



**Patrícia do Nascimento Pereira**



Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

[patricianascimentopereira06@gmail.com](mailto:patricianascimentopereira06@gmail.com)

**Silvete Coradi Guerini**



Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

[silvete@gmail.com](mailto:silvete@gmail.com)

**Jackson Ronie Sá-Silva**



Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

[prof.jacksonronie.uema@gmail.com](mailto:prof.jacksonronie.uema@gmail.com)

# OS CONTEÚDOS DE FÍSICA MODERNA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

## RESUMO

Este trabalho apresenta um recorte bibliográfico das produções acadêmicas brasileiras que investigaram a forma que os livros didáticos de Física do Ensino Médio apresentam os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). A pesquisa busca investigar como têm sido desenvolvidos os trabalhos nessa área de pesquisa e quais encaminhamentos os autores de livros didáticos atribuem à FMC. O estudo foi desenvolvido com base em pesquisas registradas no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), referente ao período de 2008 a 2017. Os trabalhos analisados mostram que à abordagem da FMC nos livros didáticos não seguem as recomendações dos documentos oficiais de Educação.

**Palavras-chave:** Física Moderna. Livro didático. Ensino de Física. Ensino médio.

## THE CONTENTS OF MODERN PHYSICS IN EDUCATIONAL BOOKS OF PHYSICS OF HIGH SCHOOL

## ABSTRACT

This article presents a bibliographic review of the Brazilian academic productions that investigated the way the High School Physics textbooks present the contents of Modern and Contemporary Physics (FMC). The research seeks to investigate how the work in this area of research has been developed and what referrals the authors of textbooks attribute to FMC. The study was developed based on researches registered in the Bank of Thesis and Dissertations of the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (Capes), for the period from 2008 to 2017. The studies analyzed show that FMC's approach in textbooks does not follow the recommendations of the official Education documents.

**Keywords:** Modern physics. Textbook. Physics teaching. High school.

**Submetido em:** 17/04/2019

**Aceito em:** 03/06/2019

**Ahead of print em:** 21/07/2019

**Publicado em:** 31/08/2019



<http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n24p106-124>



## I INTRODUÇÃO

Nos últimos cem anos, a Ciência vem contribuindo para a materialização dos avanços científicos e tecnológicos, principalmente os aparatos oriundos de pesquisas relacionadas à Física Moderna. Compreender o atual avanço tecnológico e a direção pelo qual a Ciência moderna envereda-se requer, entre outros fatores, a apropriação dos conceitos da Física Moderna. Dessa forma, inserir e discutir tal conteúdo no Ensino Médio é fundamental para que o aluno tenha uma formação crítica e reflexiva sobre as questões pertinentes a Ciência e Tecnologia.

Entretanto, o ensino desses conteúdos no Ensino Médio não tem acompanhado esse progresso de forma satisfatória. Este fato se evidencia na pesquisa de Moreira (2018), o autor apresenta uma análise crítica do Ensino de Física na Educação Básica e Superior, tendo em vista sua experiência durante cinquenta anos, nas duas modalidades de ensino, bem como coordenador de pós-graduação e orientador de muitas dissertações e teses em Ensino de Física.

Moreira (2018) pontua alguns fatores que contribuem com a falta da abordagem de temas atuais, como a diminuição da carga horária semanal da disciplina de Física que chegou a 6 horas/ aula por semana, mas atualmente é de 2 horas ou menos, a falta de apoio na formação continuada dos professores e a limitação dos conteúdos curriculares que não vão além da Mecânica Clássica e são abordados de maneira tradicional, ou seja, totalmente centrada no professor, entre outros fatores. Para Leonel e Souza (2009), isto é inaceitável, pois afeta a alfabetização científica e tecnológica e rompe a conexão entre a Física e o cotidiano dos alunos.

Vivemos em uma sociedade na qual são utilizados os conhecimentos científicos relacionados à Física Moderna em diversas áreas, na saúde com os aparelhos de diagnóstico por imagem como radiografia, mamografia, tomografia computadorizada, ultrassonografia, ressonância magnética, entre outros. Na telecomunicação, com as fibras ópticas que revolucionaram e tornaram mais eficientes as telecomunicações. Outro importante estudo da Física Moderna surgiu no início do século XX, com a aplicação da supercondutividade, fenômeno este que é à base de estudos nas mais variadas áreas, a exemplo do armazenamento, distribuição e transmissão de energia elétrica, nos meios de transportes, na Eletrônica, na Medicina e em outras áreas da Ciência e da Tecnologia. (FERREIRA, 2013).

As usinas nucleares também compõem o estudo da Física Moderna, pois são responsáveis pela geração de energia de boa parte do mundo, inclusive do Brasil (FERREIRA, 2013). Toda parte eletrônica que conhecemos e usamos em nosso cotidiano, a exemplo dos celulares, computadores, *tablets*, controle remoto e aparelhos eletrodomésticos, nos mostra como a Ciência e Tecnologia têm evoluído e afetado a sociedade, contribuindo para mudança de comportamento, modificando a forma do ser humano se relacionar, alimentar, locomover, de interagir com a natureza e de pensar. Temos fácil acesso a

informações, sejam elas de quaisquer áreas de interesse, no entanto, a escola ainda ensina, sobretudo, a Física de séculos passados, valorizando modelos curriculares que enfatizam fórmulas e memorização de leis.

Considerando essa discussão, algumas pesquisas na área de Ensino de Física têm contribuído com propostas que apontam para atualização curricular, tais como Terrazzan (1992 e 1994); Cavalcante (1999); Ostermann e Moreira (2000a e 2000b) e Garcia (2003). Neste sentido, Ostermann e Moreira (2000b, p. 391) destacam que:

O ensino de temas atuais da Física pode contribuir para transmitir aos alunos uma visão mais correta dessa Ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear do desenvolvimento científico, hoje presente nos livros didáticos e nas aulas de Física.

Nesse contexto, um dos recursos de divulgação científica mais utilizada em sala de aula, por alunos e professores, são os livros didáticos, uma vez que é um artefato não somente pedagógico, mas também cultural que produz saberes. Neles estão presentes as mais diversas pedagogias culturais que ensinam lições que vão além dos conteúdos programados pelo Currículo do Ensino Médio, hoje orientado pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2016).

Atualmente, todos os livros didáticos de Física aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático - PNLD já trazem em seus conteúdos tópicos de Física Moderna, entretanto não é garantia de que sejam abordados pelo professor em sala de aula. Sobre esse fato, Ferreira (2008) explicita que a Física Moderna é sempre apresentada no final do terceiro volume dos livros didáticos de Física e este fato, apesar de não ser determinante para a não abordagem dos conteúdos, é agravante, pois geralmente no ensino público não há tempo para cumprir o programa e acabam ficando fora das conversas de sala de aula.

O professor, enquanto mediador do conhecimento deve estar atento para a percepção da importância dos conteúdos de Física Moderna para a formação científica dos alunos, pois diariamente estão em contato com os aparelhos eletrônicos, por isso é fundamental que a linguagem dos livros didáticos de Física seja acessível para a compreensão, formação científica e crítica dos alunos do Ensino Médio.

Nessa perspectiva, as recorrentes propostas para o Ensino de Física disponibilizado nos documentos que norteiam a Educação em nosso país, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000), Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN+ (BRASIL, 2006), Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- DCNEM (BRASIL, 2013) e a Base Nacional Comum Curricular- BNCC (BRASIL, 2016), pontuam em seus textos que os conhecimentos de Física são essenciais para a formação científica do cidadão moderno e que o estudo dos conceitos físicos deve ser contextualizado e integrar a outras disciplinas de forma que faça sentido ao aluno quando aplicado ao seu cotidiano. Explicitam ainda que alguns aspectos da Física Moderna são indispensáveis para que o aluno compreenda os conhecimentos

físicos necessários para o entendimento das tecnologias mais recentes. Alertam para a construção de habilidades e competências no Ensino de Física de forma a dar significados aos conhecimentos adquiridos, visando uma formação científica mais crítica e reflexiva pautada na formação para a cidadania.

Compreendendo a importância do livro didático de Física para o cenário da Educação brasileira e a abordagem dos conteúdos de Física Moderna para o processo de ensino e aprendizagem, o propósito deste artigo é fazer um recorte bibliográfico do conhecimento produzido por pesquisadores brasileiros, que investigaram a forma que os livros didáticos de Física do Ensino Médio apresentam os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Com o objetivo estabelecido, a pesquisa busca investigar como têm sido desenvolvidos os trabalhos nessa área de pesquisa e quais encaminhamentos os autores de livros didáticos atribuem à FMC.

A pesquisa é pautada em uma investigação de natureza qualitativa e assume caráter bibliográfico. O material resgatado foi disponibilizado pelo Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (BRASIL, 2016) referente ao período de 2008 a 2017.

Nas seções seguintes, discutimos a função dos livros didáticos na educação científica e a importância da FMC no Ensino Médio, ressaltando algumas implicações desses estudos na educação científica.

## **2 A FUNÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

Em vários países, os livros didáticos têm sido considerados um dos artefatos do Currículo mais adotados nas escolas como fonte de pesquisa e auxílio teórico, tanto para alunos quanto para professores. Eles possuem informações científicas que orientam significativamente a prática docente, embora não sejam os únicos. Por ser um divulgador do conhecimento científico já sistematizado pelo Currículo, Bittencourt (2008) diz que o livro tem sido um recurso de vulgarização do conhecimento e não um divulgador de um saber capaz de contribuir com o processo de formação, de domínio de leituras críticas e autônomas.

Batista (2009) chama atenção para a dissociação entre aqueles que executam o trabalho pedagógico (o docente) e aqueles que planejam e estabelecem suas finalidades (os autores dos livros didáticos e as grandes editoras). Essa dissociação gera uma consequência, uma subordinação teórica metodológica dos professores aos livros, o que acaba transformando o livro didático em uma fonte quase que exclusiva de conhecimento. O professor acaba prendendo-se ao material didático e a perda de autonomia cresce, além da “morte da pesquisa docente e da atualização pedagógica” (BATISTA, 2009, p.566). Sobre isso, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) pontuam que, por melhor que sejam os livros didáticos, o professor não pode ficar refém desse material didático. Os livros devem ser usados de forma crítica, consciente e em conjunto com outros recursos.

Megid Neto e Fracalanza (2003) explicitam que os professores da Educação Básica vêm recusando adotar fielmente as sugestões trazidas pelos livros didáticos disponibilizados no mercado e nas escolas. Segundo os autores, alguns livros trazem em seus conteúdos erros conceituais, apresentam o conhecimento científico sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural, o tratamento metodológico concebe o aluno como ser passivo, depositário de informações desconexas e descontextualizadas da realidade, além de apresentarem concepções errôneas sobre a Ciência e Tecnologia. Por isso, quando necessário fazem adaptações, adequando-as à realidade escolar, bem como em suas conjecturas pedagógicas.

O livro didático cumpre a função documental proposta por Choppin (2004) que define sendo um objeto da cultura escolar utilizado para motivar os alunos a confrontar informações em busca do desenvolvimento do espírito crítico e reflexivo. O autor ainda destaca que os livros didáticos exercem outras funções além da documental, como a função referencial, função instrumental, função ideológica e cultural.

Dessa forma, o livro não é apenas um recurso de ensino, de consulta ou guia de orientação para o professor. É um recurso que “proporciona ao educador, referências e critérios para tomar decisões, tanto no planejamento quanto na intervenção direta no processo de ensino e aprendizagem e em sua avaliação” (ZABALA, 1998, p. 167).

Apesar de o livro didático ser um recurso tradicionalmente conhecido e relevante para a Educação, ainda falta capacitação para os professores em pleno exercício e para os em formação, tendo em vista a utilização adequada e produtiva do livro didático, bem como a função que venha a exercer (RODRIGUES FILHO; PORTELA, 2015). Neste sentido, Garcia (2012) também contribui com essa ideia, ressaltando a relevância de ampliar o estudo sobre os livros didáticos, o processo de escolha e o uso desse recurso em aulas, a fim de melhorar a formação inicial e continuada dos professores.

Ao reconhecer a relevância de pesquisas focadas em livros didáticos, identifica-se um aumento significativo e contínuo de pesquisas e publicações no Brasil. O objeto principal são os livros didáticos, contudo os focos e metodologias de análises são diversificados. Podem-se observar nas pesquisas de Faria (1984); Freitag, Motta e Costa (1987); Geraldi (1993); Silva (2000); Medeiros e Monteiro (2002); Immich, Terrazzan e Nascimento (2005); Fracalanza (2006); Lopes (2007); Carvalho (2007); Monteiro e Nardi (2008); Silva e Pimentel (2008); Groch e Bezerra Junior (2009); Domingui (2011); Monteiro Júnior e Carvalho (2011); Domingui, Maximiano e Cardoso (2012); Maximiano, Cardoso e Domingui (2013); Reis e Martins (2016); Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017); Darroz, Rosa e Silva (2017), entre vários trabalhos que investigam a qualidade dos livros didáticos, bem como seus limites e possibilidades de uso.

Apesar da crescente e diversificada quantidade de pesquisas avaliando os livros didáticos, os resultados não têm sido animadores, pois o livro aparece como mero reflexo das condições de ensino do

Brasil, embora não seja o único responsável por tais condições. Algumas pesquisas revelam, por exemplo, incoerências no texto ou imagem associadas a equívocos conceituais de conteúdos da Física, bem como a falta da contextualização histórica, omissões e distorções da história da Física, entre outros. Essas distorções e omissões não se adequam ao valioso papel atribuído ao livro didático na educação científica, nem aos propósitos educacionais contidos nos documentos que norteiam a Educação em nosso país (MONTEIRO; NARDI, 2008).

O livro didático possui um papel central para o educador no processo de ensino e aprendizagem, fundamentando sua prática com os conhecimentos teóricos e metodológicos sugeridos neste recurso. Esta ferramenta de ensino é imprescindível para intermediação entre o conhecimento científico e o senso comum, e se bem utilizado, contribui para a prática pedagógica a favor da aprendizagem significativa (FIGUEIREDO; SILVA, 2017).

Entre as várias funções dos livros didáticos na Educação científica, destaca-se a exclusividade deste recurso como referência para as práticas pedagógicas e apresentação dos conteúdos programados pelo Currículo, neste caso a BNCC (BRASIL, 2016) que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Sobre isso, o Ministério da Educação diz que o livro didático é uma das principais formas de documentação e consultas utilizadas por professores e alunos no país, chegando às vezes, a influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano de sala de aula (BRASIL, 2003).

Dentre as funções assumidas pelo livro didático, Choppin (2004, p.553) destaca a ideológica e a cultural, pois dissemina valores na sociedade, afirmando-se “como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes”.

Nessa perspectiva, o livro didático deve conter informações pertinentes e coerentes com a diversidade de culturas, nas quais os alunos e educadores estão inseridos, relacionando com suas vivências diárias e respeitando diferenças de gênero e raça, na qual formam a identidade individual de cada um que se encontra debruçado nessa sociedade cada vez mais miscigenada (FIGUEIREDO; SILVA, 2017).

Considerando as discussões apresentadas sobre a função do livro didático na educação científica, na próxima seção discutimos a importância da FMC para a formação científica do aluno do Ensino Médio.

### **3 A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO E ALGUMAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

Nas últimas duas décadas, pesquisadores discutiram sobre a inserção da Física Moderna no Ensino Médio, Terrazzan (1994); Camargo (1996); Menezes e Hosoume (1997); Paulo (1997); Valadares e Moreira (1998); Pinto e Zanetic (1999); Ostermann e Moreira (2000a); Brockington e Pietrocola (2005);

Perez e Caluzi (2004); Machado e Nardi (2006); Viana e Corrêa Filho (2006), entre outros. Entretanto, parte desses trabalhos não trata especificamente das questões relacionadas às novas práticas metodológicas que os professores devem desenvolver em sala de aula. Apresentam argumentações e fundamentação teóricas pertinentes para serem inseridas na discussão de sala de aula, mas, apesar da intensa discussão e de capítulos destinados à Física Moderna em livros didáticos, esses conhecimentos continuam encontrando sérias dificuldades para chegar à sala de aula.

O contexto educacional atual exige, cada vez mais, educadores capazes de suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com as suas vivências cotidianas. Nessa perspectiva, os materiais de ensino, em especial os livros didáticos, exercem papel importante na educação científica, pois orientam a prática do educador em sala de aula (LEMARQUE; TERRAZZAN, 2009). Nas aulas de Física é comum os alunos trazerem discussões sobre temas que leram ou ouviram em telejornais, jornais, revistas e mídias sociais. Temas que estão presentes no seu dia a dia e que despertam o interesse em conhecê-los melhor, seus fundamentos e princípios físicos.

Percebe-se, de forma acelerada, que a população se vê cercada por uma vasta diversidade de equipamentos tecnológicos que se fundamentam nos conceitos relacionados aos conteúdos de FMC. Por isso, o Ensino de Física deve contribuir para a formação científica e cidadã do indivíduo, proporcionando-lhe tomar decisões junto à sociedade em relação às tecnologias hoje presentes no mundo moderno (SILVA, 2016). Sobre isso, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 72) reforçam essa ideia, afirmando que:

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive.

Dessa forma, as aulas de Física devem ser para o aluno um momento de reflexão e aprendizado que possibilite enfrentar e solucionar problemas apresentados cotidianamente, tanto na área das Ciências Naturais, quanto nas suas atividades sociais (SILVA, 2016). Para isso, é preciso criar condições para o aluno ter acesso ao conhecimento necessário para exercer sua cidadania, pois é fundamental a compreensão dos atuais meios de comunicação e informação, de equipamentos tecnológicos baseados na utilização da radiação e nanotecnologia, da compreensão básica da estrutura da matéria e do entendimento dos fenômenos naturais (BRASIL, 2002). Uma das possibilidades é promover um Ensino de Física pautado na contextualização e interdisciplinaridade integrado a vida do aluno.

Para a compreensão de tecnologias modernas e contemporâneas é inevitável à discussão da FMC no Ensino Médio, pois, ao abordá-las em sala de aula, contribui significativamente para a formação adequada do aluno, assim proposto no documento oficial PCN+ (BRASIL, 2002). O documento apresenta algumas considerações pertinentes que ilustram e orientam o trabalho do professor com a Física Moderna, pontuando que (BRASIL, 2002, p. 19):

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes em utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a Ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas.

Os PCN+ apontam que as competências em FMC devem ocorrer ao longo de todo o curso, tópico a tópico, como um desdobramento de outros conhecimentos, não pode ser compreendido como um tema isolado, já que há inúmeras sobreposições e inter-relações entre os objetos que se pretende estudar, pois os conteúdos de Física Moderna completam seu sentido através de suas interseções e de suas relações com outras áreas da Ciência. Portanto, não devem ser trabalhadas necessariamente ao final do curso depois de esgotadas as competências da Física Clássica (BRASIL, 2002).

A BNCC define quais conhecimentos são essenciais para que todos os alunos do Brasil, nos Ensinos Fundamental e Médio, devem ter acesso durante toda sua formação básica. Entre vários campos de conhecimento estabelecido neste documento, percebe-se a presença de vários temas de FMC que, o referido documento apresenta (BRASIL, 2016, p. 217):

A constituição submicroscópica da matéria é investigada, a partir da sistematização das radiações eletromagnéticas, como gama, ou corpusculares como alfa, beta e gama, cuja análise revela a estrutura do núcleo atômico, com atenção também para a sucessão histórica de modelos para a composição infinitesimal das substâncias. O emprego das radiações em aplicações diagnósticas e terapêuticas, na produção de energia ou em artefatos bélicos, da contexto para se compreender fissão e fusão nuclear, que serão fundantes para a astrofísica e cosmologia.

Os PCNEM propõem que a FMC não seja ensinada de forma fragmentada, apenas com técnicas de resolução de exercícios, com pouca utilidade fora da escola e desconexa da realidade do aluno. O Ensino de Física não deve ser reduzido à memorização de fórmulas, conceitos e modelos. Deve proporcionar ao aluno recursos metodológicos em que se estimule o espírito investigador, o desejo de conhecer o mundo ao seu redor. A escola junto com o corpo pedagógico deve buscar o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, instigar a capacidade de aprender, criar, ao invés do simples exercício de memorização. A FMC tem um papel crucial para a formação do aluno no âmbito científico, social e cultural (BRASIL, 2000).

## 4 METODOLOGIA

A presente pesquisa é pautada em uma investigação de natureza qualitativa e assume caráter bibliográfico. A pesquisa faz um recorte bibliográfico do conhecimento produzido por pesquisadores brasileiros, que investigaram a forma que os livros didáticos de Física do Ensino Médio apresentam os conteúdos de FMC.

O material analisado foi disponibilizado pelo Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (BRASIL, 2016) referente ao período de 2008 a 2017. A busca foi orientada pelas palavras-chave: Física moderna; FMC; Livro didático; Ensino médio. A delimitação do período de levantamento considerou a possibilidade de encontrar um número de produções que permitissem constatar o desenvolvimento dos estudos sobre a importância da discussão da Física Moderna nos livros didáticos de Física do Ensino Médio.

No levantamento preliminar foi encontrado 2563 (dois mil quinhentos e sessenta e três) teses de doutorado e dissertações de mestrado, um número expressivo de trabalhos, sendo 1368 (mil trezentos e sessenta e oito) com textos indisponíveis na íntegra. As produções acadêmicas levantadas preliminarmente, a priori, possuíam objetos de pesquisa variados, mas com o foco na FMC. No segundo momento, após a leitura flutuante dos 1195 (mil cento e noventa e cinco) resumos, foram selecionadas 8 (oito) produções que tinham como foco livros didáticos e FMC, sendo 7 (sete) dissertações e uma tese. Utilizamos como critério de escolha, as produções que tinha como objeto de pesquisa a análise dos conteúdos de FMC em livros didáticos de Física do Ensino Médio. O Quadro 1 apresenta as 8 (oito) produções acadêmicas de Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Brasil.

Quadro 1 – Produções acadêmicas brasileiras que analisaram a Física Moderna e Contemporânea em livros didáticos de Física do ensino médio

Número de Trabalhos	Autor (a). Título. Orientador (a)	Produção/ Instituição	Cidade/ Estado	Área de Conhecimento/ Ano
1	SIMÕES, C. C. <b>Elementos de Astronomia nos livros didáticos de Física.</b> Orientadora: Yassuko Hosoume.	<b>Dissertação</b> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Belo Horizonte/MG	Educação/ 2008
2	GARCIA, L. V. S. <b>A Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: caminhos para sala de aula.</b> Orientadora: Maria Regina Dubeux Kawamura.	<b>Dissertação</b> Universidade de São Paulo	São Paulo/ SP	Educação/ 2009
3	DOMINGUINI, L. <b>O conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM.</b> Orientador: Vidalcir Ortigara	<b>Dissertação</b> Universidade do Extremo Sul Catarinense	Criciúma/SC	Educação/ 2010
4	MONTEIRO, M. A. <b>Discursos de professor(a)es e de livros didáticos de Física do ensino médio em abordagens sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea: algumas implicações educacionais.</b> Orientador: Roberto Nardi	<b>Tese</b> Universidade Estadual Paulista	Bauru/ SP	Educação/ 2010
5	MEGGIOLARO, G. P. <b>A abordagem da dualidade onda-partícula em livros didáticos de Física do ensino médio.</b> Orientadora: Cátia Maria Nehring	<b>Dissertação</b> Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul	Ijuí/RS	Educação/ 2012

(continua)

6	CAVALCANTE, A. B. S. <b>Energia Nuclear no ensino médio: uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012.</b> Orientadora: Maria Inês Martins	<b>Dissertação</b> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Belo Horizonte/ MG	Educação/ 2013
7	BERNARDO, F. L. <b>Análise praxeológica de tópicos de Física Moderna em livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático.</b> Orientador: Frederico Firmo de Souza Cruz	<b>Dissertação</b> Universidade Federal de Santa Catarina	Florianópolis/ SC	Educação/ 2015
8	MARTINS, V. R. <b>O ensino da Física Moderna nos livros didáticos do início do século XX.</b> Orientadora: Cristina Leite	<b>Dissertação</b> Universidade de São Paulo	São Paulo/ SP	Educação/ 2015

Fonte: elaborada pelos autores.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto de seleção e análise das produções acadêmicas brasileiras foram selecionados 8 (oito) produções que investigaram os conteúdos de FMC em livros didáticos de Física do Ensino Médio.

O Ensino de Física e os livros didáticos têm um papel fundamental na formação científica, social e cultural do aluno. Devido à capacidade de atingir um grande número de pessoas, surge a necessidade de constante preocupação e crítica em relação à qualidade dos conteúdos dos livros didáticos. Por isso, pesquisas como essas são importantes e necessárias para destacar as produções de pesquisadores brasileiros que apontam ou evidenciam onde os autores de livros didáticos podem melhorar a qualidade da abordagem dos conteúdos de FMC, para contribuir com a construção do pensamento crítico e reflexivo, por meio da apropriação dos conhecimentos pertinentes a Ciência e Tecnologia.

Com base na análise dos trabalhos, constatamos que as abordagens da FMC nos livros didáticos revelam uma desarticulação entre o que sugerem as pesquisas e os documentos oficiais que norteiam a Educação brasileira e o entendimento dos autores e editores de livros didáticos.

Destacamos a pesquisa de Monteiro (2010) que investigou as abordagens de oito livros didáticos referentes aos anos de 2000, 2003, 2005, 2006 e 2007. O texto evidencia que as abordagens sobre FMC encontram-se no final da programação, após as abordagens sobre a Física Clássica, quase não apresentam conteúdos relacionados à FMC. Essa quase ausência de conteúdos de FMC distancia a possibilidade das aplicações tecnológicas serem contempladas na Educação Básica, como sugerem os documentos oficiais que norteiam a Educação brasileira.

De forma semelhante o trabalho de Garcia (2009) evidencia a limitação da abordagem da FMC. Garcia (2009) analisou as organizações temáticas apresentadas em livros didáticos dos anos 1995, 2002, 2003 e 2005, assim como em propostas e discussões de professores e pesquisadores da área de Ensino

de Física. Como instrumento de análise utilizou categorias da inserção da FMC, com ênfase em três aspectos, dimensão científica, tecnológica e social. Os resultados da análise sinalizam que os livros didáticos voltados para o Ensino Médio não trazem conhecimentos sobre FMC suficientes para completar os objetivos desejados. Em vista deste resultado, ressaltamos que os indicativos sugeridos pelas pesquisas na área de Ensino de Física e pelos documentos oficiais que norteiam a Educação brasileira é que os livros didáticos favoreçam as discussões sobre as problemáticas socioambientais, as relações entre a Ciência e Tecnologia e suas implicações presentes no cotidiano para a reconstrução de um novo olhar sobre a realidade vivenciada em sociedade.

A discussão sobre a limitação de conteúdos de FMC se estende na pesquisa de Martins (2015) que analisou cinco livros didáticos do início do século XX, a fim de estudar a inserção desses conteúdos nos livros didáticos. Ressaltou a ausência de conteúdos mais acadêmicos, por exemplo, a radiação do corpo negro e a quantização de energia, temas contemporâneos à época que deveriam fazer parte do *role* de conteúdos da FMC. No entanto, apesar da limitação de temas contemporâneos à época, os livros evidenciaram a relação entre a Física e Tecnologia dando significância para as aplicações tecnológicas. O texto de Martins (2015) deixou claro que há um predomínio de conteúdos de Física Moderna mais técnicos, fortemente relacionados às aplicações tecnológicas da época.

Em relação à atualização Curricular e a formação científica e tecnológica dos alunos os PCNEM (BRASIL, 2000) em suas orientações ratificam a importância dos alunos conhecerem as aplicações e implicações dos desenvolvimentos advindos da Ciência na evolução tecnológica e social. O documento requer novas orientações metodológicas e teóricas para o Ensino de Física, onde novas competências e habilidades deverão ser desenvolvidas visando uma compreensão das implicações da Ciência e Tecnologia nos modos de produção social.

Para isso, é necessário que os livros didáticos não simplifiquem os conteúdos relacionados à FMC, pois compromete o entendimento das questões pertinentes a Ciência e Tecnologia e impede que o aluno compreenda a Ciência como uma construção humana que se desenvolve ao longo dos anos.

A forma como a FMC é apresentada nos livros didáticos deve ser levada em considerações, pois os livros devem permitir que aluno compreenda as rupturas ocasionadas pelas teorias advindas da FMC, as transformações tecnológicas proporcionadas por elas e as questões éticas envolvidas no uso desses conhecimentos. Essa perspectiva de investigação levou Domingui (2010) analisar seis livros didáticos de Física do ensino médio aprovado no PNLEM em 2008. Domingui (2010) constatou em sua análise que há diferença entre o tratamento dado a FMC em cada obra. Todos os livros apresentam a FMC, sejam em forma de capítulos, unidades, textos complementares ou atividades, mas isso reflete pensamentos diferentes dos autores. Alguns autores de livros didáticos compreendem que os conteúdos de FMC são

apenas complementares a formação do aluno. Com isso, a forma com que os autores abordam em suas obras esse conhecimento é diferente.

Interpretamos que a constatação de Domingui (2010) é um aspecto que precisa ser revisto, pois as recomendações dos pesquisadores e das políticas públicas brasileiras em relação à abordagem dos conteúdos de FMC articulados com as aplicações tecnológicas, os preceitos éticos e culturais não estão sendo abordados nos livros didáticos de Física de forma que contribua com a formação científica e tecnológica do aluno. Com isso, este material didático tão valorizado no contexto educacional brasileiro, para o qual tem sido destinada uma crescente quantia de recursos públicos, continuará na contramão da história moderna.

Na intenção de reconhecer as lacunas para planejar e viabilizar recursos e metodologias didáticas que favoreçam a aquisição de conhecimentos e informações potencialmente viáveis para educação em Física. Bernardo (2015) investigou os discursos e as tarefas/ exercícios referentes à teoria quântica presentes em cinco livros de Física do Ensino Médio aprovados no PNLD para o período 2012 a 2014. Investigou de que maneira estes utilizam seus recursos para propor o ensino e a aprendizagem deste conteúdo. Como aporte teórico e metodológico utilizou a Teoria Antropológica da Didática de Ives Chevallard para inferir sobre o saber a ser ensinado. Bernardo (2015) concluiu que há algumas divergências frente ao que se apresenta nos livros didáticos e as perspectivas defendidas nos documentos oficiais, bem como na literatura referente ao conhecimento da Física Moderna. A maioria dos tópicos e tarefas/ exercícios não requer reflexão sobre o conceito, fenômenos, modelos e experimentos. As atividades são mecanizadas e não contribuem para uma postura crítica e reflexiva do aluno. Os tópicos de Física Moderna identificado pelo autor são a radiação térmica, o efeito fotoelétrico, o modelo atômico, a dualidade onda-partícula e o princípio da incerteza.

Com a análise de Bernardo (2015) constatamos que os livros didáticos de Física ainda perpetuam atividades descontextualizadas e focadas na mecanização de fórmulas algébricas. Fica evidenciado a necessidade de práticas metodológicas planejadas e recursos didáticos que estabeleçam relações entre os conceitos físicos e o cotidiano dos alunos, proporcionando com isso, meios que possibilitam a leitura e compreensão do mundo moderno, tão aspirada para a formação do indivíduo social.

Atualmente, a Física Nuclear é uma das ramificações da Física que vem recebendo grande interesse no contexto educacional. Os fatos históricos do século XIX e XX trouxeram grandes impactos na vida do ser humano, como por exemplo: a descoberta da radiação proveniente do núcleo atômico e de novos elementos radioativos, as aplicabilidades dos estudos da Física Nuclear na indústria, medicina, agricultura e na produção de energia. Por isso, é imprescindível que o aluno do Ensino Médio conheça o assunto e desconstrua a ideia de que a Energia Nuclear é um fenômeno distante do seu cotidiano. Nessa perspectiva, Cavalcante (2013) analisou a temática energia nuclear apresentada nos livros didáticos do Ensino Médio

selecionados pelos programas governamentais PNLEM em 2007 e PNLD em 2012. Os pressupostos referenciais de análise são os documentos oficiais que norteiam a educação e os Referenciais Curriculares do Ensino Médio do Estado do Maranhão. Foram analisados os textos, as atividades, as ilustrações e o manual do professor, bem como o questionário aplicado com dez professores de Física da rede estadual da cidade de Imperatriz/MA. Cavalcante (2013) traçou um comparativo entre os livros dos dois programas para demonstrar os possíveis avanços nesse material, além de pontuar as lacunas neles existentes. Concluiu os livros tratam o assunto de forma diferenciada, ou seja, há obras que destinam um capítulo para a temática em estudo, sendo esta tratada com certo aprofundamento. Outras trazem somente um pequeno texto em forma de nota e, em algumas, o conteúdo não foi contemplado. Boa parte dos livros didáticos recomendados pelos dois programas apresenta o conteúdo Energia Nuclear e que no lapso temporal de um programa para o outro houve um avanço na apresentação do conteúdo, nas atividades propostas, nas ilustrações e ainda no manual do professor.

Ressaltamos que os PCNEM (BRASIL, 2000) indicam para o Ensino Médio a inserção de conhecimentos relacionados à Física Nuclear, visando oferecer recursos para que o indivíduo em quanto cidadão atuante possa criar uma postura crítica em que compreenda melhor o mundo e assim, fazer parte da sociedade que está inserido. Outro documento legal que reporta a inserção dessa temática no Ensino Médio é BNCC (BRASIL, 2016), além de pesquisadores brasileiros, como Ostermann e Moreira (2000) e Machado e Nardi (2007). Portanto, é um tema importante que precisa ganhar uma atenção na sua abordagem.

Na perspectiva de mostrar aos alunos que as Ciências não existem de maneira segmentada, mas sim de forma única, surge à pesquisa de Simões (2008) que buscou identificar a presença de elementos de Astronomia em seis coleções aprovadas no PNLEM em 2006 e mais duas que não constam na indicação desse programa. A Astronomia é multidisciplinar, envolve a História, Geografia, Filosofia, Química, Matemática e Física. O estudo da Astronomia engloba muitas aparências do Universo, sendo impossível esgotar suas possibilidades dentro das componentes curriculares, principalmente da Física. Simões (2008) analisou como são os elementos de Astronomia verificando a viabilidade de sua utilização pelo professor para explorar conceitos desta Ciência em sala de aula. Concluiu que todos os livros didáticos contêm elementos de Astronomia, no entanto, não são empregados com o objetivo de evidenciá-la, mas como forma de contextualizar ou exemplificar aplicações dos modelos físicos abordados nestes livros. Os elementos se encontram fora das unidades ou capítulos que tratam da gravitação universal. Verificou ainda que o número desses elementos é bem expressivo e, em sua maioria, apresentados em forma de gravuras, fotos e texto.

Destacamos que a Astronomia é um campo da Ciência muito importante e vem ganhando destaque através de notícias que ocorrem principalmente nos noticiários de rádio e televisão, ou por

revistas especializadas em divulgação científica como *Scientific American*, *Gallileu*, *Universo*. Por isso, é necessário criar condições para que se processe o ensino e aprendizagem de Astronomia no Ensino Médio, seria um grande passo para frutificar esse campo. Por mais que a BNCC (BRASIL, 2016) contemple os conceitos elementares da Astronomia, faz-se necessário que se amplie o debate acerca desse tema nos livros didáticos. A maioria dos livros didáticos de Física não traz de forma coerente o conhecimento a respeito da Astronomia como, surgimento e fatos históricos, alguns nem trazem informações a respeito da Astronomia como Ciência.

Outro estudo da FMC que corresponde a Física Quântica é o conteúdo da dualidade onda-partícula. Este conteúdo foi o foco da pesquisa de Meggiolaro (2012) que analisou três coleções de livros didáticos aprovados no PNLEM para o período de 2009 - 2011, com o objetivo de verificar de que forma a dualidade onda-partícula é apresentada nessas coleções. Meggiolaro (2012) constatou que, dentre as três coleções analisadas, duas apresentavam a teoria da dualidade onda-partícula, destacando os conceitos de onda, elétron, fóton, frequência, luz, onda, onda eletromagnética, partícula, perturbação; propagação, movimento, radiação e velocidade. Dessa forma, os livros didáticos apresentavam a teoria da dualidade onda-partícula como sendo um novo conceito, e mais: as discussões nos livros são sobre as concepções da luz em relação ao caráter corpuscular e ondulatório. No entanto, na parte da natureza dual, aparece sendo algo novo, fragmentado, não representa um entendimento sobre o mundo em que estamos inseridos. Assim, priorizando as discussões da Física Clássica, ou seja: o modelo ondulatório da luz.

Em relação à pesquisa de Meggiolaro (2012) entendemos que os livros didáticos não apresentam com clareza o conceito da teoria dual da luz, dessa forma, o professor deve intervir na explicação, propiciando ao aluno uma compreensão através da diferença de fenômenos que caracterizam a luz como onda e partícula. O livro didático possui papel fundamental na preparação das aulas por parte do professor e auxilia o aluno durante as aulas e no desenvolvimento de suas atividades na escola e em casa. Por isso, é necessário discutir a qualidade da abordagem dos livros didáticos, pois é um importante elemento para a transmissão do conhecimento e direciona o aluno para a busca de novos conhecimentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação nas produções acadêmicas dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* do Brasil, os quais trataram de analisar os conteúdos de FMC presentes nos livros didáticos de Física do ensino médio, permitiu traçar um panorama de como têm sido desenvolvidos os trabalhos nessa temática de pesquisa e quais encaminhamentos os autores de livros didáticos atribuem a FMC. As 8 (oito) produções disponibilizadas no portal da CAPES mostram que existe uma preocupação, ainda que restrita, por parte

de pesquisadores e estudiosos, sobre a FMC no Ensino Médio e, em particular, nos livros didáticos que orientam a prática do professor em sala de aula.

A FMC contribui significativamente para a formação adequada do aluno, como ratificado nos documentos oficiais que norteiam a Educação no Brasil, sendo crucial no âmbito científico, tecnológico, cultural e social.

Os resultados apresentados permitem expressar considerações sobre os desafios de inserir as orientações dos documentos oficiais e das pesquisas da área de Ensino de Física sobre a FMC nos ambientes de sala de aula e dos livros didáticos, visto que os livros didáticos analisados pelas produções acadêmicas, não seguem suas recomendações. Por isso, é importante que mais pesquisadores se dediquem em investigar os conteúdos de FMC nos livros didáticos, pois vivemos em um mundo pós-moderno em que as tecnologias estão cada vez mais presentes na sociedade interferindo no âmbito social dos alunos, por isso faz-se necessário que os alunos conheçam os fundamentos físicos destas tecnologias para atuarem com consciência na sociedade.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, Antônio Augusto Gomes. **Um objeto variável: textos, impressos e livros didáticos**. 1 ed. Campinas, São Paulo: Associação de Leitura do Brasil: apoio FAPESP, 2009. 640 p. In: ABREU, Marcia (org) - Leitura, história e história e leitura. ISBN: 85-85725-52-4.

BERNARDO, Fernando Lázaro. **Análise praxeológica de tópicos de Física Moderna em livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 234 f, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- PCNEM**, bases legais. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Projeto de avaliação dos livros didáticos da 1ª à 4ª série**. v. 2. Brasília: MEC, 2003. 275p.

BRASIL. Ministério de Educação (MEC). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias- PCN+**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- DCNEM**. Brasília, DF, 2013, p. 145-191.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Banco de teses: Mestrado/Doutorado**. 2016.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. **Livro didático e saber escolar (1810-1910)**. Belo Horizonte:

Autêntica, 2008. 239 p. ISBN 978-85-7526-358-7.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10(3), p. 387-404, 2005.

CAMARGO, Antônio José. **A introdução de Física Moderna no segundo grau: obstáculos e possibilidades**. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996, 180 f.

CARVALHO, Cristiano. **A história da indução eletromagnética contada em livros didáticos de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007, 143 f.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. O ensino de uma nova Física e o exercício da cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p. 550-551, 1999.

CAVALCANTE, Anderson Brasil Silva. **Energia Nuclear no ensino médio: uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 235 f, 2013.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549-566, São Paulo, 2004.

DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Teresinha Werner; SILVA, Júpiter Cirilo da. Análise da abordagem de Física Nuclear nos livros didáticos de Física. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, 2017. ISSN 2238-2380.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. Editora: Cortez. São Paulo, 2002.

DOMINGUINI, Lucas; MAXIMIANO, Joelma Rzatki; CARDOSO, Leonel. Novas Abordagens do Conteúdo de Física Moderna no Ensino Médio Público do Brasil. **IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, 2012.

DOMINGUINI, Lucas. Questões históricas da evolução da Física Moderna nos livros didáticos de Física do PNLEM. **Vidya**, v. 31, n. 2, p. 11-26, 2011.

DOMINGUINI, Lucas. **O conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM**. Dissertação (Mestrado em Educação), Criciúma, 162 f, 2010.

FARIA, Ana Lúcia Goulart de. **Ideologia no Livro Didático**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1984.

RODRIGUES FILHO, Otavio; PORTELA, Caroline Dorada Pereira. O livro didático de Física na formação e na prática profissional do professor. **XII Congresso Nacional de Educação**, Curitiba/PR, 2015. ISSN 2176-1396.

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

FERREIRA, Rodrigo Medeiros. **Física Moderna: divulgação e acessibilidade no ensino médio através das histórias em quadrinhos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas Maceió, 2013. 83 f.

FERREIRA, Rodrigo Medeiros. **A importância da Inserção da Física Moderna no ensino médio alagoano**.

TCC- Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, 2008, 39 f.

FIGUEIREDO, Gustavo de Alencar; SILVA, José Antônio Novaes da. A presença de imagens no livro didático de Física do ensino médio. Uma análise do discurso a partir das relações de gênero e de “raça”. **IV Simpósio Nacional de Linguagens e Gêneros textuais**. Campina Grande/PB, 2017.

FREITAG, Barbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderly Ferreira. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília: Inep, 1987.

GARCIA, Ligia Valente de Sá. **A Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: caminhos para sala de aula**. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade de São Paulo, 219 f, 2009.

GARCIA, Nilson Marcos Dias. A Física que gostaríamos de ter estudado na escola de nossos sonhos. **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.

GARCIA, Nilson Marcos Dias. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 145-163, abr./jun. 2012.

GERALDI, Corinta Maria Grisolia. **A produção do ensino e pesquisa na educação: estudo sobre o trabalho docente no curso de pedagogia**. 1993. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

GROCH, Tony Marcio; BEZERRA JÚNIOR, Arandi Ginani. O ensino de relatividade restrita e geral nos livros didáticos do PNLEM. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Vitória/ES, 2009.

IMMICH, Vanessa; TERRAZZAN, Eduardo A.; MASCIMENTO, Tiago B. Caracterização de “Problemas” de Física Moderna em Livros Didáticos de Física. **XVI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 17, Rio de Janeiro/RJ, 2005.

LIMA, Nathan Willing; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 435-459, 2017.

LEMARQUE, Tatiele; TERRAZZAN, Eduardo A. Física Moderna nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Espírito Santo, 2009.

LEONEL, André Ary; SOUZA, Carlos Alberto. 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.

LOPES, Alice Casimiro. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007

MACHADO, Daniel Ira; NARDI, Roberto. Construção de conceitos de Física Moderna e sobre a natureza da Ciência com o suporte da hiperídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006. ISSN 1806-1117.

MARTINS, Valéria Rosa. **O ensino da Física Moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 90 f, 2015.

MAXIMIANO, Joelma Rzatki; CARDOSO, Leonel; DOMINGUINI, Lucas. Física Moderna nos livros didáticos: um contraponto entre o PNLEM 2009 e o PNLD 2012. **Vidya**, v. 33, p. 97-115, 2013.

MEDEIROS, Alexandre; MONTEIRO, Maria Amélia. A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da

teoria copernicana nos livros didáticos de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 28-50, 2002.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v. 9, n.2, p. 147-157, 2003.

MEGGIOLARO, Graciela Paz. **A abordagem da dualidade onda-partícula em livros didáticos de Física do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 198 f, 2012.

MENEZES, Luis Carlos de; HOSOUIME, Yassuko. Para lidar com o mundo real, a Física escolar precisa ser Quântica. **XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Belo Horizonte/MG, p. 282-287, 1997.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. As abordagens dos livros didáticos acerca da Física Moderna e Contemporânea: algumas marcas da natureza da Ciência. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

MONTEIRO JÚNIOR, Francisco Nairon; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco. O ensino de acústica nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre a Física e o mundo do som e da música. **HOLOS**, v. 1, ano 27, p. 137-153, 2011.

MONTEIRO, Maria Amélia. **Discursos de professores e de livros didáticos de Física do ensino médio em abordagens sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea: algumas implicações educacionais**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista. Bauru, São Paulo, 440 f, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Revista Estudos Avançados**, vol. 32, n. 94, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0006.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Física Contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v.3, n. 18, p. 391- 404, 2000 b.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Florianópolis, 2000 a.

PAULO, Iramaia J. C. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de Física Moderna no ensino de nível médio**. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 1997.

PEREZ, José Rafael Boesso; CALUZI, João José.  **$E = MC^2$  Ensino Médio e divulgação da Física Moderna**. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Jaboticatubas, MG, 2004.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiato; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Revista Ciência e Educação**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINTO, A Custódio; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio?. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

REIS, Wendel Farjado; MARTINS, Maria Inês. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 462-476, 2016.

SILVA, Hudson Batista. **Uma abordagem sobre Física das partículas para alunos do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Amazonas, 2016, 77 f.

SILVA, Rafael Moreira. **Textos didáticos: crítica e expectativa.** São Paulo: Alínea, 2000.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 141-159, 2008.

SIMÕES, Cleonir Coelho. **Elementos de astronomia nos livros didático de Física.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 144 f, 2008.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1994. São Paulo: FEUSP, 241p.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Inserção da Física Moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 209--214, 1992.

VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysson Magalhães. Ensinando Física Moderna do Segundo Grau: Efeito Fotoelétrico, Laser e Emissão de Corpo Negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n.2, 1998.

VALENTE, Lígia. **A Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: caminhos para sala de aula.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, 219 f, 2009.

VIANA, Davidson Rezende; CORRÊA FILHO, João Antônio. Uma análise de applets de Física Moderna e Contemporânea para o ensino médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.** Londrina: SBF, 2006.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1998.