



remaa

Articulações entre temas socioambientais e ensino de Física propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Henrique Gonçalves de Souza¹

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2528-7968>

Danielle Aparecida Reis Leite²

Universidade Federal de Itajubá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6314-0364>

Resumo: A presente pesquisa buscou identificar os temas socioambientais presentes na terceira versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), etapa do Ensino Médio, e analisar os subsídios que o documento oferece para a interlocução de tais temáticas ao ensino de Física. Para realizar a análise, foram utilizadas técnicas da análise de conteúdo temática, desmembrando o texto em unidades de interesse para a pesquisa e agrupando essas unidades em categorias. Desse processo emergiram duas categorias: “Interação entre a tecnologia e o meio ambiente” e “Construção e sistematização de conhecimentos conceituais para a compreensão e o enfrentamento de problemas socioambientais”. A análise apontou que as temáticas socioambientais presentes na BNCC são exploradas através de abordagens ecológicas e instrumentalizadas, e as aproximações com a Física são, majoritariamente, limitadas aos conteúdos relacionados à energia elétrica.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Ensino de Física; Base Nacional Comum Curricular.

Articulaciones entre temáticas socioambientales y Enseñanza de la Física propuestas en la Base Curricular Común Nacional (BNCC)

Resumen: Esta investigación buscó identificar los temas socioambientales presentes en la tercera versión de la Base Nacional Común Curricular (BNCC) de Brasil para la Educación Secundaria, y analizar los recursos que el documento ofrece para la integración de estos temas en la enseñanza de la Física. Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron técnicas de análisis de contenido temático, desglosando el texto en unidades de interés para la investigación y agrupando estas unidades en categorías. De este proceso surgieron dos categorías:

¹ Mestrando em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Licenciado em Física. Desenvolve pesquisa sobre a interface entre Ensino de Física e Educação Ambiental. E-mail: d201610408@uftm.edu.br.

² Licenciada em Física pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - *campus* Rio Claro. Atualmente, é professora da UNIFEI, onde atua em cursos de Licenciatura e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, linha de pesquisa “Temas Socioambientais”. E-mail: danielle.reis@unifei.edu.br.

"Interacción entre la tecnología y el medio ambiente" y "Construcción y sistematización de conocimientos conceptuales para la comprensión y abordaje de problemas socioambientales". El análisis indicó que los temas socioambientales en la BNCC se exploran a través de enfoques ecológicos e instrumentalizados, y las conexiones con la Física están principalmente limitadas a temas relacionados con la energía eléctrica.

Palabras-clave: Educación Ambiental; Enseñanza de Física; Base Curricular Nacional Común.

Articulations between socio-environmental themes and Physics Teaching proposed in the National Common Curricular Base (BNCC)

Abstract: This research sought to identify the socio-environmental themes present in the third version of the National Common Curricular Base (BNCC), High School stage, and to analyze the resources provided by the document for integrating these themes into the teaching of Physics. To conduct this analysis, thematic content analysis techniques were employed, breaking down the text into units of interest for the research and grouping these units into categories. Two categories emerged from this process: "Interaction between technology and the environment" and "Construction and systematization of conceptual knowledge for understanding and addressing socio-environmental issues." The analysis indicated that socio-environmental themes in the BNCC are explored through ecological and instrumental approaches, with connections to Physics primarily limited to topics related to electrical energy.

Keywords: Environmental Education; Physics Teaching; Common National Curriculum Base.

Introdução

Dada a emergência da anunciada crise socioambiental (Guimarães, 2001) ou colapso climático (Layrargues, 2020) com o qual convivemos na atualidade, diferentes grupos sociais têm apontado caminhos e possibilidades para o seu enfrentamento. Dentre essas propostas, a educação é apresentada como um agente capaz de contribuir para a mudança de mentalidades acerca da relação que o ser humano está estabelecendo com o meio ambiente, instigando a atuação crítica frente a esse cenário (Carvalho, 2007). Assim, destacamos que a incorporação da dimensão socioambiental na educação escolar apresenta-se como um caminho promissor para a formação de cidadãos conscientes e capacitados para o enfrentamento desse quadro (Jacobi, 2003).

No Brasil, as discussões acerca dos problemas socioambientais e da sua abordagem e problematização nos contextos escolares datam da década de 1960 e, desde então, discute-se sobre a inclusão da Educação Ambiental (EA) nos diferentes níveis de ensino. A presença da EA na educação escolar também é prevista por lei, como pode ser observado na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, e na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei nº 9.795/99.

Dentre as diferentes formas e abordagens para o que se configurou como a EA escolar, hoje predomina a ideia da sua transversalidade. Isso indica que a EA deve perpassar os diferentes componentes curriculares, e não ser abordada como uma disciplina isolada. Essa foi a abordagem adotada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1998), documentos orientadores para a educação nacional, nos quais o meio ambiente era um dos temas transversais a serem trabalhados na educação básica.

Um dos elementos que justifica essa transversalidade da EA no currículo escolar está associada ao fato desse campo explorar questões complexas, de modo que a análise e compreensão de seus temas exige a interlocução de conhecimentos provenientes de áreas distintas. Assim, faz-se necessário pensar na superação das barreiras disciplinares, buscando a integração de saberes para a compreensão da realidade, considerando dimensões científicas, políticas, sociais e culturais envolvidas com a problemática socioambiental (Guimarães, 2001; Leite, 2019).

Entretanto, mesmo que o campo de pesquisa destaque a transversalidade das temáticas socioambientais, ainda é comum que a EA seja associada à disciplinas específicas, como a Biologia e a Geografia (Santos; Carvalho; Levinson, 2014). Segundo Leite e Silva (2021, p. 15), essa tendência pode ser explicada pelo fato de que somos moldados por uma visão racionalista e disciplinar que pode ser responsável por “[...] moldar em muitos professores uma identidade epistemológica que ajuda a explicar a sensação de que determinados problemas específicos não fazem parte do seu campo de atuação disciplinar”.

Já existem, todavia, pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento que empreendem esforços em investigações que buscam identificar caminhos para a efetiva articulação da EA com disciplinas que tradicionalmente não estão vinculadas às questões socioambientais, como é o caso da Física (Silva, 2001; Watanabe, 2012; Reis; Silva; Figueiredo, 2015; Leite, 2019; Leite; Silva, 2021). Estes trabalhos apontam possibilidades para a vinculação de conhecimentos como termodinâmica, radiações e entropia, para compreender questões socioambientais considerando sua complexidade e dinamicidade, dentre as quais pode-se citar as mudanças climáticas, produção de energia elétrica e a gestão de recursos naturais.

Ao considerar a importância de que a EA esteja presente de maneira articulada às diferentes disciplinas da educação básica e o fato de que a comunidade científica já inicia o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a aproximação entre a EA e a Física, é importante analisar como os documentos norteadores do currículo propõem a abordagem e aproximação dessas áreas. Tais documentos subsidiam a construção e o desenvolvimento de propostas didáticas e práticas pedagógicas, influenciando as escolhas de professores sobre o que incluir em suas aulas. Ademais, considerando os desafios para a implementação da EA em contexto escolar, estudos consideram que a sua garantia legal em documentos estruturantes da educação básica brasileira é um dos pilares necessários para o enfrentamento de tais entraves (Aquino; Iared, 2023).

Dentre esses documentos, destacamos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), diretriz desenvolvida pelo Ministério da Educação para nortear a elaboração de currículos em todo o território nacional, envolvendo todos os níveis da educação básica. A BNCC apresenta um conjunto de conhecimentos, competências e habilidades a serem desenvolvidas por todos os estudantes do país ao longo da escolaridade básica (Brasil, 2018).

Diante do exposto, a realização dessa pesquisa foi norteada pelas seguintes questões: Que temas socioambientais estão presentes na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC, etapa do Ensino Médio? Que subsídios o documento oferece para a interlocução destes temas ao ensino de Física?

Breve contextualização sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A elaboração de uma base de conteúdos comuns para todo o Brasil já é prevista desde o ano de 1996, como pode ser observado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) - Lei nº 9.394, na qual é estabelecido que as propostas curriculares dos Ensinos Fundamental e Médio “devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela” (Brasil, 1996).

Em 2014, a ideia de uma base curricular nacional é renovada pelo Plano Nacional de Educação (PNE)³ cujas metas estabelecidas para a melhoria da educação básica brasileira faziam referência a uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em 2015, iniciaram-se as movimentações para a elaboração desse documento, cuja terceira versão foi homologada em 2017, para a Educação infantil e o Ensino Fundamental, e em 2018, para o Ensino Médio.

Desde as suas primeiras versões, publicadas nos anos de 2015 e 2016, a BNCC apresentava indícios de uma educação voltada para o desenvolvimento de competências relacionadas ao mundo do trabalho, adequando a educação brasileira a parâmetros internacionais de desempenho. De acordo com Bittencourt e Carmo (2020, p. 202), a formação crítica e emancipatória perde espaço no campo educacional, uma vez que a BNCC [...] direciona os interesses de aprendizagem para atender ao mercado de trabalho, cujo objetivo é formar indivíduos que forneçam mão de obra barata e flexível e que se adaptem de maneira mais fácil a diferentes situações”.

A produção da terceira versão, concluída e homologada em 2018, é marcada por alterações tanto nos responsáveis por sua elaboração, majoritariamente provenientes do setor privado, quanto em seu conteúdo, que assume tendências de uma educação empresarial e conservadora (Piccinini; Andrade, 2018; D’Ávila; Lima, 2020). A maior influência do setor privado na última versão da BNCC fez com que o documento assumisse os interesses dos referidos agentes, sendo pautado por tendências neoliberais, nas quais a educação é vista como um negócio rentável, e o ensino é voltado para atender as necessidades do capital (D’Ávila, 2018; Vasconcelos; Magalhães; Martineli, 2021).

Ressaltamos que os agentes, públicos e privados, envolvidos na criação e implementação da BNCC, não estão alheios ao fato de que os currículos escolares são instrumentos fundamentais para a formação humana e carregam, em sua elaboração, um determinado projeto de sociedade (Branco; Zanatta, 2021). Portanto, é legítima a preocupação de que a educação continue sendo utilizada como um instrumento de manutenção de poder de classes dominantes, dado que currículos são utilizados, também, como ferramentas para controle social (Lopes; Macedo, 2011). Assim, por não estar

³ Plano desenvolvido pelo Ministério da Educação, onde são definidas diretrizes, metas e estratégias para políticas educacionais. Mais informações podem ser encontradas no site: <https://pne.mec.gov.br>

desvinculado das estruturas econômicas e sociais, a concepção e a construção curricular estão submersas em um processo de disputa de poder e o currículo pode ser “[...] a expressão do equilíbrio de interesses e forças que gravitam sobre o sistema educativo num dado momento” (Sacristán, 2000, p. 17).

Entendemos que a BNCC em si não é um currículo, mas dado seu caráter norteador e a sua obrigatoriedade, os currículos da educação básica passam a ser produzidos a partir dela e, por conseguinte, são atravessados por seus valores e interesses. Ou seja, centrada em competências e habilidades que não favorecem uma formação emancipatória dos alunos, compreendemos que a Base se constitui enquanto subsídio para a elaboração de um currículo que vai na contramão de uma formação crítica (Bittencourt; Carmo, 2020). Com isso, nos interessa, de forma particular, compreender como os temas socioambientais são incorporados ao documento e se a abordagem dos mesmos no documento alinha-se a essa perspectiva conservadora.

A EA, por sua vez, também sofre com crescente onda neoliberal na educação, pois o discurso ambiental e o desenvolvimento sustentável são apropriados por governos e grupos empresariais, promovendo um discurso sobre a busca por uma sociedade mais sustentável, sem alterar seu modelo de desenvolvimento hegemônico neoliberal (Costa; Valverde; Campelo Junior, 2023).

Algumas limitações relacionadas com a abordagem da EA na BNCC, nas etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental, já foram identificadas por pesquisadores da área. Pesquisas apontam que nesses níveis de ensino, o documento trata a EA majoritariamente por uma perspectiva ecológica, desconsiderando sua dimensão política, o histórico e a importância dos movimentos ambientalistas e dos povos originários para o meio ambiente (Behrend; Cousin; Galiazzi, 2018; Barbosa; Oliveira, 2020). Pesquisas relacionadas à EA na BNCC para o Ensino Médio também estão sendo produzidas, e apontam que os conteúdos relacionados a EA abordam a mesma de maneira naturalista, desconsiderando sua dimensão transversal e interdisciplinar (Oliveira; Royer, 2019; Lustosa; Gomes; Carvalho, 2023). Ademais, esses pesquisadores chamam a atenção para a ausência do próprio termo Educação Ambiental (citado uma única vez em todo o documento), culminando em uma abordagem superficial e fragmentada (Aquino; Iared, 2023).

Outras pesquisas que investigam relações entre EA e os componentes curriculares propostos na BNCC, como História (Rodrigues; Machado, 2023), Geografia (Lelis; Pedroso, 2021), Química (Duarte et al., 2023), Matemática (Jesus; Conceição; Oliveira, 2020) e Educação Física (Santos; Keim; Domingues, 2021) também vêm sendo desenvolvidas. Tais investigações buscam, nas competências e habilidades estabelecidas pelo documento, por elementos que evidenciam possibilidades de articulação de tais áreas com diferentes aspectos das questões socioambientais.

As referidas pesquisas encontraram indicações pontuais para que as questões socioambientais sejam incluídas na maioria dos componentes curriculares, mas evidenciam que ainda existem limitações. Dentre elas, pode-se citar: a contradição presente na BNCC, na qual o meio ambiente é tratado como um tema transversal, mas não está presente nos objetos de conhecimento de todas as disciplinas; a necessidade de um olhar crítico por parte dos professores para superar as visões lineares e reducionistas presentes na BNCC e a falta de indicações e referenciais mais claros sobre como relacionar as questões socioambientais aos conteúdos específicos de cada área.

Pesquisas voltadas especificamente para explorar as relações entre a EA e a disciplina de Física estabelecidas na BNCC ainda são escassas. Nas buscas realizadas junto ao Portal de Periódicos da Capes para a construção da revisão bibliográfica que fundamentou esta pesquisa, por exemplo, não identificamos trabalhos que analisem a abordagem das questões socioambientais na BNCC pelo viés da Física. Com isso, ressaltamos o diferencial deste trabalho em relação aos demais apresentados, trazendo elementos que nos ajudem a refletir especificamente sobre as contribuições que a BNCC oferece (ou não) para a abordagem de temáticas socioambientais em aulas de Física.

Portanto, esse cenário justifica a realização de investigações que evidenciem as possibilidades, e limitações, presentes na BNCC para a inclusão da EA nas aulas de Física, a fim de contribuir para que a EA escolar seja também incorporada a esse componente curricular. Assim, o objetivo desta pesquisa foi o de identificar os temas socioambientais presentes na BNCC, e analisar os subsídios que o documento oferece para a interlocução de tais temáticas ao ensino de Física.

Aspectos Metodológicos

Esta é uma pesquisa qualitativa de natureza documental (Lüdke; André, 1986), na qual o documento analisado foi a terceira versão da BNCC, homologada em 2018. Considerando o objetivo desta investigação, foi selecionado, como recorte do documento, a seção destinada às Ciências da Natureza, da Etapa do Ensino Médio, parte do documento na qual se encontram as diretrizes voltadas para as aulas de Física.

A análise foi realizada com aporte teórico-metodológico da análise de conteúdo, técnica de análise que permite, por meio de procedimentos sistemáticos de descrição do objeto de estudo, a inferência de conhecimentos sobre as condições de sua produção (Bardin, 2011).

Dentre as técnicas que compõem a análise de conteúdo, para esta pesquisa utilizamos a temática. Ela é realizada por operações de desmembramento do texto em unidades, onde o objeto de interesse está presente, que, posteriormente, são agrupadas em categorias. Esse processo é dividido em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos, inferências e interpretações (Bardin, 2011).

Durante a pré-análise, foi feita a leitura na íntegra da BNCC, com objetivo de conhecer a estrutura do material. Em seguida, na exploração do material, a atenção foi mais direcionada para o recorte de interesse da pesquisa, a Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Etapa do Ensino Médio. A partir dessa leitura, foram selecionadas as unidades de registro, palavras ou termos que remetessem à EA ou à temática socioambiental. A partir das unidades de registro, foram selecionadas as unidades de contexto, formadas por trechos do documento onde as unidades de registro estavam inseridas, como frases ou parágrafos, que permitiram entender o sentido dos termos no documento. No recorte investigado, foram encontradas 28 unidades de contexto, que compõem o corpo de análise, que foi submetido ao processo de categorização. Essas unidades foram organizadas em duas categorias principais.

Por fim, durante o tratamento dos resultados e inferências, as categorias passaram por um processo de análise minuciosa, a fim de identificar elementos presentes no texto,

que vão além do que se percebe em sua superfície, e elaborar reflexões que contribuíram para responder às problemáticas que motivaram essa investigação.

Resultados e discussões

No total, foram identificadas 28 unidades de contexto onde a temática socioambiental é mencionada na BNCC, área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O Quadro 1 mostra a distribuição dessas unidades em cada uma das categorias.

Quadro 1 - Distribuição das unidades por categoria.

Categoria	Subcategorias	Número de unidades
Interação entre a tecnologia e o meio ambiente	O uso de dispositivos tecnológicos pautado pela sustentabilidade	7
	Estudo dos impactos da tecnologia no ambiente	9
Construção e sistematização de conhecimentos conceituais para a compreensão e o enfrentamento de problemas socioambientais		12

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A primeira categoria reúne os excertos em que são estabelecidas relações entre a tecnologia e o meio ambiente, sendo, ainda, dividida em duas subcategorias. A primeira subcategoria organiza as unidades nas quais a BNCC propõe a utilização, o desenvolvimento e o aprimoramento de dispositivos tecnológicos, tendo como base a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável. Nas unidades agrupadas nessa subcategoria, foram observadas duas tendências principais, o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC's) e o aperfeiçoamento de tecnologias e processos produtivos existentes.

Na primeira tendência, o foco está nos dispositivos relacionados às TDIC's e seu uso para comunicar, promover debates e propor intervenções. A relação com a temática socioambiental surge quando o documento sugere o uso dos TDIC's para a participação e a promoção de debates envolvendo temas ambientais, como mostra o exemplo:

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou

interpretando textos, gráficos tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, **tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental** (Brasil, 2018, p. 559, grifo nosso).

Essa associação tem se mostrado profícua, e estudos indicam que o uso de TDIC's em práticas pedagógicas, apesar de ainda enfrentar obstáculos, contribui para a formação da consciência socioambiental e do desenvolvimento do pensamento crítico em relação aos problemas socioambientais (Araujo; Benati, 2018; Silva; Lima, 2019). Ressaltamos, entretanto, que o mero uso dos TDIC's não leva à consciência socioambiental crítica, e que tal fato necessita que os professores os utilizem tendo como base tais valores e concepções de EA, que não são, necessariamente, os mesmos presentes na BNCC.

A segunda tendência observada nesta subcategoria é a de utilizar os conhecimentos escolares para repensar as tecnologias e os modelos de produção já existentes, de modo a torná-los mais sustentáveis, como ilustra o trecho a seguir:

(EM13CNT102) **Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade**, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, **considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos** (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

As noções de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável são alvo de debate no campo da EA. A ideia de sustentabilidade vai ao encontro do pensamento de caráter reformista, no qual apenas alterações e adaptações no modelo de produção capitalista seriam o suficientes para se alcançar o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, sem questionar seus valores e desconsiderando que esse modelo, desde sua implementação, mostrou-se ecologicamente predatório (Tozoni-Reis, 2011).

Relações mais explícitas com conteúdos de Física foram encontradas em quatro das sete unidades que compõem a subcategoria, nas quais são citadas as relações entre matéria e energia, a termodinâmica e os equipamentos envolvidos na produção e utilização da energia elétrica, como exemplificado a seguir:

((EM13CNT107) **Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade** (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

Esse tratamento das temáticas socioambientais, relacionando a sustentabilidade à noção de produtividade e desenvolvimento, aliado ao fato de que instituições privadas passaram a ter muita influência na elaboração da terceira versão da Base, evidenciam as tendências neoliberais presentes no documento, nas quais a educação assume o papel de suprir as demandas do capital (Vasconcelos; Magalhães; Martineli, 2021).

Na segunda subcategoria, foram reunidas as unidades que propõem estudos dos impactos, positivos ou negativos, do desenvolvimento técnico-científico no meio ambiente. O trecho a seguir mostra um recorte em que o texto da BNCC reconhece que a ciência e a tecnologia podem oferecer impactos ao meio ambiente:

((EM13CNT106) **Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais** (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

Considerar as consequências do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade e o meio ambiente contribui para desmistificar a ideia de que a ciência e a tecnologia seriam neutras e com a capacidade de solucionar todos os problemas enfrentados pela sociedade (Auler, 2002). Todavia, apesar de considerar os possíveis impactos do desenvolvimento tecnológico para a sociedade e meio ambiente, no trecho anterior é possível identificar a perspectiva de que será na própria tecnologia que a sociedade encontrará as respostas para a “solução” deste problema, como se esta fosse uma relação simples e linear.

Combater essa perspectiva redentora, ou salvacionista, normalmente atribuída à ciência e à tecnologia é importante para avançar nas reflexões sobre a ideia de progresso, que tende a priorizar o crescimento econômico e tecnológico em detrimento da preservação ambiental ou bem-estar social (Auler, 2002). O desenvolvimento técnico-científico é um

empreendimento humano e, dessa forma, está enviesado por valores e interesses dos grupos nos quais é feito.

Em outros trechos identificamos posicionamentos que tendem a superar essa compreensão ao se aproximarem da perspectiva adotada pelo ensino com orientação ciência, tecnologia e sociedade (CTS), abordagem que procura relacionar conceitos da ciência e da tecnologia, inserindo-os em contextos sociais reais, evidenciando a relevância social desses temas (Martins, 2020). Citamos como exemplo:

(EM13CNT309) **Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais**, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais (Brasil, 2018, p. 560, grifo nosso).

Dando continuidade às análises, identificamos a presença de conteúdos de Física em cinco das 10 unidades da subcategoria. Novamente o tema da energia elétrica é predominante, sendo parte de todas as unidades em que a aproximação dos temas socioambientais com a Física acontece. No exemplo a seguir, a BNCC menciona os impactos ambientais dos equipamentos elétricos e eletrônicos, seguindo a mesma tendência das abordagens debatidas anteriormente:

(EM13CNT308) **Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação** para compreender as tecnologias contemporâneas e **avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais** (Brasil, 2018, p. 560, grifo nosso).

A segunda categoria é composta pelas unidades em que a BNCC busca estabelecer como conhecimentos conceituais das disciplinas que compõem o currículo podem contribuir para a compreensão de temáticas socioambientais e para a busca de soluções para os problemas ambientais.

As primeiras unidades da categoria apresentam as finalidades e aplicações dos conteúdos da Área de Ciências da Natureza de modo geral, nas quais se observa a inclusão das dimensões sociais e ambientais, como mostra o excerto a seguir:

Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, **além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais** (Brasil, 2018, p. 548, grifo nosso).

Consideramos que a abordagem presente neste excerto se mostra reducionista, pois implica na compreensão de que os conhecimentos específicos adquiridos no processo de ensino e aprendizagem podem ser simplesmente aplicados na resolução dos problemas ambientais. Apesar da importância dos conhecimentos científicos para a compreensão das temáticas socioambientais, torna-se um equívoco afirmar que apenas a sua aquisição seja suficiente para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com o combate aos problemas socioambientais atuais, em uma relação de causa e efeito (Leite, 2019). Concatenar conteúdos específicos com suas aplicações envolve, entre outros fatores, inserir nas aulas os contextos socioculturais dos estudantes, de modo que tais conteúdos passem a ter maior significado para eles e permitam um melhor entendimento de sua realidade concreta (Halmenschlager; Delizoicov, 2017).

As demais unidades dão continuidade ao que a supracitada apresenta, estabelecendo uma relação entre conhecimentos específicos de diferentes disciplinas e temáticas socioambientais. Dentre essas unidades, temos como exemplo os trechos abaixo:

Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, **ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas** (Brasil, 2018, p. 549, grifo nosso).

(EM13CNT103) **Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação** em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, **no ambiente**, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

(EM13CNT104) **Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos**, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e **propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis** (Brasil, 2018, p. 555, grifo nosso).

A primeira unidade trata dos ciclos biogeoquímicos, conteúdo normalmente associado à disciplina de Biologia, e estabelece uma relação entre eles e as mudanças climáticas e o efeito estufa. A segunda, que aborda as radiações e as implicações de sua utilização para o ambiente, pode ser relacionada à disciplina de Física. Por fim, a terceira unidade, que relaciona a composição, reatividade e toxicidade dos materiais com o descarte adequado de resíduos, foi redigida de modo que essa problemática seja desenvolvida na disciplina de Química.

Apesar de temáticas socioambientais distintas estarem associadas a conhecimentos específicos que se articulam às três disciplinas da Área de Ciências da Natureza, Física, Química e Biologia, a abordagem compartimentalizada apresenta fragilidades, como a falta da transversalidade das temáticas socioambientais, a predominância da racionalidade técnica no ensino e a ideia de que a aquisição de novos conhecimentos é suficiente para a compreensão de temáticas socioambientais.

Mesmo distribuída em todos os componentes curriculares da área (de forma pontual), a temática socioambiental perde sua transversalidade, pois cada disciplina fica a cargo de trabalhar com uma questão socioambiental isolada, desconsiderando as contribuições de outras áreas para a compreensão do problema em questão. Além disso, essa abordagem se mostra reducionista, pois implica que uma única área possui todos os conhecimentos necessários para a solução de uma questão socioambiental.

Percebemos, ainda, que dada a forma como as unidades acima foram redigidas, entende-se que cada conhecimento isolado possui a capacidade e a finalidade para ser aplicado na solução de uma questão específica. Essa perspectiva se aproxima de um ensino que favorece a racionalidade técnica, na qual a realidade pode ser enquadrada em esquemas pré-estabelecidos, desconsiderando suas complexidades, dinamicidade, conflitos e incertezas, e a solução de um determinado problema pode ser alcançada de maneira instrumental, através da aplicação de teorias e conhecimentos científicos (Gasparelo; Schneckenberg, 2017; Diniz-Pereira, 2014).

No que se refere ao ensino de Física, essa contextualização se faz pouco presente na BNCC que, segundo a análise de Mozena e Ostermann (2016), ainda prioriza a abordagem dos conteúdos tradicionais da Física clássica e, apesar da aparente preocupação impressa no

texto, não considera a construção histórica do conhecimento nem a pluralidade de contextos sociais, históricos e culturais do Brasil.

De modo geral, a análise das duas categorias nos revela que a relação entre a Física e as questões socioambientais na BNCC sofre com problemas identificados, também, nas pesquisas envolvendo outros componentes curriculares. As indicações se mostram pontuais e relacionadas a uma quantidade pequena de conteúdos, além de se mostrarem insuficientes para que essa relação ocorra de fato, carecendo de maior aprofundamento e um estudo crítico por parte dos professores, caso busquem superar as concepções reducionistas de EA impressas na BNCC.

Considerações Finais

Nesta pesquisa, buscamos identificar as temáticas socioambientais presentes na BNCC e analisar os subsídios que o documento oferece para a abordagem de tais temáticas em aulas de Física. Para isso, foi realizada uma análise da seção de Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC do Ensino Médio, com amparo teórico-metodológico da análise de conteúdo.

Através da elaboração de duas categorias de análise, foi possível constatar que a terceira versão da BNCC do Ensino Médio ainda constrói relações limitadas entre a temática socioambiental e a Física, principalmente em relação às possibilidades que já vêm sendo apontadas por pesquisadores das áreas da EA e do ensino de Física. Foi possível avaliar que o documento prioriza uma abordagem técnica e instrumentalizada para os temas socioambientais.

Em relação às pautas socioambientais apresentadas, observou-se uma prevalência do desenvolvimento sustentável, e as relações com a Física surgem, majoritariamente, associadas ao aprimoramento da eficiência de matrizes energéticas e equipamentos elétricos que contribuam com um futuro sustentável. Assim, é nítida a preferência de se realizar essa aproximação através da eletricidade, relacionando o conteúdo com sua produção, utilização e eficiência. Os demais conteúdos identificados, termodinâmica e radiações, surgem de maneira pontual e sem maiores desenvolvimentos.

Por ser um documento norteador para a elaboração dos currículos escolares em diversos contextos, entendemos que os direcionamentos da BNCC devem apresentar uma formulação mais generalista e abrangente. Contudo, a ausência de referenciais e metodologias mais claras, no que tange à EA, não deixam de ser deficiências identificadas no documento.

Por fim, indicamos que uma proposta de aprofundamento para esta pesquisa seria analisar as mesmas questões investigadas aqui, porém focando nas propostas curriculares estaduais e municipais, elaboradas a partir da BNCC. Esses documentos podem mostrar como as diretrizes nacionais são adaptadas a contextos locais.

Referências

AQUINO, Bruna Aparecida Silva; IARED, Valéria. Educação ambiental e BNCC: uma análise dos estudos publicados. **Revista Sergipana De Educação Ambiental**, São Cristóvão, v. 10, p. 1–17, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47401/revisea.v10.18244>, acesso em: 05 jul 2024.

ARAUJO, Luana Ribeiro Pinto; BENATI, Katia Regina. Limites e possibilidades do uso das TIC como ferramenta para a educação ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 17, e7, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236130834847>. Acesso em: 06 mar. 2024

AULER, Décio. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 1 ed. São Paulo: Almedina, 2011.

BARBOSA, Giovani; OLIVEIRA, Caroline Terra de. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 37, n. 1, 2020. p. 323-335. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v37i1.11000>. Acesso em: 01 mar. 2024.

BITTENCOURT, Mariana Ferreira; CARMO, Edinaldo Medeiros. A abordagem da Educação Ambiental na segunda e na terceira versão da Base Nacional Comum Curricular. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 38, n. 2, 2021, p. 200–216. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v38i2.12737>. Acesso em: 04 jul. 2024.

BEHREND, Danielle; COUSIN, Claudia Silva; GALIAZZI, Maria do Carmo. Base nacional comum curricular: o que se mostra de referência à educação ambiental? **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 23, n. 2, 2018, p. 74-89. Disponível em:

<https://doi.org/10.14295/ambeduc.v23i2.8425>. Acesso em: 01 mar. 2024.

BRANCO, Emerson Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, [S. l.] v. 4, n. 3, p. 58-77, 3 mar. 2021. Disponível em:

<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12114>. Acesso em: 02 jul. 2024.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1981.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1999.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CARVALHO, Luiz Marcelo de. O discurso ambientalista e a educação ambiental: relações com o ensino das ciências da natureza. In: Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**Belo Horizonte: Universidade Federal de Belo Horizonte, 2007, v. 1. p. 1-15.

COSTA, Adler Santos Garcia; VALVERDE, Luiz Henrique Ortelhado; CAMPELO JUNIOR, Marcos Vinicius. O discurso da educação ambiental no neoliberalismo: o campo social, as políticas públicas e reorientações possíveis. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 1–17, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15687/rec.v16i1.66124>. Acesso em: 02 jul. 2024.

D'ÁVILA, Jaqueline Boeno. **As influências dos agentes públicos e privados no processo de elaboração da Base Nacional Comum Curricular**. 2018. 129 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação - Mestrado - Irati) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2018.

D'ÁVILA, Jaqueline Boeno; LIMA, Michelle Fernandes. Agentes públicos e privados no processo de elaboração da Base Nacional Comum Curricular. **Educação em Debate**, Fortaleza, n. 82, p. 55-72, 2020. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/educacaoemdebate/article/view/72608>. Acesso em: 12 mar. 2024.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 34–42, 12 jun. 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/15>. Acesso em: 22 mar. 2024.

DUARTE, Cristiane Aparecida de Jesus, et al. Hortas: estudo de solos na área de ciências ambientais no componente curricular de Química do ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 18, n. 7, p. 344–365, 12 dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/15236>. Acesso em: 22 jun. 2024.

GASPARELO, Rayane Regina Scheidt; SCHNECKENBERG, Marisa. Formação continuada de professores: racionalidade técnica versus desenvolvimento profissional. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, p. 1119–1134, 1 nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10185>. Acesso em: 22 mar. 2024.

GUIMARÃES, Roberto Pereira. A ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento. In: VIANA, Gilney et al. (Org.) **O desafio da sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001.

HALMENSCHLAGER, Karine Raquel; DELIZOICOV, Demétrio. Abordagem temática no ensino de ciências: caracterização de propostas destinadas ao ensino médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 305–330, 24 nov. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n2p305>. Acesso em: 12 mar. 2024.

JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrFtmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 mar. 2024.

JESUS, Flavio Pereira de; CONCEIÇÃO, Elcione Ramos da; OLIVEIRA, Lilian Pittol Firme de. Educação matemática e educação ambiental nos anos finais do Ensino Fundamental: relações possíveis no cotidiano escolar. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 15, n. 42, 2020. DOI: 10.47385/cadunifoa.v15.n42.3249. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3249>. Acesso em: 2 jul. 2024.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. Pandemias, colapso climático, antiecológico: Educação Ambiental entre as emergências de um ecocídio apocalíptico. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 1–30, 28 jul. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10861>. Acesso em: 2 jul. 2024.

LELIS, Diego Andrade de Jesus; PEDROSO, Daniele Saheb. As correntes da Geografia e da Educação Ambiental presentes na BNCC e nas DCNEA. **Revista Sergipana de Educação**

Ambiental, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–20, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufs.br/revisea/article/view/15871>. Acesso em: 1 jul. 2024

LEITE, Danielle Aparecida Reis. **A temática ambiental na formação inicial de professores: análise de cursos de Licenciatura em Física de Instituições de Ensino Superior localizadas no estado de São Paulo**. 2019. 266 f. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019.

LEITE, Danielle Aparecida Reis; SILVA, Luciano Fernandes. Abordagens para a temática ambiental em cursos de licenciatura em Física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21045, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210044>. Acesso em: 04 out. 2023.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUSTOSA, Thalia Pereira; GOMES, Patrine Nunes; CARVALHO, Cecília de Souza. A abordagem da educação ambiental na Base Nacional Comum Curricular (BNCC): o que se mostra na etapa de Ensino Médio. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça v. 12, n. 1, p. 1–14, 8 mar. 2023. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/18293. Acesso em: 28 jun. 2024.

MARTINS, Isabele P. Revisitando orientações CTS/CTSA na educação e no ensino das ciências. **APeDuC Revista - Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 13–29, 22 abr. 2020. Disponível em: <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63>. Acesso em: 06 mar. 2024.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 33, n. 2, p. 327–332, ago. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n2p327>. Acesso em: 08 mar. 2024.

OLIVEIRA, Elaine Toná de; ROYER, Marcia Regina. A Educação Ambiental no contexto da BNCC para o Ensino Médio. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v. 10, n. 30, p. 57–78, 2019. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/3717>. Acesso em: 28 jun. 2024.

PICCININI, Cláudia Lino; ANDRADE, Maria Carolina Pires de. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 34–50, 2018.

Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/124>. Acesso em: 2 jul. 2024.

REIS, Danielle Aparecida dos; SILVA, Luciano Fernandes; FIGUEIREDO, Newton. As complexidades inerentes ao tema “mudanças climáticas”: desafios e perspectivas para o ensino de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 535-554, set-dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170301>. Acesso em: 01 out. 2023.

RODRIGUES, Cíntia Régia; MACHADO, Leticia Stiehler. Educação ambiental e ensino de História: limites e possibilidades. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 250–270, 18 ago. 2023. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/14708>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SACRISTÁN, Jose Gimeno. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; CARVALHO, Luiz Marcelo de; LEVINSON, Ralph. A Dimensão Política da Educação Ambiental em Investigações de Revistas Brasileiras de Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 199-213, 2014. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1541130/1/2702-6417-1-PB.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2024.

SANTOS, Reard Michel; KEIM, Ernesto Jacob; DOMINGUES, Soraya Corrêa. Educação ambiental uma proposta emancipatória na educação física escolar. **Dialogia**, [S. l.], n. 38, p. e18614, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/18614>. Acesso em: 2 jul. 2024.

SILVA, Luciano Fernandes. **A temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso**. 2001. 186 f. Dissertação (Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.

SILVA, Thaiane Firmino da; LIMA, Maria Érica de Oliveira. Mídia-educação na escola: desafios na associação entre TIC e educação ambiental. **Revista Comunicação, Cultura e Sociedade**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 117–135, 14 mai. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ccs/article/view/4235/3570>. Acesso em: 06 mar. 2024.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Educação e sustentabilidade: relações possíveis. **Olhar de professor**, Ponta Grossa, n. 14(2), p. 293-308, 2011. Disponível em: <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor>. Acesso em: 02 jul. 2024.

VASCONCELOS, Carolina de Moura; MAGALHÃES, Carlos Henrique Ferreira; MARTINELLI, Telma Adriana Pacifico. A influência neoliberal nas políticas educacionais brasileiras: um olhar sobre a BNCC. **Eccos - Revista Científica**, São Paulo, n. 58, p. 1-18, e10726, jul./set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/eccos.n58.10726>. Acesso em: 4 jul. 2024.

WATANABE-CARMELLO, Giselle. **Aspectos da complexidade**: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental. 2012. 246 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Submetido em: 04/04/2024

Publicado em: 17/04/2025