



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
GRADUAÇÃO EM FÍSICA

MÔNICA BELÉM RODRIGUES

**UMA ANÁLISE DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO
MÉDIO: MARCO HISTÓRICO, DIRETRIZES NORMATIVAS E A PERSPECTIVA
PRÁTICA**

FORTALEZA

2023

MÔNICA BELÉM RODRIGUES

UMA ANÁLISE DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO
MÉDIO: MARCO HISTÓRICO, DIRETRIZES NORMATIVAS E A PERSPECTIVA
PRÁTICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação Universidade Federal
do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

- R614a Rodrigues, Mônica Belém.
Uma análise da física moderna e contemporânea no ensino médio: marco histórico, diretrizes normativas e perspectiva prática. / Mônica Belém Rodrigues. –2023.
50 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis.
1. Física Moderna. 2. Ensino Médio. 3. Física Contemporânea . 4. Enem. I. Título.
CDD 530
-

MÔNICA BELÉM RODRIGUES

UMA ANÁLISE DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO
MÉDIO: MARCO HISTÓRICO, DIRETRIZES NORMATIVAS E A PERSPECTIVA
PRÁTICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Física do Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Física.

Aprovada em: 08/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Saulo Davi Soares e Reis (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Rafael de Lima Peixoto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe, Sandra Mara, e à minha irmã,
Marcella Belém, por todo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à minha espiritualidade por sempre me guiar.

À minha mãe Sandra Mara e à minha irmã Marcella Belém, por todo apoio incondicional, por me fortalecerem e sempre acreditarem em mim e nos meus sonhos. Sem elas eu nada seria.

À minha amada companheira Leticia Cardozo, por estar ao meu lado com tanto amor e cuidado. Por sempre acreditar nos meus sonhos e me apoiar tanto nessa jornada. Obrigada por tantos anos de parceria e amor.

Ao professor Dr. Saulo Davi Soares e Reis por me dar a oportunidade de assistir suas aulas incríveis e me orientar neste trabalho. Agradeço por todo seu empenho e dedicação, por todo respeito que demonstra aos seus alunos. Muito obrigada pela sua paciência, por acreditar no meu esforço e capacidade como aluna.

A todos os outros professores do departamento de Física que fizeram parte da minha formação e a todos os outros funcionários que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação.

Ao professor William Valentim, por acreditar na educação e ser uma fonte de inspiração não só como professor, mas principalmente como ser humano, por toda empatia e respeito que demonstra. Muito obrigada pelos conselhos e por me dar tanto ânimo e estímulo diante das dificuldades enfrentadas nesta profissão, o ser professor.

À CAPES por me permitir a oportunidade de participar dos programas de Iniciação Acadêmica e Residência Pedagógica. Por fornecer apoio financeiro, sem o qual minha permanência na universidade seria difícil.

Aos amigos e colegas que conheci durante o curso, que contribuíram para essa jornada e me deram oportunidade de amadurecer como ser humano. Em especial agradeço ao Nathanael, ao Anderson, ao Rafael Peixoto e ao Rubens, que sempre me escutaram e aconselharam à sua maneira.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar a física moderna e contemporânea no ensino médio, compreendendo o marco histórico, as diretrizes normativas e a perspectiva prática. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivos específicos: a) abordar o marco histórico do ensino da Física no Brasil, abordando os principais instrumentos normativos que norteiam o ensino da física e a evolução até a realidade atual; b) compreender o estudo da física moderna e contemporânea no ensino médio, apresentando o papel dos PCN como norteadores deste ensino; c) explorar questões do ENEM sobre física moderna cobradas entre 2012 a 2022. A metodologia utilizada na pesquisa é de abordagem ao problema qualitativa, bibliográfica e documental, com utilização de resultados teóricos e objetivo descritivo. Faz-se uma análise a partir da comparação de elementos teóricos com dados práticos abordados em gráficos. Em síntese, a análise abrangente da evolução do ensino de Física no Brasil, desde o final do século XIX até os desafios contemporâneos, destaca a importância histórica do Colégio de Pedro II e a criação da SBPC no impulsionamento da ciência escolar. A avaliação dos instrumentos normativos, como a LDB e a BNCC, ressalta a complexidade do cenário educacional brasileiro e a busca por melhorias. O exame do PNLD evidencia a necessidade de atualização nos livros didáticos, especialmente em relação à Física Moderna e Contemporânea. A pesquisa sobre as representações sociais dos professores e a crítica ao ENEM revelam lacunas na abordagem de temas essenciais, como FMC, nas avaliações nacionais. Diante dessas considerações, reforça-se a urgência de reformulações no ensino de Física, com ênfase na superação de desafios, na valorização dos docentes e na preparação dos alunos para os cenários contemporâneos, visando uma educação mais alinhada às demandas da sociedade atual.

Palavras-chave: Física moderna e contemporânea; marco histórico; diretrizes normativas; física no ensino médio; questões do enem.

ABSTRACT

This research's main objective is to analyze modern and contemporary physics in high school, understanding the historical framework, normative guidelines and practical perspective. In this sense, this research has the following specific objectives: a) address the historical milestone of Physics teaching in Brazil, addressing the main normative instruments that guide the teaching of Physics and its evolution to the current reality; b) understand the study of modern and contemporary physics in high school, presenting the role of the PCN as a guide for this teaching; c) explore ENEM questions on modern physics asked between 2012 and 2022. The methodology used in the research is a qualitative, bibliographic and documentary approach to the problem, using theoretical results and a descriptive objective. An analysis is carried out by comparing theoretical elements with practical data presented in graphs. In summary, the comprehensive analysis of the evolution of Physics teaching in Brazil, from the end of the 19th century to contemporary challenges, highlights the historical importance of Colégio de Pedro II and the creation of SBPC in promoting school science. The evaluation of normative instruments, such as the LDB and BNCC, highlights the complexity of the Brazilian educational scenario and the search for improvements. The PNLD exam highlights the need to update textbooks, especially in relation to Modern and Contemporary Physics. Research on teachers' social representations and criticism of ENEM reveal gaps in the approach to essential themes, such as FMC, in national assessments. Given these considerations, the urgency for reformulations in Physics teaching is reinforced, with an emphasis on overcoming challenges, valuing teachers and preparing students for contemporary scenarios, aiming for an education that is more aligned with the demands of today's society.

Keywords: Modern and contemporary physics; historic mark; normative guidelines; physics in high school; enem questions.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MARCOS HISTÓRICOS DO ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL	11
2.1 Principais instrumentos normativos que norteiam o ensino da física.....	12
2.2 Realidade atual do estudo da física.....	16
3 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO.....	19
3.1 PCN como norteadores da necessidade de FMC nas escolas do Brasil	19
3.2 Especificidades quanto a inclusão de FMC no ensino médio e os PCN+	21
3.3 O Novo Ensino Médio.....	23
3.4 A BNCC	24
4 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE FÍSICA MODERNA COBRADAS NO ENEM..	27
4.1 Análise das questões de Física Moderna no ENEM de 2012 a 2022	28
4.2 O livro didático de Física e a BNCC	42
4.3 Coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.....	43
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A trajetória da introdução da Física Moderna no ensino secundário brasileiro é um relato fascinante que atravessa distintas eras políticas e educacionais. Este estudo mergulha nas transformações ocorridas desde o período imperial, destacando o papel seminal do Colégio de Pedro II, que, mesmo em meio a mudanças legislativas que descentralizaram o sistema educacional, permaneceu como uma exceção sob controle direto da Coroa. Ao manter um currículo clássico e humanista, o Colégio de Pedro II foi não apenas uma instituição de elite, mas também uma referência oficial até meados do século XX.

A virada para a República testemunhou a transição do Colégio de Pedro II para o Instituto Nacional de Instrução Secundária, acompanhada de uma reorganização curricular em 1890. Este estudo destaca esse período e concentra-se na evolução do ensino de Física, abrangendo desde o final do século XIX até a década de 1950. O epicentro dessa análise são as revoluções científicas desencadeadas por descobertas como os Raios-X, a Radioatividade e o Elétron, marcando o advento da Física Moderna.

Nesse sentido, é importante percorrer o caminho da transição para a Física Contemporânea após a Segunda Guerra Mundial, enfatizando a influência da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Em seguida, faz-se necessário abordar a constituição da Física Moderna e Contemporânea, destacando a importância crucial do Livro Didático de Física como ferramenta essencial na formação de indivíduos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados.

Nesse sentido, a história avança posteriormente para os instrumentos normativos que orientam o ensino de Física no Brasil contemporâneo, desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional até o Programa Nacional do Livro Didático. Esses documentos, que incluem leis, planos nacionais de educação e diretrizes curriculares, delineiam o cenário educacional atual, sublinhando a importância da equidade, qualidade e preparação para a cidadania.

Ao examinar como esses instrumentos normativos influenciam o ensino de Física, o estudo destaca a ênfase na avaliação do rendimento escolar, a integração entre teoria e prática no Ensino Médio e a busca por promover uma educação humanística, científica, cultural e tecnológica.

A inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea enfrenta desafios, mas é crucial para uma formação científica sólida. Neste contexto, o estudo aborda a relevância dos Parâmetros Curriculares Nacionais e do Programa Nacional do Livro Didático na

implementação dessas orientações. A seleção criteriosa de livros didáticos é destacada como um elemento vital para aprimorar a qualidade da educação no Brasil.

Os documentos oficiais reiteram a necessidade de preparar os indivíduos para o pleno exercício da cidadania, reconhecendo a importância de estratégias educacionais que atendam às demandas da sociedade contemporânea. Este estudo visa lançar luz sobre o intrincado panorama da introdução da Física Moderna no ensino secundário brasileiro, proporcionando uma compreensão aprofundada das influências históricas e normativas que moldam a educação científica no país.

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivos: a) abordar o marco histórico do ensino da Física no Brasil, abordando os principais instrumentos normativos que norteiam o ensino da física e a evolução até a realidade atual; b) compreender o estudo da física moderna e contemporânea no ensino médio, apresentando o papel da PCN como norteadora deste ensino; c) explorar questões do ENEM sobre física moderna cobradas entre 2012 a 2022.

Diante disso, este estudo inicia explorando marcos históricos da física no Brasil, desde o início do ensino secundário até a realidade atual. Em seguida, a pesquisa explora a física moderna e contemporânea no contexto do ensino médio. E, por fim, a pesquisa analisa as questões sobre física presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por meio de análise de gráficos, apontando percentuais e breves comentários sobre o tema.

A metodologia utilizada na pesquisa é de abordagem ao problema qualitativa, bibliográfica e documental, com utilização de resultados teóricos e objetivo descritivo. Faz-se uma análise a partir da comparação de elementos teóricos com dados práticos abordados em gráficos.

2 MARCOS HISTÓRICOS DO ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL

A introdução da Física Moderna no ensino secundário no Brasil teve início no final do século XIX e estendeu-se até a primeira metade do século XX. O Colégio de Pedro II, notável por sua concepção durante o Período Regencial (1831-1840), desempenhou um papel destacado nesse contexto. Esse período histórico foi caracterizado por diversas revoltas regionais, como a Cabanagem no Pará (1835-1840), a Guerra dos Farrapos no Rio Grande do Sul (1835-1845), a Sabinada na Bahia (1837-1838) e a Balaiada no Maranhão (1838-1841) (Melo, 2015).

Concomitantemente às instabilidades políticas, surgiu a necessidade de desenvolver instituições para a instrução pública no país, como resposta à Lei de 15 de outubro de 1827. Essa legislação, originada durante o Império, demandava a criação de escolas de Primeiras Letras em centros urbanos, visando superar a escassez de profissionais qualificados no ensino elementar, que, até então, era predominantemente conduzido por particulares, carecendo de estrutura adequada e docentes qualificados (Aranha, 2006).

A Lei de nº 16, de 12 de agosto de 1834, introduziu mudanças significativas na expansão da instrução pública, descentralizando o ensino e atribuindo à Coroa a responsabilidade pelo Ensino Superior, enquanto as províncias assumiram o encargo de legislar e financiar tanto o ensino elementar quanto o secundário. O Colégio de Pedro II, no entanto, foi uma exceção, sendo controlado pela Coroa, convertendo o antigo Seminário de São Joaquim em uma instituição de instrução secundária (Brasil, 1837; 1953; Côrbo; Cardoso, 2012).

O Colégio de Pedro II, criado pelo Decreto de 2 de dezembro de 1837, teve um papel fundamental no cenário educacional brasileiro. Inicialmente concebido para educar a elite intelectual da corte, o colégio tornou-se o primeiro estabelecimento de instrução secundária do Brasil, mantendo-se como referência oficial até a década de 1950. O currículo clássico e humanista, que incluía disciplinas como línguas clássicas, retórica e diversas ciências, moldou o ensino durante essa época (Brasil, 1837).

Ao longo do período de 1838 a 1900, foram identificados 10 decretos que impactaram o currículo dos estabelecimentos de ensino primário e secundário, majoritariamente influenciados pelo sistema educacional do Colégio de Pedro II (Marinho; Inneco, 1938). O primeiro Plano e Programa de ensino, datado de 1850 e seguindo o modelo francês, foi mantido ao longo do século XIX. O livro de Adolphe Ganot, "*Traité élémentaire de physique*", foi recomendado nos programas de ensino em diferentes anos letivos, destacando a influência internacional nas diretrizes educacionais (Brasil, 1837; 1850).

Com a transição do império para a república, o Colégio de Pedro II passou a ser denominado Instituto Nacional de Instrução Secundária, conforme estabelecido pelo decreto nº 9 de 21 de novembro de 1889. O decreto nº 1.075, de 22 de novembro de 1890, trouxe uma nova organização curricular, especificando a instrução primária e secundária no Distrito Federal, então localizado no Rio de Janeiro. O Gymnasio Nacional foi designado para ministrar a instrução secundária em um curso integral de sete anos (BRASIL, 1890).

A partir de então, a análise se volta para a introdução da Física Moderna no ensino secundário, que se estende do final do século XIX até a década de 1950. A revolução científica desencadeada pelas descobertas dos Raios-X por Röntgen (1895), da Radioatividade (1896) e do Elétron (1897) marcou o início da Física Moderna, considerando todo o conhecimento anterior a essas descobertas como pertencente à Física Clássica. A Física Contemporânea, por sua vez, teve seu início após a Segunda Guerra Mundial, intensificando-se no Brasil com a criação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em 1948 (BRASIL, 1948).

A atuação da SBPC foi crucial para promover o desenvolvimento científico e tecnológico no país, buscando superar a lacuna entre os avanços científicos reais e a estagnação percebida na ciência escolar. Na próxima seção, exploraremos a constituição da Física Moderna e Contemporânea (FMC), destacando a importância do Livro Didático (LD) de Física como recurso essencial na formação de indivíduos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados.

2.1 Principais instrumentos normativos que norteiam o ensino da física

Este estudo inicia sua análise a partir dos principais instrumentos normativos que orientam o Ensino de Física, incluindo a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Leis de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional; a lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional da Educação (PNE) para o período de 2014 a 2024; as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB); os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM); as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEN); a recém-aprovada Base Nacional Comum Curricular (BNCC), além do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

É essencial ressaltar que a lei nº 9.394/96, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, atribui à União, em colaboração com Estados, Distrito Federal e Municípios, a responsabilidade de elaborar um Plano Nacional de Educação. No artigo 9º, a lei estabelece a necessidade de garantir o processo de avaliação do rendimento escolar nos Ensinos Fundamental, Médio e Superior, visando definir prioridades e aprimorar a qualidade do ensino.

O artigo 35º da mesma lei destaca finalidades para o Ensino Médio, incluindo a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos e a integração da teoria com a prática em cada disciplina.

A lei nº 13.005/2014, por sua vez, enfatiza a promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do país, indicando a necessidade de mecanismos eficientes para monitorar e avaliar a educação. Nesse contexto, estabelece metas e estratégias a serem alcançadas durante a vigência do Plano, incluindo a promoção da equidade e da qualidade na educação, o fortalecimento da gestão democrática, e a valorização dos profissionais da educação.

O presente estudo busca compreender a influência desses instrumentos normativos no Ensino de Física, considerando a orientação pedagógica e os objetivos estabelecidos por essas legislações, visando contribuir para a análise crítica do cenário educacional no Brasil.

[...] incentivar práticas pedagógicas com abordagens interdisciplinares estruturadas pela relação entre teoria e prática, por meio de currículos escolares que organizem, de maneira flexível e diversificada, conteúdos obrigatórios e eletivos articulados em dimensões como **ciência, trabalho**, linguagens, **tecnologia, cultura** e esporte, garantindo-se a aquisição de equipamentos e laboratórios, a **produção de material didático** específico, a formação continuada de professores e a articulação com instituições acadêmicas, esportivas e culturais (Brasil, 2014, grifo nosso).

O Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 prevê a implementação de um monitoramento contínuo e avaliações sistemáticas em todas as etapas e modalidades de ensino. Essas avaliações são conduzidas pelo Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB), pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Além disso, o PNE estabelece projeções para melhorar o desempenho dos alunos na educação básica nas avaliações do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), que serve como um referencial internacional.

O PISA, cujas avaliações ocorrem a cada três anos, abrange o conhecimento em Leitura, Matemática e Ciências. Em cada edição, é dada maior ênfase a uma dessas áreas do conhecimento. O objetivo principal do PISA é gerar indicadores que contribuam para a melhoria da qualidade da educação, avaliando em que medida as escolas estão preparando os jovens para desempenharem o papel de cidadãos na sociedade contemporânea (PISA, 2010; 2016).

O Brasil é o único país sul-americano que participa regularmente das avaliações do PISA desde o início de sua implementação. Na última avaliação realizada em maio de 2015, o Brasil obteve 401 pontos, um resultado significativamente inferior à média dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que foi de 493 pontos (PISA, 2016).

Desde 1997, buscando indicadores para a evolução da educação básica, diversos documentos normativos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, 2000 e 2000a, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) de 2002, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) de 2013 e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018, propõem novas perspectivas para a melhoria dos currículos, especialmente na área de Ciências. Essas perspectivas incluem o engajamento do estudante na responsabilidade social, a aplicação prática do conhecimento adquirido em diferentes contextos e mídias, e a formação crítica que permita a discussão aberta de questões científicas e tecnológicas.

Na área específica de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que engloba a disciplina de Física, espera-se que o ensino proporcione uma formação ética, promova a autonomia intelectual dos estudantes e os prepare para o mundo do trabalho, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cidadãs e a capacidade de aprendizado permanente, seja na continuidade dos estudos ou diretamente no ambiente profissional.

[...] o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma **cultura científica efetiva**, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que **o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico**, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas [...] essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (Brasil, 2000, p.22, grifo nosso).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCN+) propõem seis temas estruturadores a serem abordados ao longo do ensino médio na disciplina de Física: Movimentos: variações e conservações; Calor, ambiente e usos de energia; Som, imagem e informação; Equipamentos elétricos e telecomunicações; Matéria e radiação; Universo, terra e vida (BRASIL, 2002). Entre esses temas, "Matéria e Radiação" e "Universo, Terra e Vida" são considerados os mais indicados para trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

A FMC, embora diluída nos temas estruturadores, tem ganhado destaque no meio acadêmico do ensino médio, e pesquisadores indicam uma intensificação dessa inserção (Potenza; Kawamura, 2010; Domingiuni, 2010).

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um instrumento governamental fundamental para implementar as orientações curriculares, incluindo aquelas relacionadas à disciplina de Física. O livro didático, mesmo diante das transformações sociais e tecnológicas,

mantém uma função essencial no ambiente escolar, sendo muitas vezes o único material instrucional disponível para os alunos (Choppin, 2004; Mattos, 2016).

A preocupação com os livros didáticos remonta à década de 1930, com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL). Desde 1985, o PNLD fornece livros didáticos para escolas públicas de educação básica, inicialmente focado no ensino fundamental. A extensão para o ensino médio ocorreu em 2003, com a criação do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM).

O desafio é integrar o Ensino Médio à Educação Básica, tornando essa etapa uma preparação efetiva para a cidadania, a participação ativa na sociedade e a inserção no mercado de trabalho. A valorização do professor e seus saberes docentes torna-se crucial nesse processo, exigindo posturas reflexivas e pesquisadoras para promover o gosto pela pesquisa nos alunos (Almeida, 2011).

A inserção de tópicos de FMC no ensino médio enfrenta desafios, apesar das discussões sobre sua importância. Há mais de duas décadas, a compreensão dos conteúdos ministrados no ensino médio parece não ter evoluído substancialmente. No entanto, há razões convincentes para incluir a FMC no currículo, como despertar a curiosidade dos estudantes, familiarizá-los com ideias revolucionárias que transformaram a ciência no século XX e atrair jovens para carreiras científicas (Ostermann; Moreira, 2000).

A produção recente sobre o Ensino de FMC sugere um aumento de propostas didáticas testadas em sala de aula, envolvendo o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Pereira; Ostermann, 2009). Estratégias didáticas com TICs são consideradas fundamentais para que os estudantes compreendam os fundamentos da tecnologia contemporânea, habilidade essencial em um mundo altamente tecnológico e competitivo.

Portanto, a seleção criteriosa de livros didáticos, incentivando o uso de materiais de qualidade no ensino de Física, continua sendo um aspecto crucial para enfrentar os desafios e melhorar a qualidade da educação no Brasil.

Ao abordar essa questão, torna-se evidente que os documentos oficiais destacam de maneira clara a importância de preparar indivíduos para o exercício pleno da cidadania e para enfrentar os desafios de uma sociedade contemporânea.

2.2 Realidade atual do estudo da física

As sociedades contemporâneas estão cada vez mais dependentes das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). No entanto, os jovens brasileiros estão concluindo seus estudos sem uma formação científica e tecnológica eficiente, o que pode dificultar sua participação plena no exercício da cidadania. Essa situação é evidenciada nos resultados do PISA 2015, onde os estudantes brasileiros demonstram habilidades básicas em identificar fenômenos simples, mas muitos têm dificuldade em analisar, interpretar e tirar conclusões apropriadas.

É imperativo que as autoridades educacionais reconheçam essa dependência crescente e busquem renovar o processo de ensino-aprendizagem. O objetivo é proporcionar aos estudantes não apenas um domínio completo do conhecimento científico e tecnológico, mas, sim, uma compreensão suficiente do universo ao seu redor. Isso visa prepará-los para atuar reflexiva, crítica e participativamente em diferentes contextos, principalmente digitais.

No contexto da renovação educacional, destaca-se o papel eficaz do Livro Didático (LD) como instrumento de trabalho para professores e ferramenta de aprendizagem para os alunos. Considerado um dos recursos mais influentes na educação escolar, o LD muitas vezes representa o único material instrucional disponível para os alunos, desempenhando um papel crucial no processo educacional.

A formação voltada para o exercício da cidadania, organizada em eixos como trabalho, ciência, tecnologia e cultura, não pode prescindir de temas fundamentais, incluindo a Física Moderna e Contemporânea (FMC). É essencial que os livros didáticos utilizados em sala de aula abordem esses temas de maneira contextualizada, valorizando não apenas a dimensão empírica, mas também a histórica da ciência e da tecnologia. Isso beneficia tanto professores quanto alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Desde 2009, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem fornecido livros didáticos de física para as escolas públicas. No entanto, pesquisas indicam que esses livros ainda se baseiam em modelos tradicionais de ensino, transformando-se em um conjunto de informações sem uma abordagem formativa adequada.

No que diz respeito ao conteúdo de Física Moderna e Contemporânea, estudos indicam que, na primeira edição do PNLD, as coleções aprovadas apresentaram esse conteúdo de maneira meramente informativa, com poucas atividades formativas. Espera-se que os professores, ao escolherem os livros do PNLD, optem por materiais que abordem as ciências e

tecnologias de maneira crítica e consciente, visando a formação de cidadãos contemporâneos, atuantes e solidários, capazes de compreender, intervir e participar na realidade. O livro didático, como instrumento de construção de identidade, deve desempenhar seu papel documental, contribuindo para o desenvolvimento do espírito crítico do aluno.

Nesse contexto, a pesquisa das representações sociais, especialmente sobre a Física Moderna e Contemporânea, pode proporcionar uma compreensão mais aprofundada da realidade dos docentes no Brasil. Além disso, pode subsidiar investigações futuras visando à reformulação do Ensino da Física.

A discussão sobre o Ensino de Física no Brasil destaca desafios e aspectos relevantes que vão desde a formação docente até a escolha de materiais instrucionais e a busca pela melhoria na qualidade do ensino de ciências.

Na formação docente, há a necessidade de repensar criticamente o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação, exigindo uma postura reflexiva por parte dos professores. Além disso, destaca-se a existência de uma crise paradigmática nas diversas áreas do conhecimento humano, indicando a necessidade de mudanças de postura por parte dos docentes para enfrentar os desafios de um país em desenvolvimento.

No cenário internacional, o Brasil é reconhecido como o 9º país no ranking de pesquisa em Ensino de Física, evidenciando a relevância das pesquisas brasileiras nessa área. Contudo, pesquisas apontam para uma crise paradigmática em diversas áreas do conhecimento, exigindo uma revisão crítica do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação brasileira.

Os desafios no Ensino de Ciências no Brasil são ressaltados pelos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), indicando que o país ainda está aquém das médias internacionais. A necessidade de aprimorar o conhecimento e as habilidades em ciências dos estudantes é evidenciada.

O conceito de letramento científico, conforme definido pelo PISA, é alinhado com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância de integrar o conhecimento científico e tecnológico na formação dos estudantes.

A inclusão de tópicos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio é apontada como crucial para despertar a curiosidade dos estudantes e contextualizar a disciplina, superando a percepção de que a Física é difícil e sem sentido.

O livro didático mantém uma função crucial no ambiente escolar, sendo o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) um instrumento importante para garantir a qualidade dos materiais instrucionais. O desafio da permanência dos alunos no Ensino Médio está vinculado à necessidade de ressignificar a prática docente, sendo a escolha adequada de livros didáticos fundamental.

A pesquisa sobre as representações sociais dos professores em relação à FMC visa compreender a formação docente, a escolha didática e a inserção em um contexto que favoreça a formação cidadã dos estudantes.

Em síntese, a análise abrangente dos desafios e perspectivas no Ensino de Física no Brasil aborda aspectos cruciais para promover melhorias na qualidade do ensino de ciências, desde a formação docente até a escolha de materiais instrucionais.

3 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

A estrutura da educação no Brasil é delineada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/1996 (LDB), que estabelece a Educação Básica como composta pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio (EM). O EM, por sua vez, abrange o estudo da física, uma disciplina situada na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, visando consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral dos estudantes em continuidade ao Ensino Fundamental. Contudo, há uma discussão de longa data sobre a necessidade de incorporar temas da Física Moderna e Contemporânea (FMC) nesta etapa educacional.

A urgência da inclusão de temas que transcendem os tradicionais conteúdos de sala de aula é evidente, especialmente na Física, que muitas vezes omite os desenvolvimentos do século XX, abordando os temas de maneira enciclopédica. Para uma educação significativa, é necessário atualizar o avanço do conhecimento científico (Brasil, 1999, p. 209). Destaca-se a importância de introduzir a FMC nas escolas como uma forma de aproximar os alunos do mundo tecnológico e das pesquisas atuais em Física, incentivando a curiosidade e promovendo uma compreensão da linguagem científica, diferenciando-a da pseudociência.

Além da necessidade de afastar-se dos conteúdos tradicionais voltados para avaliações, destaca-se a falta de preparo adequado dos professores, que frequentemente encaram a abordagem da FMC como um desafio didático (Menezes, 2000, p. 7). Há ainda alguns professores que expressam a perspectiva de que a matemática envolvida na FMC dificulta a abordagem pedagógica (Zanetic, 2005). Outros alegam a limitação de tempo que é apontada como um obstáculo significativo para a introdução da FMC, especialmente quando professores enfrentam as dificuldades apresentadas pelos alunos no âmbito da Física Clássica, o que prejudica a progressão no conteúdo (Nadir, 2009). Diante desses obstáculos, Freire (2006) comenta que para professores formados em uma educação centrada na memorização e repetição, trazer conhecimentos que estimulem o pensamento crítico torna-se um desafio, uma vez que a conexão entre o conhecimento memorizado e as estruturas que exigem questionamento se torna uma tarefa muito difícil.

3.1 PCN como norteadores da necessidade de FMC nas escolas do Brasil

Além das diretrizes estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), o Ministério da Educação e Cultura (MEC) apresenta como referência para as escolas brasileiras os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Esses

parâmetros desempenham um papel fundamental na orientação dos currículos escolares, visando proporcionar uma educação de qualidade alinhada às demandas do país. No âmbito específico dos PCN de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, destaca-se a Física Moderna e Contemporânea como uma área essencial para a compreensão aprofundada dos fenômenos naturais e das tecnologias contemporâneas. Os PCN promovem uma abordagem integrada e contextualizada, incentivando a interdisciplinaridade e a aplicação prática do conhecimento, embora sua implementação não seja obrigatória em todas as escolas.

Os PCN representam um marco na evolução do ensino de ciências no país, refletindo a preocupação com a superação do modelo propedêutico, que historicamente carece de estímulo ao conhecimento efetivo. Essa preocupação perdura até os dias atuais. O documento propõe um sentido mais profundo ao aprendizado, sugerindo que o conhecimento adquirido deve ser aplicável na vida prática dos estudantes. Segundo os PCN, o Ensino Médio deve proporcionar aprendizados úteis à vida e ao trabalho, nos quais informações, conhecimento, competências, habilidades e valores se tornem instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou aprendizado contínuo. O documento evita tópicos cujos significados só possam ser compreendidos em etapas posteriores de escolaridade.

No contexto da Física Moderna e Contemporânea, os PCN delineiam habilidades e competências específicas a serem desenvolvidas pelos estudantes. Isso inclui a capacidade de analisar e interpretar modelos teóricos, compreender as implicações éticas e sociais das descobertas científicas, e utilizar tecnologias de informação e comunicação para pesquisa e comunicação de resultados. Essas diretrizes visam fornecer uma base sólida para que os alunos não apenas compreendam os conceitos presentes na Física Moderna, mas também reconheçam sua aplicação prática em contextos do mundo real.

Entretanto, as ideias progressistas dos PCN são acompanhadas por desafios e limitações. A implementação efetiva da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio muitas vezes esbarra em obstáculos como a falta de recursos didáticos especializados, a necessidade de capacitação docente e a adaptação de metodologias de ensino. Essas considerações destacam a importância de abordar questões práticas para garantir que as propostas inovadoras dos PCN se traduzam em benefícios tangíveis para a educação em Física no Brasil.

3.2 Especificidades quanto a inclusão de FMC no ensino médio e os PCN+

Como complemento aos PCN foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais Plus (PCN+), em 2002, que apresentaram avanços significativos quanto à atualização do ensino de Física. O documento reconheceu a importância de uma abordagem mais atualizada da Física, enfatizando a necessidade de “formar o aluno para compreender a ciência como atividade humana, historicamente situada e socialmente determinada” (Brasil, 2002, p. 23). Além disso, os PCN+ destacaram a importância de “trabalhar com temas contemporâneos, aproximando a escola da realidade social e cultural dos alunos” (Brasil, 2002, p. 23). Isso representou um avanço considerável na promoção de uma educação científica mais conectada com o contexto atual.

Os PCN estabeleceram bases importantes, reconhecendo a necessidade de atualização no ensino de Física, especialmente no que tange à FMC. No entanto, o tratamento era de certa forma amplo e não muito enfático quanto às abordagens contemporâneas, destacando-se a importância da contextualização e interdisciplinaridade, mas sem especificidades claras sobre FMC.

No contexto da Física, o documento aborda os desafios encontrados no desenvolvimento do ensino dessa disciplina no ensino médio. Ele apresenta as preocupações dos professores em relação ao ensino da disciplina de forma geral, algumas delas já discutidas nas diversas conversas sobre a introdução da Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Embora o documento apresente reflexões sobre as questões levantadas, fica evidente que não há respostas definitivas para esses questionamentos. No entanto, destaca-se a importância de orientar um caminho para que os educadores avancem em direção ao objetivo desejado para o aprimoramento da educação.

Especificamente no contexto das competências e habilidades delineadas na seção de Investigação e Compreensão, especifica-se a incorporação da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio (Figura 1).

Figura 1: Investigação e compreensão do estudo da física moderna e contemporânea no ensino médio

Investigação e compreensão	
Na área	Em Física
Ciência e tecnologia na história	
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança. • Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. • Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Reconhecer, por exemplo, o desenvolvimento de formas de transporte, a partir da descoberta da roda e da tração animal, ao desenvolvimento de motores, ao domínio da aerodinâmica e à conquista do espaço, identificando a evolução que vem permitindo ao ser humano deslocar-se de um ponto ao outro do globo terrestre em intervalos de tempo cada vez mais curtos e identificando também os problemas decorrentes dessa evolução. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes, a tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de lasers, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas.

Fonte: (Brasil, 2002, p. 67).

Nas compreensões elencadas para serem desenvolvidas neste tópico referente a Ciência e Tecnologia na História tem-se o entendimento de que o desenvolvimento tecnológico ao longo dos anos é crucial para analisar a física moderna e contemporânea, pois esse desenvolvimento influenciou diretamente o avanço científico. A interação entre esse desenvolvimento tecnológico e a física moderna fica ainda mais evidente ao considerar como os princípios científicos envolvidos à física contribuíram para a inovação e como essas inovações, por sua vez, moldaram as condições de vida e as relações sociais.

O conhecimento físico desempenha um papel muito importante no avanço tecnológico como se observa no documento PCN+, muitas vezes precedendo ou sendo precedido pela tecnologia. A fabricação de lasers, por exemplo, foi impulsionada pelos fundamentos da óptica quântica. Não só este, mas são elencados outros pontos importantes

como a teoria da relatividade e a mecânica quântica, que não apenas moldaram a nossa compreensão científica, mas também influenciaram o pensamento e a cultura contemporânea. Portanto, há uma necessidade constatada pelos documentos educacionais e necessária histórica e socialmente de trazer às salas de aula a compreensão, percepção e promoção de tópicos relacionados a FMC.

3.3 O Novo Ensino Médio

A Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, o Novo Ensino Médio (NEM). A lei foi formulada com o pressuposto de trazer mudanças para esta etapa visto que a realidade do ensino médio constitui um gargalo na garantia do direito à educação, sendo necessário não só o atendimento aos estudantes desta etapa, mas sim sua permanência em sala de aula (Brasil, 2018).

O ensino médio até 2018 era orientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares (PCN+). A mudança no Ensino Médio inclui três pontos principais: 1) Mais tempo de aula para os alunos, chamado de "ensino integral"; 2) Introdução da Base Nacional Comum Curricular (BNCC); e 3) A opção de escolher áreas específicas para estudar, chamadas de "itinerários formativos". Antes, o Ensino Médio tinha 2.400 horas ou 800 horas por ano, mas com o Novo Ensino Médio, terá 1.000 horas por ano, sendo 400 para os itinerários formativos. Agora, os alunos podem escolher entre 11 itinerários formativos, que abrangem áreas como Matemática, Linguagens, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Formação Técnica e Profissional (Brasil, 2017). Essas mudanças estão de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

O debate sobre a realidade do ensino médio no Brasil ganhou destaque na agenda política devido à necessidade percebida de um avanço educacional que se alinhe às inovações tecnológicas e às exigências do mercado de trabalho. Essa discussão foi impulsionada pela compreensão de que o país enfrenta desafios significativos na formação de uma mão de obra especializada, capaz de atender às demandas de setores emergentes e, assim, reduzir as taxas de desemprego entre os jovens recém-saídos do ensino médio.

Segundo Glauco José Côrte, ex-presidente da FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina) até 2017, há um descompasso no Brasil entre o modelo pedagógico escolar existente e as demandas contemporâneas do mercado de trabalho (Alarcon, 2018). No entanto, já no ano de 2017, 43,7% dos estudantes entre 15 e 16 anos declararam estar no

mercado de trabalho (OCDE [Organização para Cooperação de Desenvolvimento Econômico], 2017), o que representa um impasse na ideia de progresso com um aumento de carga horária no ensino médio. Pois, o “ensino integral” dificulta a permanência na educação básica de uma parcela significativa de jovens que trabalham e sobrevivem de suas rendas. A alta probabilidade de evasão escolar vai contra a proposta de permanência em sala de aula do NEM. Política e socialmente, o Novo Ensino Médio emerge como uma resposta às necessidades contemporâneas, buscando proporcionar uma formação mais flexível e alinhada com as demandas do século

A implementação do Novo Ensino Médio e a introdução da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) marcam um período significativo na educação brasileira, redefinindo as estruturas e abordagens pedagógicas nas escolas do país. Aumentando a carga horária e introduzindo os itinerários formativos, o Novo Ensino Médio propõe uma educação mais personalizada, permitindo que os estudantes escolham caminhos específicos de estudo. Nesse contexto, a BNCC desempenha um papel central, estabelecendo as diretrizes curriculares nacionais e delineando competências essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes. No entanto, essas mudanças não ocorrem sem desafios, como a necessidade de infraestrutura adequada e formação de professores para a implementação eficaz dessas transformações. No campo do ensino de ciências, notadamente Física Moderna e Contemporânea, as implicações são significativas, exigindo uma reavaliação dos métodos pedagógicos e a incorporação de abordagens mais contextualizadas e interdisciplinares.

3.4 A BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo (Brasil, 2018; 2017), ou seja, estabelece diretrizes para a educação básica no Brasil, visando assegurar uma uniformidade entre os diferentes currículos adotados pelas escolas básicas do país. O objetivo é estabelecer uma parte comum a todos os currículos, que cada escola de nível básico deve abordar e ensinar, e uma parte diversificada, que, conforme a BNCC, deve ser adaptada por cada instituição de acordo com seu contexto político, social, cultural, histórico e econômico. Essa abordagem visa garantir que as necessidades e interesses específicos dos jovens estudantes sejam atendidos.

A procura por métodos de ensino que promovam a integração entre diferentes matérias, superando a abordagem fragmentada do conhecimento científico, é um objetivo constante na educação fundamental. Isso visa ultrapassar um modelo de ensino centrado na

memorização de fórmulas. Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe uma estrutura que descentraliza o foco das disciplinas (Brasil, 2018).

A BNCC, portanto, constitui base do NEM e o divide em duas partes, uma composta pela base comum e outra flexível e personalizada, a dos itinerários formativos. De acordo com a própria BNCC (Brasil, 2018, p. 468):

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber: I – linguagens e suas tecnologias; II – matemática e suas tecnologias; III – ciências da natureza e suas tecnologias; IV – ciências humanas e sociais aplicadas; V – formação técnica e profissional (LDB, Art. 36; ênfases adicionadas).

Para cada área do conhecimento são estabelecidas habilidades e competências a serem desenvolvidas que constituem a formação geral básica, aquilo que se espera que os estudantes desenvolvam durante o EM, alinhadas aos itinerários formativos, que buscam incentivar os alunos a atuarem numa determinada área do conhecimento conforme sua identificação. Especificamente na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias elencamos a maneira como a BNCC estrutura essa área:

III – ciências da natureza e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (DCNEM, 2018).

Na delimitação das competências específicas e habilidades relacionadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, priorizou-se conhecimento conceitual, mantendo a continuidade com as propostas do Ensino Fundamental. Essa abordagem destaca a importância desses conhecimentos no ensino de Física, Química e Biologia, assegurando sua relevância no Ensino Médio. Desse modo, a BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe uma ampliação nos estudos das temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que capacita os estudantes a investigar, analisar e discutir situações-problema originadas em diversos contextos socioculturais. Além disso, possibilita a compreensão e interpretação de leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

Dessa maneira, os estudantes podem reformular seus próprios entendimentos sobre essas temáticas, ao mesmo tempo em que reconhecem as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BNCC, 2018).

No cenário atual das sociedades contemporâneas, a presença marcante da Ciência e Tecnologia é evidenciada em diversos aspectos, desde o transporte até os eletrodomésticos, da telefonia celular à internet, dos sensores óticos aos avançados equipamentos médicos. A BNCC menciona explicitamente o estudo dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos, abrindo espaço para a exploração de temas relacionados à Física Moderna e Contemporânea. Além disso, destacam-se os referenciais astronômicos, como o movimento das estrelas e galáxias, indicando a inserção de conceitos da Cosmologia. E ainda, a menção a questões globais e locais, como mudanças climáticas e energia nuclear, que sugere a importância de abordagens avançadas em Física no contexto da BNCC. Ao considerar a Ciência e a Tecnologia como elementos que vão além de solucionadores de problemas, mas também como impulsionadores de novas visões de mundo, reforça-se a necessidade de explorar de maneira mais aprofundada os conceitos da Física Moderna e Contemporânea no currículo educacional, alinhando-se com os avanços científicos e as demandas da sociedade contemporânea (BNCC, 2018).

4 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE FÍSICA MODERNA COBRADAS NO ENEM

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre os anos de 1998 a 2008, compreendia um sistema similar aos vestibulares tradicionais, que abrangia uma única prova com 63 (sessenta e três) questões objetivas e uma redação escrita, além de um questionário socioeconômico, onde era delimitado o perfil do candidato em detrimento as repostas deste questionário.

A partir de 2009, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) enfrentou alterações quanto a sua estrutura, iniciando assim a classificação do chamado "Novo ENEM". A primeira mudança a ser exposta foi a Teoria de Resposta ao Item, o chamado TRI, que nada mais é do que em uma nova solução de se atribuir uma nota ao estudante inscrito levando em conta não somente o desempenho do mesmo em uma específica questão, mas também o dos outros. Ou seja, não era somente uma questão de quantas questões eram certas, mas sim quais questões eram assinaladas erroneamente, dependendo de sua dificuldade.

Sendo assim, uma matriz referencial foi criada com o objetivo de orientar os participantes quanto aos conteúdos abordados no ENEM. Então, as disciplinas foram agrupadas nas seguintes áreas do conhecimento: Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática, além da Redação. Ademais, é importante ressaltar que a quantidade de questões foi significativamente alterada, passando a ser 45 (quarenta e cinco) questões por Área de Conhecimento totalizando 180 (cento e oitenta) questões.

As questões relacionadas ao conteúdo de Física são expostas na área de conhecimento das ciências da natureza, juntamente com as questões de biologia e química, pelo fato da prova de Ciências da Natureza conter 45 questões, ficam divididas, em tese, por igual (15 para cada) na tentativa de manter certa equidade no número de questões. As Competências e Habilidades em Física exigidas no ENEM são agrupadas nos Chamados Objetos de Conhecimento, que são as Áreas da Física subdivididas como por exemplo: mecânica, ótica ou eletromagnetismo.

Em suma, as competências do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), são um arranjo de conhecimentos, motivações, valores, atitudes e emoções que podem ser mobilizados para gerar uma ação eficaz, em um contexto específico. As técnicas, portanto, são as delimitações do candidato para concretizar algo. Então, para que uma habilidade seja feita, é necessário produzir situações de estudo que promovam o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social. (Bozza, 2017).

Nos anos considerados para análise deste trabalho, ficou demonstrado que as questões com maiores quantidades ao longo dos anos foram as de conteúdo sobre mecânica, ondas, e termologia, seguida das questões sobre Fenômenos elétricos e magnéticos. Além disso, é importante ressaltar que as questões sobre cinemática e conhecimentos básicos apresentaram os menores percentuais, indicando uma preferência por questões sobre Tecnologia, mas pouca incidência de Física Moderna. Analisando esses conteúdos que são ministrados no ensino médio, o material exposto nos 2º e 3º anos apresentam maiores recorrências de questões de física no ENEM. O fato de determinados tipos de questões não serem recorrentes no ENEM pode acarretar uma mudança nos currículos do Ensino do Médio no futuro e desestimular o trabalho de conteúdos de FMC em sala de aula.

Uma análise comparativa nas últimas edições do ENEM sobre as questões de física tem discutido grandes problemas em muitas delas. Os problemas variam sobre a elaboração das questões já no seu enunciado que ficam em contradição com o conhecimento físico, até mesmo sobre questões que não apresentam resposta correta ou que demonstram mais de uma afirmativa correta.

A exacerbada necessidade de contextualização das questões manifestada nas provas é uma das causas dos problemas encontrados. O então INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), como responsável pela produção das provas, também tem ausência de revisores competentes, com domínio na disciplina de física suficiente para bloquear que questões como essas sejam utilizadas nas provas. Estas constatações, bem como a inexistência de questões de física moderna e contemporânea nas últimas edições do ENEM, levaram o conselho da SBF (Sociedade Brasileira de Física) a emitir em 2014 uma carta aberta ao INEP.

4.1 Análise das questões de Física Moderna no ENEM de 2012 a 2022

Analisando as questões do ENEM 2012 verificou-se que apenas 1 questão, a questão 84 do caderno azul, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias se enquadra como uma questão de FMC.

Questões 84 do caderno azul

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir. “Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação.” **Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).**

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois:

A o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.

B a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.

C a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.

D o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.

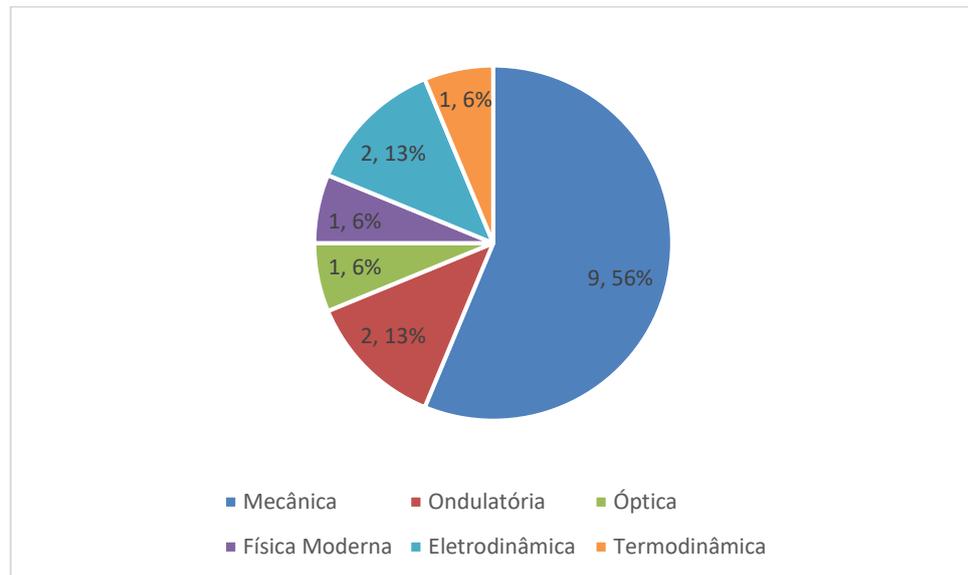
E o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

A questão se localiza, de acordo com a Matriz de Referência do ENEM, na Competência de área 06 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicotecnológicas. E dentro desta, na habilidade H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais, e ainda na habilidade H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

De acordo com os temas estruturadores do PCN+, a questão se enquadra no tema 05 - Matéria e radiação, com os conceitos “Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos”, “Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina” e “ Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”.

Portanto, é necessário conhecimento a respeito de FMC para entender que o material irradiado é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo, justamente por ter sido irradiado.

Analisando ainda, no que diz respeito a ênfase de tópicos relacionados a FMC no ENEM, a partir das 16 questões encontradas neste ano, especificamente de Física, observe o gráfico abaixo. Explicitando o ENEM-2012 como parâmetro negativo ao estímulo de aprendizagem de FMC na disciplina de Física no ensino médio, visto a quantidade de questões referentes a FMC.

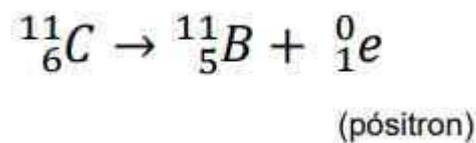
Gráfico 1: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2012

Fonte: elaborado pelo autor.

No exame de 2013, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apenas a questão 49 do caderno azul se enquadra como uma questão que remete a conceitos de FMC.

Questão 49 do caderno azul

Glicose marcada com núcleos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse núcleio, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é de cinco meias-vidas. Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do núcleio restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de:

- A 0,200.
- B 0,969.
- C 9,80.
- D 31,3.
- E 200

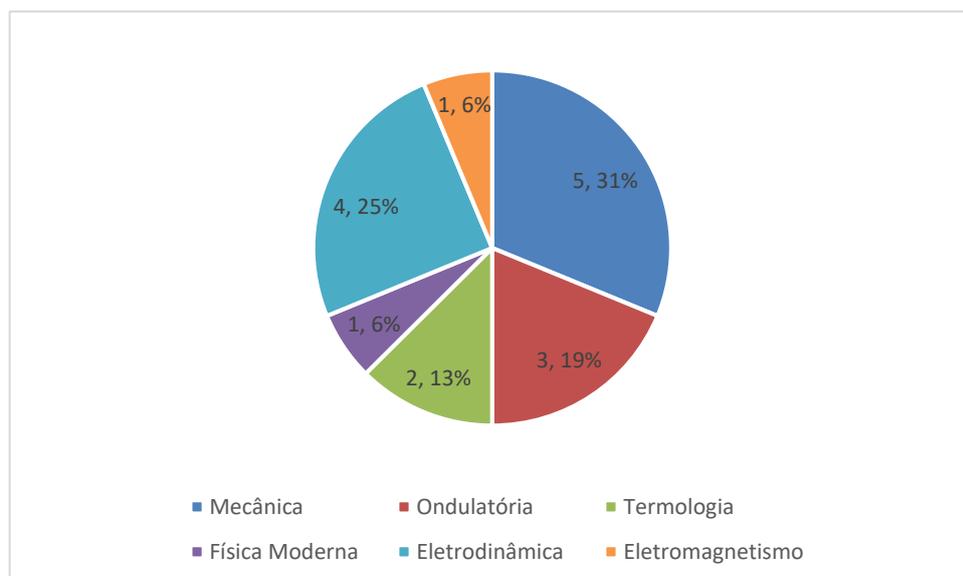
A questão se localiza, de acordo com a Matriz de Referência do ENEM, na Competência de área 06 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicotecnológicas. Pois é necessário entender os cálculos do decaimento radioativo de determinados elementos químicos. E dentro desta competência, na habilidade H22 (Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais) por tratar de decaimento radioativo.

De acordo com os temas estruturadores do PCN+ se enquadra no tema 05 – Matéria e Radiação, com os conceitos “Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos”, “Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina” e “ Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”.

A questão remete a FMC ao necessitar para completo entendimento o conhecimento sobre o decaimento radioativo e a meia-vida de elementos radioativos.

Analisando ainda, no que diz respeito a ênfase de tópicos relacionados a FMC no ENEM, a partir das 16 questões encontradas neste ano, especificamente de Física, observe o gráfico abaixo. Explicitando o ENEM-2013, também, como parâmetro negativo ao estímulo de aprendizagem de FMC na disciplina de Física no ensino médio, visto a quantidade de questões referentes a FMC.

Gráfico 2: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2013



Fonte: elaborado pelo autor.

No exame de 2014, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, duas questões foram consideradas de FMC, a questão 66 e a questão 76 do caderno azul.

Questão 66 do caderno azul

A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as formas de diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A Fissão do material radioativo.
- B Condensação do vapor d'água no final do processo.
- C Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- E Lançamento do vapor d'água sobre as pás das turbinas.

A questão se localiza, de acordo com a Matriz de Referência do ENEM, na Competência de área 06 por ser necessário compreender como a água do sistema primário de resfriamento se aquece devido a interação da radiação provinda do reator nuclear e como os peixes de um rio são prejudicados pelo sistema secundário. E dentro desta competência, localiza-se na habilidade H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais. A habilidade referencia-se pela necessidade de entendimento de como a energia nuclear afeta o meio ambiente.

De acordo com os temas estruturadores do PCN+ a questão se enquadra no tema 05 – Matéria e Radiação, com os conceitos “Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)”, Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias”.

A FMC é necessária para o entendimento de como a energia elétrica é gerada por uma usina nuclear.

Questão 76 do caderno azul

Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nestes sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle.

Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor. **WENDLING, M. Sensores. Disponível em www2.feg.unesp.br** Acesso em: 7 maio de 2023.

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- A da luz visível.
- B do ultravioleta
- C do infravermelho
- D das micro-ondas.
- E das ondas longas de rádio.

A questão 76 também se localiza, de acordo com a Matriz de Referência do ENEM, na Competência de área 06, na habilidade H22.

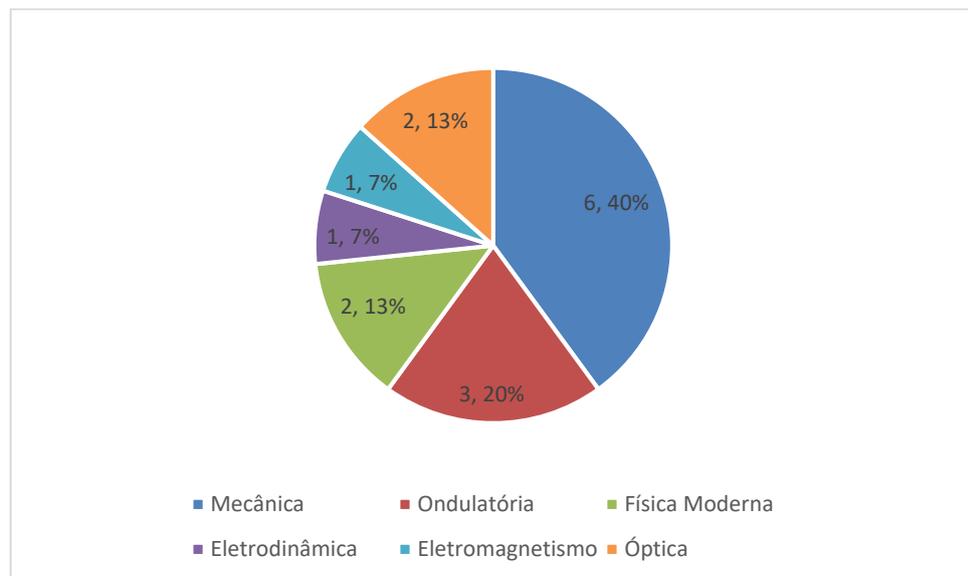
De acordo com os temas estruturadores do PCN+ , a questão se enquadra no tema 05 – Matéria e Radiação, com os conceitos “Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia etc.)” e “Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias”.

Para saber qual radiação é captada pelo sensor e a alternativa correta relacionada à frequência pedida, é preciso conceitos de FMC.

Analisando ainda, no que diz respeito a ênfase de tópicos relacionados a FMC no ENEM, a partir das 15 questões encontradas neste ano, especificamente de Física, observe o gráfico abaixo. Explicitando o ENEM-2014, também, como parâmetro negativo ao estímulo de

aprendizagem de FMC na disciplina de Física no ensino médio, visto a quantidade de questões referentes a FMC.

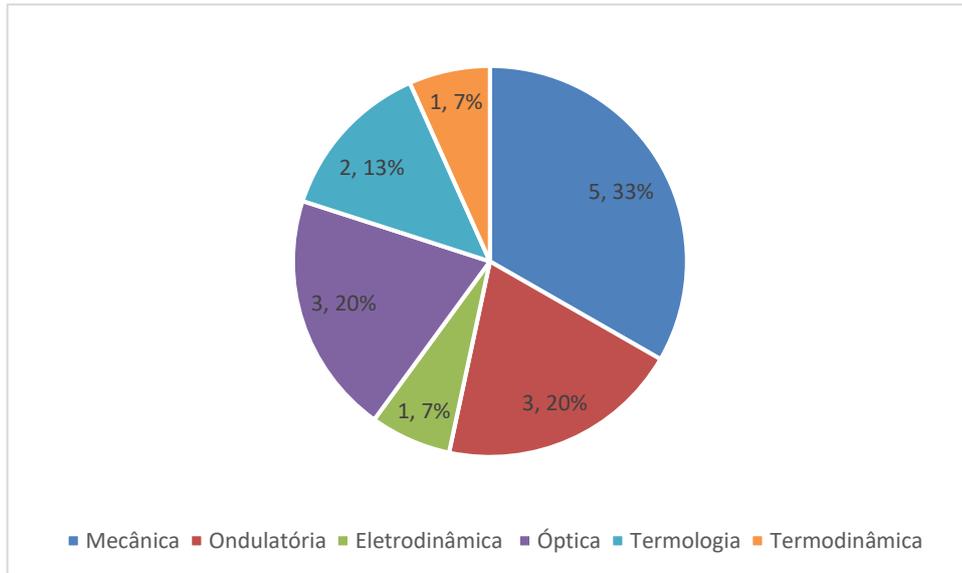
Gráfico 3: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2014



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2015, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2015 não foram encontradas questões de FMC. Graficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 15 questões de Física encontradas:

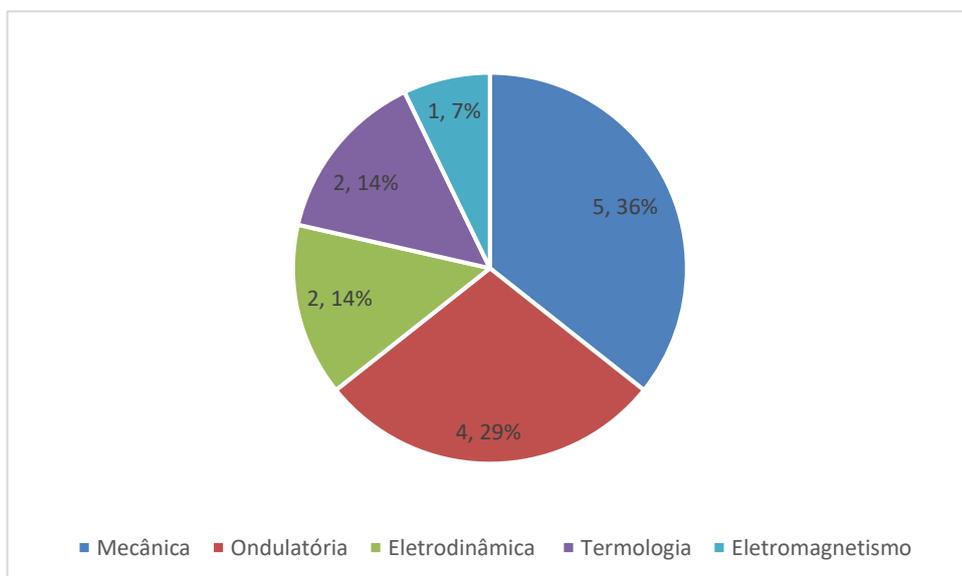
Gráfico 4: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2015



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2016, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2016 não foram encontradas questões de FMC. Graficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 14 questões de Física encontradas:

Gráfico 5: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2016



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2017, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apenas a questão 94 do caderno azul se enquadra como uma questão que remete a conceitos de FMC.

Questão 94 do caderno azul

Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons. Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas.

Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 ago. 2023 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a:

- A utilização de água.
- B absorção de fótons.
- C formação de gás oxigênio.
- D proliferação dos cloroplastos.
- E captação de dióxido de carbono.

A questão 94 se localiza, de acordo com a Matriz de Referência do ENEM, na Competência de área 06, na habilidade H22 e também na Competência 08 - Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científicotecnológicas, na habilidade H29 Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

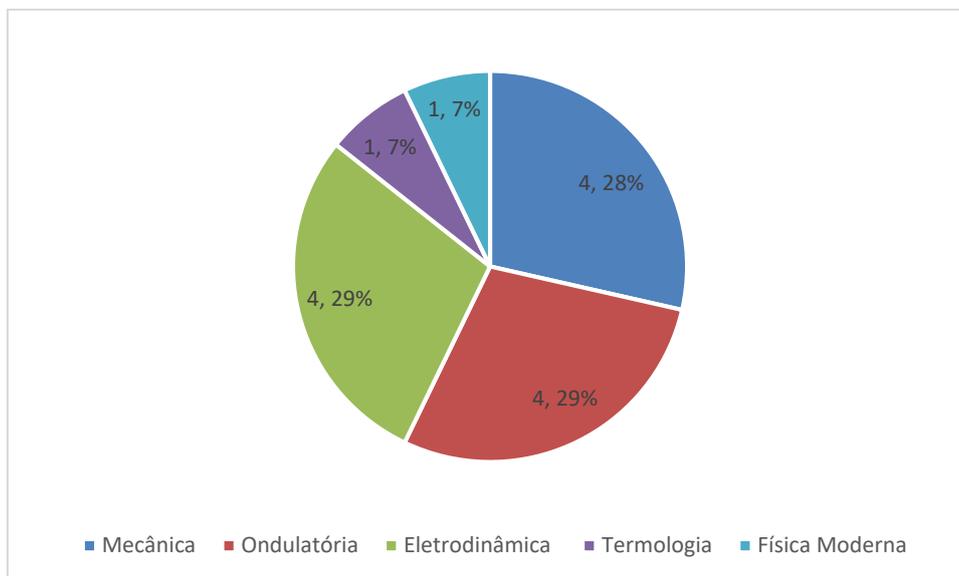
De acordo com os temas estruturadores do PCN+ , a questão se enquadra no tema 05 – Matéria e Radiação, com os conceitos “ Compreender os processos de interação das radiações

com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão transmissão de luz, telas de monitores e radiografias” e “ Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano”.

É necessário conhecimentos de FMC para compreender o que são fótons e como ocorre sua interação com a matéria, sua capacidade de excitar os elétrons da clorofila, durante a fotofosforilação. Na qual os nanotubos conseguem aumentar a absorção luminosa (fótons) de comprimento de onda que não são normalmente utilizados pelos cloroplastos, tornando a fase fotoquímica da fotossíntese mais potente.

Analisando ainda, no que diz respeito a ênfase de tópicos relacionados a FMC no ENEM, a partir das 14 questões encontradas neste ano, especificamente de Física, observe o gráfico abaixo.

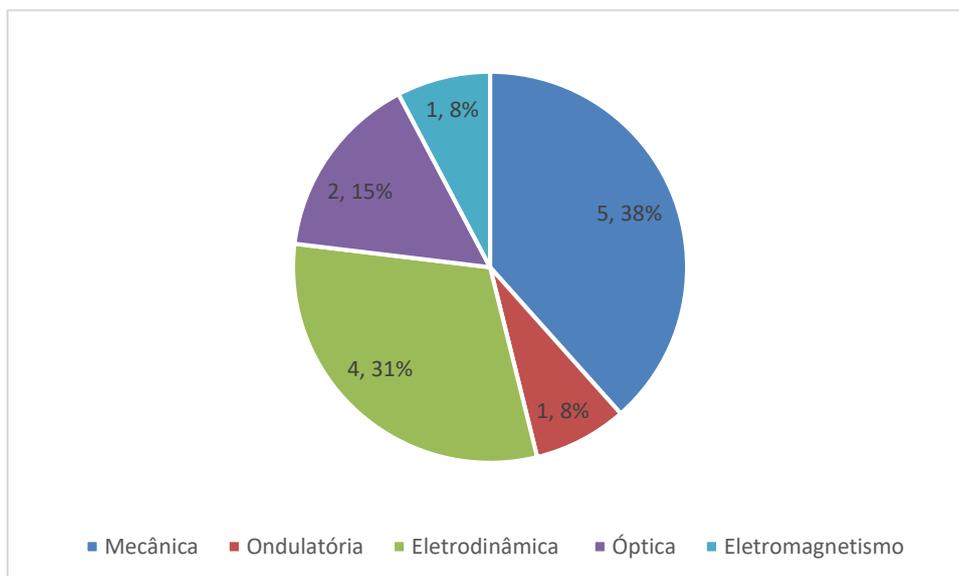
Gráfico 6: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2017



Fonte: elaborado pela autora.

No exame 2018, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2018 não foram encontradas questões de FMC. Graficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 13 questões de Física encontradas:

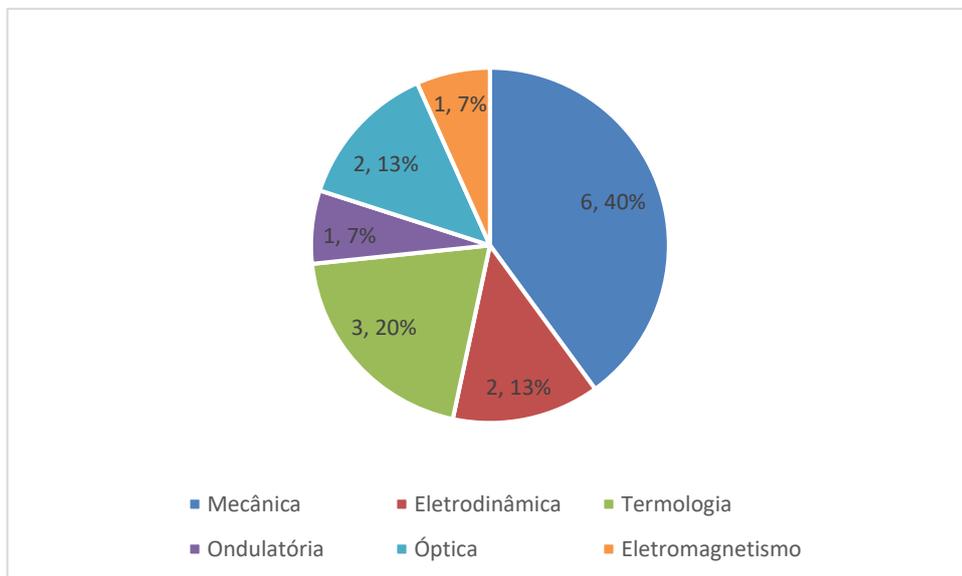
Gráfico 7: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2018



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2019, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2019 não foram encontradas questões de FMC. Graficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 15 questões de Física encontradas:

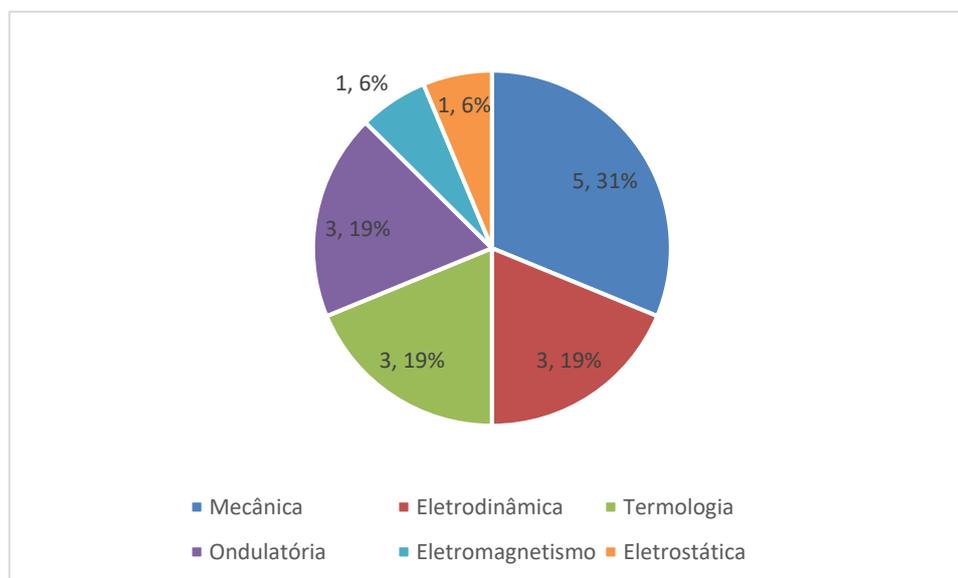
Gráfico 8: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2019



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2020, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2020 não foram encontradas questões de FMC. Gráficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 16 questões de Física encontradas:

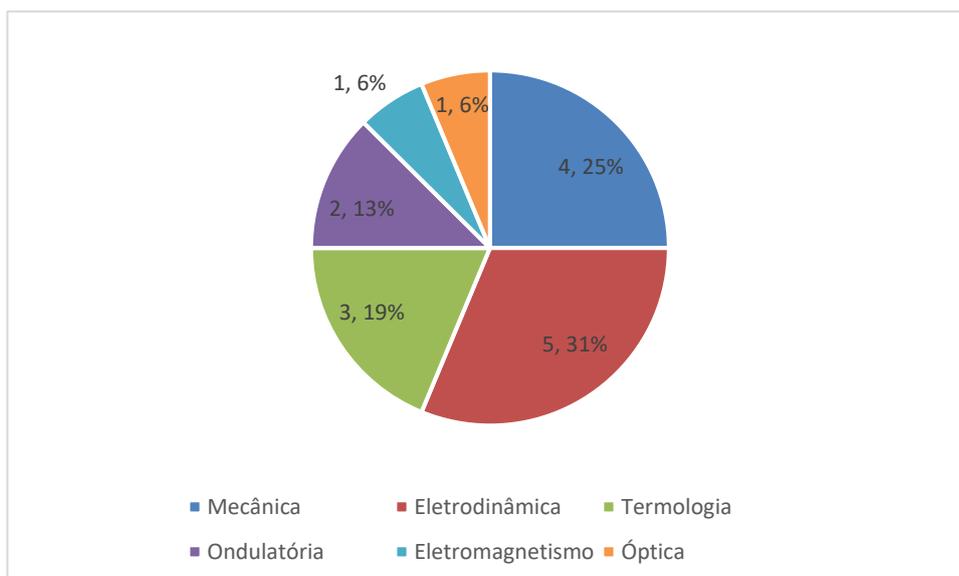
Gráfico 9: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2020



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2021, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2021 não foram encontradas questões de FMC. Gráficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 16 questões de Física encontradas:

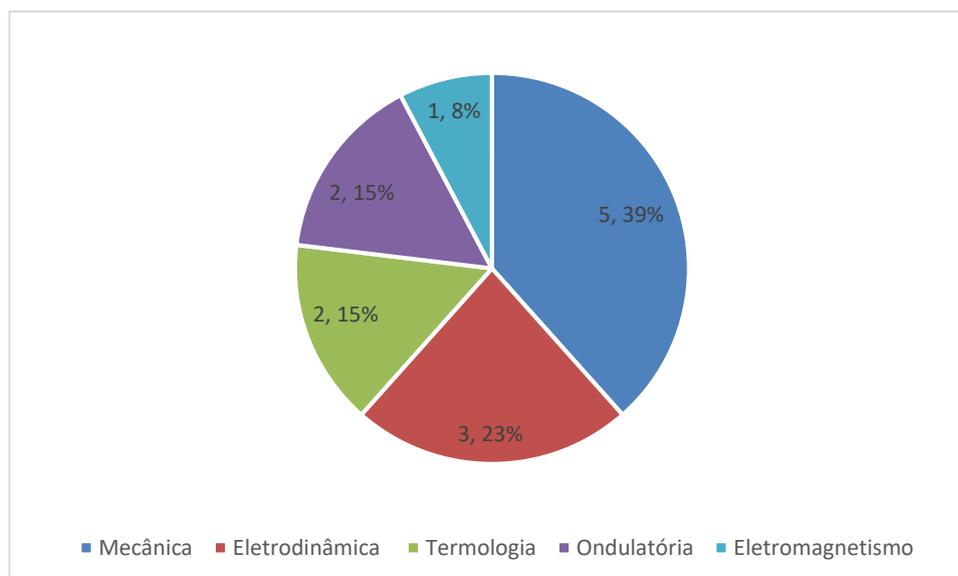
Gráfico 10: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2021



Fonte: elaborado pela autora.

No exame de 2022, das 45 questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2022 não foram encontradas questões de FMC. Graficamente observou-se a seguinte distribuição por área da Física, dentre as 13 questões de Física encontradas:

Gráfico 11: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2022



Fonte: elaborado pela autora.

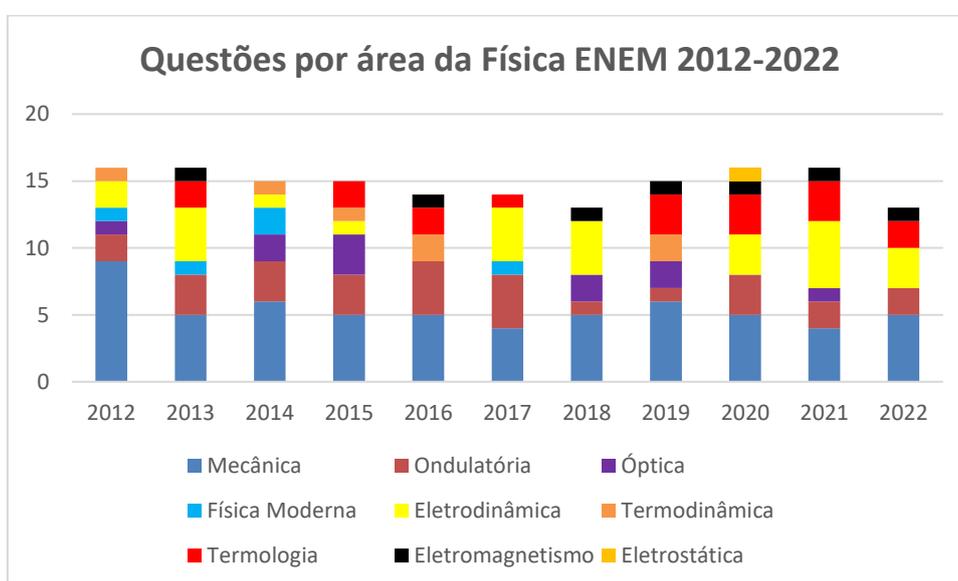
A necessidade de analisar como o ENEM traz os conteúdos de FMC é importante por este tópico fazer parte da grade curricular de Física para o EM, de acordo com os PCN já abordados no capítulo anterior. E além disso o PCN+, também já discutido no capítulo anterior, organiza o ensino de Física em competências e habilidades, cujos conteúdos didáticos devem estar relacionados por temas estruturadores, como os temas “Universo, Terra e Vida” e “Matéria e Radiação”, já mencionados na análise das questões dos últimos 10 anos, que estão relacionados a FMC. Essa organização e relação tem por objetivo ampliar o “saber fazer” e preparar o aluno “para ser capaz de lidar com situações reais, como por exemplo, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções do universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante” (BRASIL, 2002, p. 69), proposições motivadas pela finalidade da educação básica que é, segundo (BRASIL, 1996, p. 12) uma “formação comum indispensável para o exercício da cidadania”.

É válido destacar ainda que a inclusão de FMC no currículo do EM é um resultado de um longo período de trabalho de educadores e especialista que têm um objetivo comum de trazer maior qualidade ao ensino de Física apresentado aos alunos. O mundo contemporâneo é altamente tecnológico e para compreendê-lo é necessário que a escola incluía em seu currículo os assuntos relevantes para uma formação cidadã efetiva e esclarecida dos alunos sobre o mundo que os cerca (Pereira, 1997). É necessário, portanto, a inclusão de FMC no EM para que se possa entender as consequências tecnológicas para a nossa sociedade (Osterman e Moreira, 2005). Para Sanches e Neves (2011, p. 7) o ensino tradicional de Física nas escolas não é adequado para uma sociedade moderna, pois: “A Física e seu ensino parecem ter parado ali pelos

meados do século XVIII. [...] Em pleno século XXI as intrigantes questões do mundo quântico ou da Cosmologia não encontram na escola e no livro, dito didático, um mundo possível de compreensão, diálogo e, sobretudo, interação.”

Embora a necessidade de se trabalhar os conteúdos de FMC no EM exista. Observamos pelo ENEM que a quantidade de questões voltadas a este tópico praticamente não ocorre, conforme o levantamento das questões de Física dos últimos 10 anos do ENEM. O Exame não é um parâmetro estimulador para a abordagem dos conteúdos de FMC. Observe o gráfico abaixo em relação a incidência de questões de FMC dos anos de 2012 a 2022:

Gráfico 12: Distribuição de questões por área da Física - ENEM 2022



Fonte: elaborado pela autora.

A maior parte das questões se concentra na área da Física Clássica, destacando-se as áreas da Mecânica, Termologia e Eletrodinâmica.

Diante do exposto, o ENEM deveria trazer consigo a possibilidade de mudança curricular em sala de aula, de forma a trabalhar e desenvolver a interdisciplinaridade e contextualização descritos nas competências e habilidades sugeridas pelos PCN, PCN+ e BNCC do Ministério da Educação, que incluísse a FMC.

4.2 O livro didático de Física e a BNCC

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) sofreu mudanças com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), já discutida no capítulo 1, sendo esta um documento de apoio que foi aprovado pelo CNE, na Etapa do Ensino Médio, em 4 de dezembro de 2018. “A BNCC é um documento de referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares” (Brasil, 2018a, p.7).

Devido a essas mudanças na LDB e da Reforma do Novo Ensino Médio (REM), O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021 criou para o EM livros alinhados à BNCC, que são organizados por áreas do conhecimento.

Com a intenção de contribuir para uma discussão e análise da importância da introdução de FMC no ensino médio, é válido analisar a maneira como os novos livros contribuem para a inserção dos conteúdos de FMC, alinhados às novas perspectivas trazidas pela BNCC e sugeridas pelos documentos anteriores a ela.

Para esta análise foi realizado uma pesquisa documental utilizando a Coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, especificamente os volumes 5 e 6 desta coleção, que efetivamente trazem conceitos e conteúdos relacionados a FMC. Segundo Lüdke e André (1986, p. 38), a análise documental é uma “técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”. Assim, essa análise documental nos permite obter informações concretas quanto a abordagem de FMC no ensino médio, por meio de um estudo qualitativo sobre as abordagens conceituais e metodológicas adotadas nos livros didáticos de Física.

4.3 Coleção Moderna Plus – Ciências da Natureza e Suas Tecnologias

A Coleção Moderna Plus é uma obra da editora Moderna, contemplada pelo PNLD 2021. Segundo o Portal do Ministério da Educação (Brasil, s.d.), o Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), é o responsável por distribuir e avaliar obras literárias, didáticas e pedagógicas para as escolas públicas da educação básica.

Com as mudanças sofridas no âmbito da educação no Brasil, com a modernização do ensino, o livro didático assume um papel importante na comunidade escolar, sendo ele uma das principais ferramentas de auxílio para o ensino e a aprendizagem em sala de aula. Segundo Prado (2016, p.112) os livros didáticos “são utilizados há tempos nas salas de

aula. Esses livros sempre tiveram o objetivo de contribuir com a metodologia de ensino dos professores, reforçando a aprendizagem em sala de aula e fora dela”.

Com as novas perspectivas trazidas pela BNCC foi necessário a construção de materiais que se alinhassem a nova realidade de ensino pretendida pelo documento. No âmbito da Física destacamos os volumes 5 e 6 da Coleção Moderna Plus, na intenção de enfatizar a importância de se trabalhar conteúdos que vão além da Física Clássica e que estão de acordo com a inovação sugerida pelo novo modelo de ensino.

No capítulo 1 foram enfatizados algumas das dificuldades enfrentadas por professores e alunos quanto ao ensino-aprendizagem da FMC no ensino médio e Segundo Silva et al (2018, p. 829) “ a Física vem se tornando cada vez mais um componente curricular de difícil aprendizado”. E nesse cenário, a análise do livro didático é importante por ele representar um espelho do que se almeja como mudança em sala de aula, seja por estimular os alunos, seja como ferramenta de auxílio ao professor.

Os livros da Coleção Moderna Plus trazem novas propostas pedagógicas alinhadas aos objetivos trazidos pela BNCC, com a perspectiva de uma nova realidade de ensino, principalmente para as disciplinas ligadas às Ciências da Natureza, como a Física.

Como metodologia, abordagens e estratégias a obra é organizada de acordo com os autores, da seguinte forma :

Esta coleção tem como pressuposto a necessidade do uso de diferentes estratégias didáticas. Assim, os conteúdos são apresentados de maneiras variadas, estimulando o uso de ferramentas diversificadas e incorporando as tecnologias digitais de informação. [...] A coleção diz respeito ao papel ativo do estudante no seu processo de aprendizagem, tendo o professor como participante essencial dessa construção. A coleção trabalha elementos de metodologias ativas (Torres *et. al.*, 2020, p. 7).

Os métodos trazidos na coleção, as metodologias e abordagens mostram que a BNCC favoreceu o aprendizado do aluno ao trazer conteúdos que favorecem a construção do pensamento. Uma vez que o protagonista do próprio conhecimento é o aluno. O uso de metodologias ativas enriquece o ensino de Física, principalmente quando olhamos para assuntos relacionados a FMC, considerados de difícil aprendizagem por parte de alunos e professores.

5 CONCLUSÃO

O estudo oferece uma visão abrangente da evolução do ensino de Física no Brasil, começando pela introdução da Física Moderna no ensino secundário no final do século XIX. Destaca-se o papel fundamental do Colégio de Pedro II nesse processo, influenciado pelo modelo francês de currículo clássico e humanista.

A análise se estende até as décadas de 1950, marcando a transição do império para a república e as mudanças na legislação educacional. A criação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em 1948 é destacada como crucial para promover o desenvolvimento científico no Brasil e superar a estagnação percebida na ciência escolar.

O estudo continua avaliando os instrumentos normativos que orientam o ensino de Física no Brasil, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o Plano Nacional da Educação, as Diretrizes Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular. Esses instrumentos normativos estabelecem orientações pedagógicas e objetivos para o ensino de Física, e a análise crítica busca contribuir para o entendimento do cenário educacional brasileiro.

O Plano Nacional de Educação de 2014, com suas metas e estratégias, é abordado, assim como a importância do monitoramento e avaliações sistemáticas, conduzidas por diversos programas e exames, como o SAEB, IDEB, ENEM e PISA. O desafio de integrar o Ensino Médio à Educação Básica é destacado, enfatizando a valorização dos professores e a preparação dos alunos para a cidadania e o mercado de trabalho.

O estudo ressalta a relevância do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) na implementação das orientações curriculares, especialmente enfocando a necessidade de incluir tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. As pesquisas indicam que os livros didáticos fornecidos pelo PNLD ainda se baseiam em modelos tradicionais de ensino, apontando para a importância de uma abordagem mais crítica e consciente.

A pesquisa das representações sociais dos professores sobre a Física Moderna e Contemporânea é destacada como uma ferramenta valiosa para compreender a formação docente e orientar futuras reformulações no ensino de Física. A análise conclui reforçando a importância de superar desafios, promover melhorias na qualidade do ensino de ciências e preparar os alunos para a sociedade contemporânea, especialmente em um cenário cada vez mais dependente das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), ao longo dos anos de 2012 a 2022, passou por mudanças significativas em sua estrutura. Inicialmente similar aos vestibulares

tradicionais, o ENEM adotou, a partir de 2009, a Teoria de Resposta ao Item (TRI), um método que vai além da simples contagem de respostas corretas, considerando o desempenho dos participantes em relação aos demais. A matriz referencial foi criada, agrupando as disciplinas em Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens, Matemática, e Redação.

A análise específica das questões de Física revela que, ao longo desses anos, as questões de Física Moderna e Contemporânea (FMC) têm sido escassas. A distribuição aponta uma ênfase na Física Clássica, especialmente em Mecânica, Tecnologia e Eletrodinâmica. Disciplinas como FMC têm uma representação limitada, apesar de sua importância no contexto atual, dada a natureza tecnológica do mundo contemporâneo.

Essa limitação é preocupante, pois o ENEM, como instrumento avaliativo nacional, poderia ser um impulsionador para mudanças curriculares nas escolas. A ausência de questões relevantes de FMC pode não apenas afetar a motivação dos estudantes para o estudo desses tópicos, mas também influenciar o currículo do Ensino Médio.

As críticas se estendem à elaboração das questões, destacando problemas como contradições nos enunciados e falta de revisores competentes. A contextualização excessiva nas questões é apontada como uma causa desses problemas.

Embora as competências do ENEM sejam um arranjo de conhecimentos, motivações, valores e atitudes, a análise indica que a abordagem do exame não tem favorecido adequadamente a inclusão de temas essenciais como FMC. A falta de questões específicas sobre FMC nas últimas edições do ENEM levou a Sociedade Brasileira de Física (SBF) a emitir uma carta aberta ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) em 2014.

Conclui-se que, embora exista uma necessidade reconhecida de inclusão de FMC no currículo do Ensino Médio, o ENEM, como instrumento influente, não tem refletido adequadamente essa demanda. As críticas apresentadas sugerem a importância de uma revisão nas abordagens e na representatividade dos conteúdos, visando uma educação mais alinhada às demandas contemporâneas e às diretrizes educacionais.

Diante dessas considerações, reforça-se a urgência de reformulações no ensino de Física, com ênfase na superação de desafios, na valorização dos docentes e na preparação dos alunos para os cenários contemporâneos, visando uma educação mais alinhada às demandas da sociedade atual.

REFERÊNCIAS

- ALARCON, D.; ROSA, L.Q.; SILVA, R.S.; MULLER, F.M.; SOUZA, M.V. **Os Desafios da Educação em Rede no Contexto da Indústria 4.0**. VIII Congresso Internacional de Conocimiento e Innovación. Guadalajara, 2018.
- ARANHA, M. L. A. **História da Educação e da Pedagogia: geral e Brasil**. 3. ed. rev. e ampl., São Paulo: Moderna, 2006.
- BOZZA, A. **O que são competências e habilidades?** 2017. Disponível em: <http://www.tuneduc.com.br/competencia-e-habilidades-do-enem/>. Acesso em: 14 out. 2023.
- BRASIL. **Carta Lei de 4 de dezembro de 1810**: criação da Academia Real Militar. Coleção de Leis do Império do Brasil, 1810. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/carlei/anterioresa1824/cartadelei-40009-4-dezembro-1810-571420-publicacaooriginal-94538-pe.html>. Acesso em: 05 set. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 59.355, de 4 de outubro de 1966**: institui no MEC a Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático (COLTED), 1966. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-59355-4-outubro-1966-400010-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 07 set. 2023.
- BRASIL. **Acordos, Contratos, Convênios**: acordos do MEC. Patrimônio do MEC- INEP-CIBEC, nº 3634, 1967. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000642.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 62.411, de 15 de março de 1968**: aprova o estatuto da FENAME e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-62411-15-marco-1968-403549-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 13 out. 2023.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 05 out. 2023.
- BRASIL. **PCN**: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. **PCN + Ensino Médio**: orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- BRASIL. **Portaria nº 3.503 de 28 de outubro de 2004**: institui comissão técnica do PNLD 2006 e 2007. Diário Oficial da União (DOU), seção 2, p. 10, de 29 de outubro de 2004. Brasília; MEC, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Edital de convocação para inscrição no processo de**

avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio- PNLEM/2007.

Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a Base. Brasília, DF, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 23 de ago. 2023.

BRASIL. **Portaria n. 366, de 31 de janeiro de 2006**: divulgação do resultado das avaliações dos Livros Didáticos dos Componentes Curriculares de Física e Química.

Diário Oficial da União (DOU), de 01/02/2006 - Seção I - p.17. Brasília: MEC, 2006.

Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/port366_pnlem.pdf. Acesso em: 14 out. 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2014-2024**. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm. Acesso em: 21 set. 2023.

CARVALHO JR., Gabriel Dias de. **As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania**. Belo Horizonte – MG: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2002.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte.

Educação e Pesquisa, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

CÔRBO, P. A. B.; CARDOSO, T. M. M. Preservação da memória digital no Colégio Pedro II. **Ciência da Informação**, v. 41, n. 1, p. 160-174, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

MARINHO, I.; INNECCO, L. **O Colégio Pedro II Cem anos depois**. Villas Boas & C, 1938. (Publicação patrocinada pela Comissão Organizadora dos Festejos Comemorativos do 1º Centenário do Colégio Pedro II, sob a presidência do Prof.

Raja Gabaglia.

MELO, W. R. S. **Tempos de revolta no brasil oitocentista**: ressignificação da cabanagem no baixo tapajós (1831-1840). Dissertação (Mestre em História). Pós- Graduação em História do Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 2015.

MENEZES, L. C. de. Uma física para um novo ensino Médio. **Revista Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, out. 2000.

NARDI, R. (org). **Ensino de ciências e matemática I**: temas sobre a formação de professores [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Investigações em Ensino de Ciência**, v. 15, n. 1, 2000.

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/600/390>. Acesso

em: 02 ago. 2023.

PEREIRA, O. da S. **Raios cósmicos**: introduzindo física moderna no 2º Grau. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, 1997.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 393-420, dez. 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/349/216>. Acesso em: 23 out. 2023.

POTENZA, B. G. G.; KAWAMURA, M. R. D. A articulação do saber de referência na formação inicial de professores – uma análise de livros didáticos de física Moderna. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Águas de Lindóia, 2010.

SANCHES, Monica Bordim; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Maringá – PR: Ed. UEM, 2011.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pró-posições**, v.17, n.1, pp.39-57, jan./abr. 2006.