçalves Filho e Toscano, Máximo e Alvarenga; além da obra de Torres que apresenta mudança de co-autores. O PNLD 2012 aprovou dez livros de Física, quatro a mais que o PNLEM 2009, onde se percebe maior empenho dos autores em inserir a Física Moderna como conteúdo de Ensino Médio. O quadro 01 demonstra como estão estruturados tais conteúdos nas obras aprovadas pelo PNLD 2012.

Quadro 01: Estruturação dos conteúdos de Física Moderna nos Livros Didáticos do PNLD 2012

Autores	Formato	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Pietrocola <i>et al</i> (2010)	Textos dispersos ao longo dos livros e unidade específica	O Big Bang, Forças Nucleares, Velocidade da Luz, Gravitação de Einstein, A vida das Estrelas.	Energia Química, Energia Nuclear, Energia por Aniquilação de Pares, Colisões em outras escalas.	Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.
Máximo e Alvarenga (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e capítulo específico	Evolução das Estrelas, Relatividade, Descoberta do Nêutron, Radiação do Corpo Negro.	Espectros Atômicos, Experiências de Einstein.	Carga Elétrica Quantizada, Descoberta dos elétrons, Teorias unificadas da Física, Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.
Gonçalves Filho e Toscano (2010)	Textos dispersos ao longo dos livros e Capítulo específico	Big Bang, Comparações entre Einstein e Newton, Relatividade	-	O autor relaciona tópicos de Física Moderna por meio de tecnologias atuais.
Fuke e Yamamoto (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Unidade Específica	Big Bang, Acelerador de Partículas	Teorias de Einstein.	Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.
Torres, Ferraro e Soares (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Unidade Específica	Big Bang.	-	Teoria da Relatividade, Atomística, Teoria Nuclear, Física Quântica, Física Nuclear.
Biscuola, Villas Bôas e Doca (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Unidade Específica	Teorias de Einstein, Einstein e Newton	Energia Nuclear, Relatividade geral.	Modelos Atômicos, Átomos e Quarks, Física Quântica, Relatividade.
Sant'Anna <i>et al</i> (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Unidade Específica	A idade do Universo, Energia Nuclear.		Espectro Eletromagnético, Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.

Gaspar (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Capítulos específicos	Princípio da Incerteza.	Teorias de Einstein	Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.
Kantor <i>et al</i> (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Unidade Específica	-	Circuitos Oscilantes, Semi Condutores, Laser, Informática Sistemas e Redes, Diagrama H-R, Evolução do Universo.	Radiações, Átomo, Núcleo, Estrutura da Matéria, Contexto Histórico, Física Quântica e Relatividade.
Barreto Filho e Silva (2010)	Textos dispersos ao longo do livro e Capítulos específicos	Nanotecnologia, Como se mede a velocidade da luz, Como funciona o GPS, Gravitação de Einstein.	-	Relatividade, Mecânica Quântica, Física Nuclear.

De acordo com o quadro 01, percebe-se que todos os autores abordam com maior ou menor intensidade os conteúdos de Física Moderna. Deste ponto em diante passa-se a evidenciar a opinião dos autores a respeito desta temática, expõem-se as orientações do Guia do PNLD 2012, e as informações contidas no Manual do Professor de cada obra, além de se expor um comparativo dos dados obtidos, com aqueles apresentados por Dominguni (2010b), quando os autores estão presentes nos dois programas.

3.1 Gaspar (2010): “Não é mais possível ignorá-la”.

Gaspar (2010), que na coleção do PNLEM 2009 lançou um livro em volume único (GASPAR, 2005), agora lança sua obra em três volumes. Esta mudança possibilitou ao autor aumentar o espaço destinado à Física Moderna. Além de três capítulos situados no final do último volume, o autor trás diversos textos sobre a Física Moderna nos demais volumes.

Com relação à temática Física Moderna no Ensino Médio o pensamento do autor continua o mesmo de três anos atrás, quando apoiava tal incremento. Gaspar (2010) afirma que esta ciência proporcionou uma nova era tecnológica e, por conta destes avanços tecnológicos, os conteúdos de Física Moderna passaram a ter uma importância que talvez não existissem algumas décadas atrás, sendo impossível continuar ignorando-os.

No manual do professor da coleção anterior, o autor ressaltou a quase inexistência da Física Moderna no Ensino Médio. O mesmo alertou que os professores deveriam estar

preparados para a efetiva introdução deste conteúdo neste nível de ensino (GASPAR, 2005). Possibilidade que se materializou em sua nova obra.

No manual do professor desta nova obra, Gaspar (2010) afirma que relacionar a não inserção destes conteúdos à complexidade matemática é um erro, pois todos os ramos da Física podem exigir conceitos matemáticos complexos dependendo da abordagem utilizada. Para o autor, o problema da não inserção da Física Moderna no Ensino Médio não se encontra na dificuldade de se compreender esse conteúdo, mas sim em aceitá-lo como parte integrante do currículo.

Segundo o Guia do PNLD 2012, a inserção da Física Moderna realizada pelo autor é satisfatória. Há, porém, uma exceção que é “o tratamento dado ao conceito de simultaneidade, apresentado como uma impossibilidade, na introdução ao tratamento da relatividade restrita, quando seria mais apropriado ressaltar seu caráter relativo” (BRASIL, 2011, p. 31).

Fica evidente uma evolução na abordagem dos conteúdos de Física Moderna pelo autor, quando comparado os programas PNLEM 2009 e PNLD 2012.

3.2 Torres, Ferraro e Soares (2010): “Gerar em cada indivíduo, uma ação comprometida com a vida em sociedade”

Na apresentação da obra *Física - Ciência e Tecnologia* os autores afirmam terem a intenção de relacionar ciência e vivência, teoria e vida prática, conhecimento formal e reflexão, conhecimento científico e tecnologia, divulgação científica e construção de cultura, além de dar oportunidades para que o aluno perceba que há uma relação estreita entre concepção de mundo, ciência e transformação social. Os autores ainda apontam a intenção de gerar, em cada indivíduo, uma ação comprometida com a vida em sociedade (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).

Devido à complexidade da abordagem escolhida pelos autores, o *Guia* do PNLD 2012 julga que a obra apresenta questões inadequadas aos alunos de Ensino Médio, fazendo necessário que o professor tente abordar de forma mais clara os assuntos necessários à estruturação do conhecimento físico e a formação escolar (BRASIL, 2011).

Em contra partida, o *Guia* também afirma que a Física Moderna recebe uma abordagem temática e interdisciplinar, e realça questões ambientais. Isto “propicia condições para que os alunos tenham elementos para se posicionar frente aspectos emergentes na

contemporaneidade, particularmente os relativos à poluição ocasionada pelo uso de diferentes fontes de energia” (BRASIL, 2011, p. 47).

Mesmo assim, os autores destacam que

A compreensão dos resultados desses estudos e dos modelos utilizados para explicar os fenômenos nucleares não trará, para os alunos, dificuldades maiores do que aquelas enfrentadas por eles na Mecânica Clássica, na Termodinâmica ou na Eletricidade (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 70).

Para facilitar o processo de ensino-aprendizagem destes conteúdos, os autores sugerem que o professor deva explicar aos seus alunos que alguns conceitos da Física Moderna vão contra os conceitos da Física Clássica, sendo natural que o aluno rejeite inicialmente essas ideias.

Folheando os livros, percebe-se que a Física Moderna, é tratada com a mesma importância dada aos demais conteúdos, o que deixa claro que os autores defendem a inserção da Física Moderna no Ensino Médio, resultado similar ao encontrado por Domingui (2010a) em sua análise da coleção anterior.

3.3 Gonçalves Filho, Toscano (2010): “Descrição mais detalhada da utilização dos princípios da Física em um aparato tecnológico”

A coleção de Gonçalves Filho e Toscano (2010) trás em todos os capítulos dos três volumes da coleção, uma seção intitulada “Texto e interpretação”, um texto seguido de questões, onde os autores expõem de que maneira o assunto estudado no capítulo sofreu alterações após o surgimento da Física Moderna. Além disso, explicam mais detalhadamente como os princípios da Física, recém estudados, são aplicados em aparatos tecnológicos.

Segundo o Guia do PNLD 2012,

Os Tópicos de Física Moderna caracterizam-se por explorar as rupturas produzidas na estrutura conceitual da Física, na passagem do século XIX para o século XX, inclusive envolvendo o conceito de paradigma do ponto de vista epistemológico, e também por apresentar, por meio de um enfoque de cunho mais informativo, alguns aparatos e processos tecnológicos que incorporam, no seu funcionamento, elementos básicos da física nuclear e de partículas. Embora tal abordagem seja coerente com a proposta didático-pedagógica da coleção, a organização desses capítulos não contempla alguns aspectos básicos da Física Moderna e, caso o professor opte por desenvolvê-los, deverá recorrer a outras fontes (BRASIL, 2011, p. 74).

Domingui (2010), ao analisar as obras do PNLEM 2009, constatou que os autores não apresentavam uma unidade ou capítulo específico destinado exclusivamente ao

estudo da Física Moderna. Entretanto, na coleção aprovada pelo PNLD 2012, os autores apresentam um capítulo exclusivo para estes conteúdos no final do terceiro volume, além dos textos relacionados à Física Moderna no final de cada capítulo, que já estavam presentes na coleção de 2009. Desta forma, percebe-se uma evolução na forma de estruturar os conteúdos de Física Moderna pelos autores. Assim, nota-se uma postura favorável à inserção deste conteúdo no Ensino Médio.

3.4 Máximo e Alvarenga (2010): “Prepara o aluno para se posicionar em relação a pesquisas”

Ao realizar-se um comparativo entre as coleções disponibilizadas pelos autores nos PNLEM 2009 e PNLD 2012, percebe-se que, na coleção anterior, a Física Moderna era apresentada em um único capítulo (DOMINGUINI, 2010a) e, atualmente, aborda tal assunto em uma unidade específica, que trata da teoria da Relatividade e Física Quântica com mais vigor que anteriormente.

Para justificar esse novo posicionamento, os autores afirmam, por exemplo, que a apresentação de tópicos de Física Moderna, como nanociência e cosmologia, têm por objetivo preparar o aluno para se posicionar em relação a essas pesquisas, tanto em termos de financiamento público como em relação à importância delas para sua realidade (MÁXIMO; ALVARENGA, 2010).

Além de uma unidade específica, os autores ainda apresentam alguns tópicos da Física Moderna no primeiro e segundo volumes da coleção (MÁXIMO; ALVARENGA, 2010). Tal informação é ressaltada pelo *Guia* do PNLD 2012, que exemplifica os casos dos conteúdos energia e quantidade de movimento relativístico, abordados no primeiro volume, bem como conceitos de radiação do corpo negro e espectros atômicos, abordados no segundo volume (BRASIL, 2011).

3.5 Pietrocola *et al.* (2010): “Acreditamos na possibilidade de ensinar e aprender conteúdos de Física do século XX no Ensino Médio”

O conteúdo de Física Moderna é abordado pelos autores no final do terceiro volume, em uma unidade específica, onde é realizado um estudo da natureza da luz, estabilidade atômica, estabilidade nuclear e partículas elementares. Relaciona estes saberes

físicos a contextos interdisciplinares como, por exemplo, matemática, tecnologia, história e até arte e astronomia (PIETROCOLA *et al*, 2010).

Os autores compartilham das ideias expostas por Ostermann e Cavalcanti (2001) e afirmam ser necessário o estudo aprofundado de uma nova metodologia de ensino, fomentando assim, discussões epistemológicas e ontológicas.

Pietrocola *et al* (2010) acreditam que seguir esta linha de raciocínio, possibilitaria o ensino e aprendizado dos conteúdos de Física do século XX no Ensino Médio. Os mesmos destacam que a Física do século XX nem sempre é vista como um conhecimento acessível aos alunos do Ensino Médio. No entanto, muitos temas atuais que despertaram a atenção deles não podem ser abordados pelo viés da Física Clássica.

Segundo o *Guia* do PNL D 2012, a Física Moderna é um ponto forte da obra. Porém, trata os conteúdos de Física Moderna de maneira muito complexa, fazendo com que o professor precise adequar o conteúdo a fim de que sejam passadas as informações necessárias à formação dos alunos.

3.6 Sant'Anna *et al*. (2010): “Precisamos dar resposta à curiosidade dos alunos”

Na obra *Conexões com a Física*, os autores vinculam os conhecimentos de Física Moderna com os objetos utilizados diariamente pelos alunos, aos princípios físicos que regem o funcionamento de cada um destes utensílios. Esta abordagem é bastante interessante por despertar a curiosidade dos alunos e não é nenhuma novidade nos livros de Física, afinal este método já vem sendo utilizado há algum tempo.

Entretanto, Sant'Anna *et al* (2010) citam que antigamente os livros de Física eram encarregados de explicar apenas o funcionamento de geladeiras, aparelhos de ar-condicionado, televisores tradicionais, motores em geral etc. Para os autores, o desafio atual é explicar o funcionamento dos equipamentos baseados na Física Moderna, como é o caso, por exemplo, dos modernos televisores, dos sensores fotoelétricos, dos processadores de computadores, dos *MP3 players* e celulares.

A maneira escolhida por Sant'Anna *et. al* (2010) para enfrentar o desafio de inserir a Física Moderna no Ensino Médio foi organizar estes conteúdos com dois enfoques distintos. Primeiramente, em diversos capítulos de Física Clássica, ao longo dos três volumes da coleção, os autores procuraram gerar uma ligação entre os conceitos da Física Clássica e os conceitos da Física Moderna, através de seções intituladas “*Diálogos com a Física Moderna*”. Os autores ainda inseriram uma unidade destinada exclusivamente ao estudo destes

conhecimentos, no final do terceiro volume, com o objetivo de aprofundar os conceitos principais da Física Moderna (BRASIL, 2011).

Com relação a isso, o *Guia* do PNL D 2012 afirma que estes boxes não aparecem com frequência, apenas um por unidade. Entretanto, a forma como a Física Moderna é apresentada na última unidade compensa tal fato (BRASIL, 2011).

No suplemento para o professor consta como sendo o objetivo da unidade de Física Moderna apresentar as revoluções promovidas no início do século XX pela teoria da relatividade e pela mecânica quântica. Os autores destacam que vários mitos cercam essas teorias no que se relaciona à sua compreensão, “principalmente por causa da sofisticada matemática envolvida, o que as tornariam obras destinadas apenas a físicos e matemáticos, iniciados nessa linguagem difícil e abstrata” (SANT'ANNA *et al.*, 2010, p. 121). Entretanto os mesmos afirmam que parte dos princípios e problemas que levaram a esta evolução podem ser compreendidos pelos alunos do Ensino Médio.

Contudo é possível concluir que os autores defendem a inserção da Física Moderna no Ensino Médio e a mesma está suficientemente presente em sua obra.

3.7 Xavier, Barreto (2010): “Relacionar esses conhecimentos aos avanços tecnológicos recentes”

Xavier e Barreto (2010) destacam, no *Manual do Professor*, a intenção de relacionar a Física Moderna aos avanços tecnológicos recentes. Isto tem por objetivo mostrar aos alunos a importância da produção científica recente, e a influência dessa produção nas mudanças sociais, econômicas e culturais do mundo contemporâneo. Além disto, os autores afirmam que os conteúdos de Física Moderna presentes na obra devem motivar os alunos a sanar suas curiosidades a respeito do universo. Além disso, devem desenvolver em cada aluno, a capacidade de avaliar os riscos e benefícios inerentes à utilização de radiações na medicina, ou no uso da energia nuclear, por exemplo.

Como justificativa para a inserção deste conteúdo no Ensino Médio, os autores afirmam que a compreensão de alguns fenômenos, quando baseado apenas na Física Clássica, não é satisfatória. Para Xavier e Barreto (2010, p. 57), portanto, “essas limitações representam aspectos motivadores para a busca de outros conhecimentos trazidos, por exemplo, pela teoria da relatividade”.

Por sua vez, o *Guia* do PNL D 2012 afirma que a Física Moderna é apresentada de forma coerente nesta obra, e em um nível acessível aos alunos do Ensino Médio. Utiliza-se

moderadamente de expressões matemáticas e discussões pertinentes a respeito da utilização dos conhecimentos desenvolvidos nesse tópico (BRASIL, 2011). Portanto, é notável o empenho de Xavier e Barreto (2010) em efetivamente inserir os conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio, bem como em torná-lo eficiente e atraente para os alunos.

3.8 Fuke e Kazuhito (2010): “O conhecimento é fruto da humanidade e não de mentes geniais inalcançáveis”

No Manual do Professor, os autores trazem uma série de trechos dos PCN+ onde se justifica a inserção da Física Moderna no Ensino Médio. Entretanto não foi possível localizar a opinião dos autores a respeito do tema no livro didático. Contudo, em sua proposta de plano de ensino praticamente todo o quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio está destinado para o ensino da Física Moderna, o que nos leva a concluir que apóiam a inserção da Física Moderna no Ensino Médio.

Os autores estruturam o conteúdo Física Moderna em uma unidade específica no final do terceiro volume, além de apresentar alguns temas deste conteúdo nos demais livros da coleção. Segundo o guia do PNL 2012,

O professor deve ficar atento, por exemplo, à discussão das cores primárias e secundárias e suas combinações, e ao enunciado, incompleto, do postulado da Teoria da Relatividade Restrita, de modo a poder fazer as observações e adequações necessárias para o desenvolvimento do seu planejamento de ensino (BRASIL, 2011, p. 89).

Ainda segundo o *Guia*, é preciso trabalhar os conteúdos postos como complementares, pois se trata de um conjunto bastante interessante de propostas de atividades com experimentos didático-científicos e atividades de leitura, as quais podem trazer para discussão, no ensino médio, alguns temas curiosos e pouco abordados nessa etapa da escolaridade. Dentre esses conteúdos, a Física Moderna e suas tecnologias.

3.9 Biscuola, Villas Bôas e Doca (2010): “Inserimos as renovações sem destoar por completo do que é tradicionalmente ensinado”

Como a frase de destaque dos autores já afirma, os mesmos realizam a inserção da Física Moderna, sem remover ou desqualificar o ensino da Física Clássica. No Manual do Professor, Biscuola, Villas Bôas e Doca (2010) afirmam promover um diálogo entre os

conteúdos que são tradicionalmente ensinados e as novas perspectivas. Para tal, apresentam no terceiro livro da coleção uma vasta unidade que abrange várias noções de Física Moderna.

Tal unidade se divide em dois capítulos, um capítulo exclusivo tratando de Física Quântica e outro tratando de Relatividade e outras noções. Além disso, a coleção ainda conta com uma série de textos ao longo dos três livros da coleção e, diferenciando-se dos demais livros, a obra em questão não trata de Física Nuclear, apesar de ser vasto em outros conteúdos.

Segundo o *Guia* do PNL 2012, a unidade de Física Moderna do livro referido livro, apresenta com clareza as informações necessárias para que os alunos compreendam a Física Moderna. Os exercícios propostos utilizam desenvolvimentos matemáticos adequados para alunos de Ensino Médio, além de apresentar o contexto histórico da Física Moderna o que facilita ainda mais a compreensão do tema. Isso demonstra e evidencia a preocupação que os autores têm em inserir e efetivar o ensino de Física Moderna na educação média.

3.10 Kantor *et al.* (2010): “Desenvolver habilidades e competências que permitam aprender a aprender continuamente”

O livro “Quanta Física” de Kantor *et al.* (2010) apresenta no decorrer de toda a coleção diversos tópicos de Física Moderna, além de possuir uma unidade inteira destinada ao ensino-aprendizagem dos principais estudos da Física realizados após o início do século XX. Desta forma o aluno entra em contato com tal assunto desde o início do ensino da Física. Tal fato é destacado no *Guia* PNL 2012, que ressalta a quantidade de vezes que os autores inserem a temática.

A obra oferece boas possibilidades de estudos básicos e de aprofundamento em relação a conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, temática ainda pouco abordada no ensino médio, mas que já representa uma demanda aceita como importante no meio escolar em relação ao ensino da Física, para que se possa desenvolver uma compreensão adequada da realidade contemporânea. Em particular, a obra apresenta novidades e aprofundamentos, principalmente no capítulo dedicado à Física Quântica e às Teorias da Relatividade (BRASIL, 2011, p. 53).

Segundo os autores, a Física Moderna é um marco na atualidade. Apesar dos assuntos tratados terem certo grau de dificuldade, ainda assim os alunos sentem-se atraídos por tais conteúdos. Os autores destacam que a forma como o livro é estruturado facilita a compreensão em sala de aula.

Naturalmente, a busca por um texto com contexto, que dialogue com o jovem estudante imerso no uso crescente das tecnologias contemporâneas, leva a uma

maior abrangência de conteúdos, com a Física Moderna e Contemporânea e a Astronomia sendo incorporadas à coleção de uma forma estrutural e não meramente complementar (KANTOR, 2010, p. 4).

No Manual do Professor, Kantor *et al* (2010) afirmam que para os jovens do mundo contemporâneo, os conhecimentos de Física Moderna são fundamentais para a compreensão e melhoramento da sociedade em que vivem. Junto a isso, também é destacado a indispensabilidade do desenvolvimento de habilidades e competências que permitam ao aluno aprender a aprender continuamente.

4 Considerações Finais

De maneira geral, todos os autores abordam a Física Moderna no Ensino Médio. Percebe-se que cada autor tem sua própria estratégia para transpor este desafio, o que demonstra que se trata de um tema que ainda precisa ser amplamente discutido, a fim de se obter um consenso a respeito da metodologia a ser utilizada, bem como os temas a serem abordados e em que momento abordá-los.

Quando comparado com os resultados obtidos por Domingui (2010), percebe-se uma expressiva evolução no que tange a inserção desses conteúdos no Ensino Médio, via livro didático. Anteriormente, alguns autores não expressavam em suas obras tais conteúdos. Percebe-se, agora, que todos compreendem a importância desse conteúdo.

Alguns fatores, segundo Silva *et al* (2011, p. 2) ainda entravam a efetiva inserção da Física Moderna no Ensino Médio. Em grupo de estudos realizado entre 2002 e 2007, os autores apontam como fatores a serem superados para que a Física Moderna seja satisfatoriamente ensinada:

Quantidade excessiva de assuntos sobre Física Clássica; Reduzido número de aulas de Física que compõem a grade curricular do Ensino Médio nas escolas públicas; Falta de material pedagógico adequado, para o desenvolvimento de experimentos e pesquisas relacionadas ao tópico; Falta de conhecimento sobre Física Moderna por parte dos professores de Ensino Médio.

Assim como o grupo anteriormente citado afirma, a falta de preparo dos professores ainda é o maior agravante dessa prática. Inúmeras são as causas deste problema e não se trata de questionar a formação destes professores, mas vale à pena levantar a questão da formação continuada de professores, no que tange os conteúdos de Física Moderna. Afinal, os mesmos passaram a ter uma maior importância com o avanço das tecnologias.

Com relação às informações contidas no presente artigo, pode se afirmar que os conteúdos Relatividade, Física Quântica, Atomística e Astrologia, estão presentes em todas as obras. Porém, não cabe aqui afirmar se o processo de ensino-aprendizagem dos mesmos será satisfatoriamente efetuado, nem com que qualidade será feito. Isso porque não há parâmetros para medir a eficácia em sala de aula dos mesmos.

Possivelmente um maior número de exercícios relacionados a esse tema em provas e exames, como vestibulares e o ENEM poderia acelerar o processo de inserção da Física Moderna no Ensino Médio.

Contudo, a principal informação aqui levantada é que, neste aspecto, os livros didáticos estão evoluindo. Talvez o próximo passo seja incentivar os professores, desde a sua formação ou se necessário em programas de formação continuada, a abordar esse tema em suas aulas. Segundo Terrazzan (1992), é possível afirmar ainda, que qualquer proposta pedagógica que vise esta reformulação, deva incluir junto à mesma, a inserção dos profissionais atuantes neste nível de ensino para esta prática, pois serão eles os principais atores deste processo de atualização curricular. Desta forma, o debate a cerca da inserção da Física Moderna no Ensino Médio é algo a ser levado em consideração tanto na academia, quanto na escola.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1995.

BARRETO FILHO, B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula**. Livro do Professor. São Paulo: FTD, 2010.

BISCUOLA, G. J.; VILAS BÔAS, N.; DOCA, R. H. **Física**. Livro do Professor. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2000.

_____. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 – Física**. Brasília: MEC/SEB, 2011.

DOMINGUINI, L. **O Conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em educação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGEUNESC). Criciúma, 2010a.

_____. Análise das propostas de ensino de física moderna por meio dos livros didáticos do programa nacional do livro do ensino médio. IN: **Anais do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, 2010b.

_____. Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.34, n.1, 2012.

FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o ensino médio**. Livro do Professor. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

GASPAR, Alberto. **Física**. 1. ed. vol. único. São Paulo: Editora Ática, 2005.

_____. **Compreendendo a física**. Livro do Professor. São Paulo: Ática, 2010.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física e realidade**. Livro do Professor. São Paulo: Scipione, 2010.

KANTOR, C. A.; *et al.* **Quanta física**. Livro do Professor. São Paulo: PD, 2010.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. IN: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. Florianópolis, 2009.

MARTINS, Paulo Roberto. **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente no Brasil: Perspectivas e Desafios**. IN: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 2004

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de física**. Livro do Professor. São Paulo: Scipione, 2010.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 13-18, 2001.

PIETROCOLA, M.; *et al.* **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. Livro do Professor. São Paulo: FTD, 2010.

SANT'ANNA, B.; *et al.* **Conexões com a física**. Livro do Professor. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

SILVA, J. R.N.; *et al.* Grupo de Professores de Física Moderna: a importância do ambiente de discussão na formação continuada de professores. In: PINHO, S. Z.; OLIVEIRA, J. B. B. (Org.). **Núcleos de ensino da UNESP: artigos 2007**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

_____. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

TORRES, C. M.; FERRARO, N. G. SOARES, P. A. T. **Física: ciência e tecnologia**. Livro do Professor. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.