

Educação ambiental e ensino de física: Articulações construídas pela produção acadêmica brasileira

Natália Carolina Ribeiro de Oliveira¹ e Danielle Aparecida Reis Leite²

¹Licencianda em Física, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil, nribeiro652@gmail.com. ²Docente da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil, danielle.reis@uftm.edu.br.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi o de identificar e analisar as relações entre a Educação Ambiental (EA) e o ensino de Física, estabelecidas em teses e dissertações, a fim de compreender as possibilidades apresentadas por esses trabalhos para o desenvolvimento de práticas de EA articuladas ao ensino de Física na Educação Básica. O *corpus* documental, composto por 13 dissertações de mestrado, foi definido através do banco de dados do "Projeto EArte" que, atualmente, reúne 4520 teses e dissertações em EA produzidas no Brasil no período de 1981 a 2016. Para análise dessas dissertações foram adotados os procedimentos propostos pela Análise de Conteúdo, sendo elaboradas três categorias: 1) Temas Ambientais para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física; 2) Abordagens Curriculares para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física; 3) Abordagens metodológicas para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física. Com esses resultados, conclui-se que as categorias elaboradas a partir dos dados indicam caminhos teórico-metodológicos que viabilizam a integração entre a EA e o ensino Física, oferecendo os subsídios para a elaboração de práticas de Educação Ambiental em aulas de Física na Educação Básica.

Palavras-chave: ensino de física, educação ambiental, teses e dissertações.

Title: Environmental education and physics teaching: Articulations established by Brazilian academic production

Abstract: This paper presents some results related to a research with thesis and dissertations in the field of Environmental Education (EE). The aim of research was to identify and analyze the relationship between EE and Physics teaching established in theses and dissertations, analyzing the trends and possibilities presented by these works for the development of EE practices linked to teaching of Physics in Basic Education. The documentary corpus is composed of 13 master's degree dissertations and was defined through the "Projeto EArte" database, which currently brings together 4520 theses and dissertations in EE produced in Brazil from 1981 to 2016. For the analysis of these dissertations, the following were adopted the procedures proposed by Content Analysis. Through this analysis, three categories were developed: 1) Environmental Themes for the development of Environmental Education practices in Physics teaching; 2) Curriculares approaches for the development of EE practices in the teaching of Physics; 3) Methodological approaches to the development of EE practices in the teaching of Physics. With these results, it is concluded that the categories elaborated from the

data indicate some theoretical-methodological paths that enable the integration between EE and Physical education, offering the subsidies for the elaboration of Environmental Education practices in Physics in Basic Education.

Keywords: physics teaching, environmental education, thesis and dissertations.

Introdução

A relevância da problemática ambiental no mundo contemporâneo tem incentivado a produção de pesquisas em diferentes áreas do conhecimento, em âmbito nacional e internacional. O campo de pesquisa em Educação tem-se mobilizado na construção de investigações vinculadas ao tema, sendo que uma parte significativa dessa produção apresenta as contribuições do processo educativo para o enfrentamento dos problemas ambientais (Carvalho, 2006; 2015).

Zuin, Farias e Freitas (2009) pontuam que as primeiras discussões sobre a integração da dimensão ambiental nas propostas curriculares dos diferentes níveis de ensino iniciaram-se há mais de quarenta anos, na Conferência de Tbilisi. Nesse encontro, os debates preconizavam que a Educação Ambiental (EA):

[...] deve abranger todos os níveis da educação escolar, adotando um enfoque global e fundamentado numa ampla base interdisciplinar, a partir da qual se reconhece existir uma profunda interdependência entre fatores ecológicos, sociais econômicos e culturais (Zuin, Farias e Freitas, 2009, p. 553).

No Brasil, as recomendações para a presença da EA na Educação Básica e Superior são enfatizadas, inclusive, por normas, leis e diretrizes. Esses instrumentos apresentam a EA como um componente essencial e permanente da educação brasileira e que deve estar presente em todos os seus níveis e modalidades, de forma transversal (Lei n. 6.938, 1981; Lei n. 9.795, 1999; Resolução CNE/CP n. 2/2012, 2012). Para Fracalanza (2004), a EA desenvolvida nas diferentes instituições de ensino deve ter um caráter interdisciplinar e perfil pluridimensional, devido à complexidade e a abrangência dos problemas ambientais.

Entretanto, ainda é muito comum designar a áreas do conhecimento específicas a responsabilidade pelo desenvolvimento de práticas de EA. Ao ser incorporada na Educação Básica, a EA geralmente se restringe às disciplinas que tradicionalmente são relacionadas ao meio ambiente. Santos, Carvalho e Levinson (2014) corroboram essa informação ao apresentarem que, apesar do seu caráter interdisciplinar, a inserção da EA no contexto escolar é realizada com maior frequência através das disciplinas Ciências Biológicas e Geografia:

Qualquer análise quanto a tendências da EA no Brasil, certamente identifica um amplo consenso quanto à natureza interdisciplinar e esforços, do ponto de vista de políticas públicas, para implementar uma perspectiva transversal para a EA no contexto escolar. No entanto, as análises quanto à incorporação da temática ambiental

pelas escolas têm indicado, como bastante comum, a tendência em atribuir-se às disciplinas de Ciências da Natureza e Geografia no Ensino Fundamental e de Biologia e Geografia no Ensino Médio a responsabilidade maior por esta tarefa (Santos, Carvalho e Levinson, 2014, p. 201).

Ao contrário dessa tendência apresentada pelos autores anteriormente referenciados, entende-se que a abordagem de temas ambientais no contexto escolar deve privilegiar a integração curricular e ser realizada por todas as disciplinas, inclusive a Física (Reis, Silva e Figueiredo, 2015; Leite, 2019; Leite e Silva, 2020; 2021).

Ao apresentar os pressupostos de uma Educação Ambiental Crítica, Complexa e Reflexiva, Watanabe (2012) reforça a necessidade de que as discussões sobre as questões ambientais, embasadas científica e socialmente, estejam presentes na sala de aula, inclusive em articulação com a Física. Assim, a autora apresenta as possibilidades oferecidas pelo ensino de Física para o tratamento das questões ambientais na escola a formação mais crítica e reflexiva dos estudantes, subsidiada por uma visão de mundo complexa. Conforme apresentado por Leite (2019):

A Física do não equilíbrio, por exemplo, fornece os subsídios necessários para o entendimento do meio ambiente por um viés complexo. Assim, contribui-se para que a dinamicidade da Natureza, a irreversibilidade dos fenômenos naturais, as indeterminações e incertezas que acompanham as transformações do meio ambiente e as múltiplas e complexas interações estabelecidas entre os constituintes do sistema terrestre, em seus diferentes níveis de organização, sejam reveladas. A partir dessa abordagem, as complexidades associadas aos aspectos político, econômico e social da temática ambiental também podem ser exploradas nas aulas de Física (Leite, 2019, p. 22).

Contudo, ainda é comum identificar algumas dificuldades para compreender as possibilidades de articulação da EA ao ensino de Física (Leite e Silva, 2021). Para Leite (2019), essa dificuldade pode estar associada com uma visão de mundo fragmentada e compartimentalizada que designa às áreas específicas a abordagem de temáticas consideradas a elas compatíveis. Nas palavras da pesquisadora:

Geralmente, nossas reflexões, escolhas e atitudes são respaldadas por um pensamento que separa, compartimentaliza e nos instrumentaliza para lidar com as diferentes situações com as quais nos deparamos em nosso dia a dia. Arriscamos afirmar que essa visão racionalista e disciplinar molda em muitos professores uma identidade epistemológica que – em muitos casos – ajuda a explicar a sensação de que determinados problemas específicos, como os socioambientais, por exemplo, não fazem parte do seu campo de atuação disciplinar e educativo (Leite, 2019, p. 81-82).

Essa visão pode impedir o desenvolvimento de práticas de EA pela disciplina de Física na Educação Básica brasileira (Leite e Silva, 2021), fato que justifica a construção de investigações que apresentem as distintas possibilidades para a articulação entre esses dois campos. Sendo assim, com este trabalho buscou-se responder os seguintes problemas de

pesquisa: Que articulações podem ser estabelecidas entre a Física e a EA? Que oportunidades o ensino de Física oferece para o desenvolvimento de ações de Educação Ambiental na Educação Básica?

Para responder esses questionamentos, foi realizada uma pesquisa de caráter documental, uma oportunidade para analisar o que tem sido produzido no campo de pesquisa em EA acerca da articulação entre a Educação Ambiental e o Ensino de Física. Ademais, ao sistematizar e valorizar o conhecimento sobre tal relação já produzido no Brasil, podem ser indicados caminhos concretos para a inserção da EA no ambiente escolar através de uma abordagem integral e sistêmica. Para tanto, a opção foi a de realizar um estudo a partir de teses e dissertações brasileiras em EA.

A escolha desses documentos pode ser justificada por sua baixa circulação e pela falta de incentivo à sua divulgação, assim como é pontuado por Reigota (2007), Megid Neto (2009) e Carvalho (2015). O estudo de teses e dissertações favorece a sistematização e disseminação do conhecimento produzido em determinada área, o que permite a delimitação de novos parâmetros capazes de orientar o desenvolvimento de pesquisas futuras (Reis, 2013; Lorenzetti e Delizoicov, 2007). Por fim, cabe ressaltar a articulação dessa investigação ao projeto de pesquisa "A educação ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica (dissertações e teses)" (Projeto EArte). Esse projeto é desenvolvido desde 2008 por pesquisadores provenientes de diferentes Instituições de Ensino Superior brasileiras e possui os objetivos principais de "constituir um acervo da produção acadêmica e científica, dissertações e teses, sobre Educação Ambiental, produzidas no Brasil" e "realizar estudos descritivos e analíticos dessa produção" (Carvalho, et. al., 2016, p. 18).

Tendo isso posto, destacam-se os seguintes objetivos:

- Identificar e analisar as relações entre a Educação Ambiental e o ensino de Física estabelecidas nas teses e dissertações em EA, presentes no banco de dados do Projeto EArte, produzidas no Brasil no período de 1981 a 2016;
- Analisar e discutir as possibilidades apresentadas pelo campo de pesquisa em EA para a construção de práticas educativas de Educação Ambiental articuladas ao ensino de Física na Educação Básica;

Procedimentos de pesquisa

Este é um trabalho de natureza qualitativa (Cohen, Manion e Morrison, 2000; Bogdan e Biklen, 1994) em que foi desenvolvida uma pesquisa documental do tipo Estado da Arte, uma investigação de caráter bibliográfico que visa compreender a produção de conhecimento sobre um determinado tópico objeto de análise (Ferreira, 2002). Esse tipo de pesquisa é realizado através do mapeamento e análise da produção acadêmica, como: dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e em anais de congressos e seminários.

Dentre os inúmeros fatores que justificam a importância desse tipo de estudo, destacam-se: a possibilidade de analisar as transformações

ocorridas em determinada área do saber; identificar as temáticas enfocadas em cada época, o público envolvido, os referenciais teóricos utilizados; fornecer dados sobre a "evolução" da área do conhecimento em questão ao longo de um período histórico; identificar as possíveis lacunas, tendências e perspectivas que subsidiam o desenvolvimento de pesquisas futuras (Ferreira, 2002; Lorenzetti e Delizoicov, 2007). Com isso, os pesquisadores têm recorrido às pesquisas do tipo Estado da Arte, principalmente àquelas que analisam as dissertações e teses, tanto na área da EA (Reis, 2013; Rink, 2014; Nogueira, 2016; Angeli, 2017, dentre outros), quanto na área do ensino de Física (Salem, 2012; Campos, Araújo e Amaral, 2014; Londero e Mosinahti, 2015, dentre outros).

Neste trabalho, o *corpus* documental foi elaborado através do banco de dados do Projeto "EArte" (<http://earte.net/?page=home>) que, atualmente, reúne 4520 teses e dissertações em EA defendidas no Brasil no período de 1981 a 2016. No campo específico para realização de buscas no Banco EArte, foi utilizado o termo "Física" no filtro "qualquer campo", reunindo 206 pesquisas. Os títulos, resumos e palavras-chave dessas teses e dissertações foram lidos e analisados com o intuito de selecionar aquelas que atendessem simultaneamente a dois critérios, estabelecidos a partir dos objetivos desta investigação: (a) estabelecer relações entre a EA e o Ensino de Física; (b) abranger o contexto educacional escolar, a nível da Educação Básica. Com isso, essas pesquisas foram classificadas em três agrupamentos:

- (i) 16 trabalhos que estabelecem aproximações evidentes entre a EA e o Ensino de Física, abrangendo o contexto educacional escolar, a nível da Educação Básica;
- (ii) 84 investigações cujos títulos, resumos e palavras-chave não apresentam informações suficientes para concluir que tais pesquisas estabelecem relações entre a EA e o Ensino de Física, deixando dúvidas se tais pesquisas deveriam compor o *corpus* documental;
- (iii) 106 pesquisas que foram excluídas por não estabelecerem relações entre a EA e o Ensino de Física e/ou abrangerem o contexto educacional escolar, a nível da Educação Básica.

Posteriormente, foi feita a análise dos textos completos agrupados em (i) e (ii) e selecionadas 18 dissertações e 2 teses que, de fato, atendiam aos dois critérios de seleção estabelecidos.

Para caracterizar e classificar os trabalhos reunidos no banco, o Projeto EArte apresenta quatro descritores: os dados institucionais do trabalho, o contexto educacional abrangido pela pesquisa, a área ou disciplina do currículo escolar ou curso de graduação que se vincula o trabalho realizado e o tema principal de estudo (temática ou assunto objeto de estudo na pesquisa, vinculado ao problema e objetivo da investigação). As 20 pesquisas selecionadas pertencem ao contexto educacional escolar regular, nível da Educação Básica, da área curricular de Física e possuem os temas de estudo apresentados pelo Quadro 1.

De acordo com as informações fornecidas na página eletrônica do Projeto EArte, caso o trabalho apresente mais de um tema de estudo, estes são considerados "principais" desde que tenham sido tratados de maneira

abrangente e relativamente detalhada no decorrer do trabalho, além de discutidos de modo equilibrado no estudo, sem que haja privilégio à abordagem de um ou de outro tema. No caso das teses e dissertações selecionadas para esta investigação, não foram identificados dois ou mais temas de estudo que possuíssem a mesma relevância em um mesmo trabalho. Dessa maneira, o Quadro 1 apresenta um único tema principal identificado em cada pesquisa.

Tema de estudo	Descrição	Número de Trabalhos
Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem	Pesquisas que desenvolvem estudos acerca da avaliação ou aplicação de processos, métodos, estratégias e técnicas no processo de ensino-aprendizagem em EA	13 dissertações
Recursos Didáticos	Trabalhos que analisam, propõem e/ou aplicam e avaliam novos materiais didáticos que se relacionam com a EA	2 dissertações e 1 tese
Concepções, Representações e Processos Cognitivos do Aprendiz em EA	Pesquisas que identificam as concepções de alunos acerca de aspectos relacionados com a temática ambiental ou que avaliam a evolução conceitual de estudantes que participaram de práticas de EA	2 dissertações
Trabalho e Formação de Professores	Estudos voltados para a formação inicial e continuada dos professores para atuarem em EA	1 dissertação
Fundamentos em EA	Estudos e discussões sobre fundamentos filosóficos, epistemológicos, metodológicos ou históricos em EA ou para o tratamento das questões ambientais	1 tese

Quadro 1 - Classificação do *corpus* documental de acordo com o Tema de Estudo. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Considerando que um dos objetivos desta investigação é o de analisar e discutir as possibilidades apresentadas pelas pesquisas para a construção de práticas pedagógicas de EA articuladas ao ensino de Física na Educação Básica, optou-se pela análise dos textos completos dos trabalhos que possuem o tema de estudo "Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem". Essa escolha se justifica pelo fato de que todas as 13 pesquisas que possuem esse tema de estudo apresentam propostas didáticas para o Ensino de Física na Educação Básica articuladas à EA. Os trabalhos classificados nos demais temas centram-se na apresentação, análise e discussão de aspectos que, apesar de estarem vinculados ao ensino de Física e à EA, não apresentam, de fato, propostas didáticas que viabilizem o desenvolvimento de práticas pedagógicas de EA articuladas ao ensino de Física na Educação Básica.

O Quadro 2 apresenta as principais informações dessas 13 dissertações selecionadas para análise dos textos completos.

Após a definição do *corpus* documental e a escolha das dissertações de mestrado que foram submetidas à análise dos textos completos, efetuou-se a leitura integral desses trabalhos, a fim de investigar as articulações entre a EA e o Ensino de Física estabelecidas pela produção acadêmica analisada.

Para a análise dessas dissertações, tomou-se por base os pressupostos da Análise de Conteúdo que, de acordo com Bardin (2011), consiste em:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 48).

Código	Título	Autor	Ano de defesa
D01	A Temática Ambiental e o Ensino de Física na escola média: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso	SILVA, L. F.	2001
D02	O ensino de física das radiações: contribuições da educação ambiental	PRESTES, M.	2008
D03	Análise das contribuições do educar pela pesquisa no estudo das fontes de energia	PRESTES, R. F.	2008
D04	Elementos para uma abordagem temática: a questão das águas e sua complexidade	WATANBE, G.	2008
D05	Uma abordagem alternativa para o ensino da Física: consumo racional de energia	SCORSATO, M.	2010
D06	Energia e Sustentabilidade no Ensino de Física: leituras da matriz energética brasileira	RAMOS, F. A.	2011
D07	Educar pela pesquisa como princípio educativo no ensino médio: uma proposta de Educação Ambiental sob enfoque CTSA	SILVA, P. B.	2011
D08	Estratégias de Ensino e Interações em aulas de Física e Química no Ensino Médio com foco na Educação Ambiental	UHMANN, R. M.	2011
D09	O uso da abordagem CTSA no Ensino de Energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático	LIMA NETO, J. A.	2012
D10	O ensino através da pesquisa: uma proposta prática em base multidisciplinar	COSTA, S. M.	2013
D11	Energia Solar como temática ambiental para as aulas de física	GONÇALVEZ, K.	2013
D12	Aproximações entre o ensino de física e a complexidade na construção do conhecimento científico à luz de uma abordagem socioambiental	SANTOS, F. A.	2015
D13	A experiência com um projeto de Educação Ambiental nas aulas de física do 3º ano do Ensino Médio	SILVA, R. R.	2015

Quadro 2 – Informações acerca do *corpus* documental. Fonte: elaborado pelas autoras.

Podem ser utilizadas diferentes técnicas na Análise de Conteúdo, as quais dependem da exploração que se pretende fazer do material. Neste trabalho, utilizou-se a Análise Temática que ocorre em três etapas que envolvem o

desmembramento do texto em unidades posteriormente agrupadas em categorias (Bardin, 2011).

A Pré-análise é o momento em que é estabelecido o primeiro contato com os documentos, consiste em operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais através da leitura flutuante visando a conhecer o texto, quando o analista é tomado por impressões e orientações. Nesta fase, realizou-se a leitura das 13 dissertações selecionadas.

Na fase seguinte, exploração do material, é realizada a codificação e categorização dos dados levantados. Assim, o texto é codificado, ou seja, são selecionadas as "unidades de registro" e "unidades de contexto" que correspondem ao segmento de conteúdo considerado importante para a pesquisa. Após a codificação dos dados, as unidades de registro são classificadas e agrupadas de acordo com as características comuns, sendo identificadas sob um título genérico – isto é, categorizadas. Mediante um reagrupamento progressivo de categorias, com generalidades que variam das mais fortes até as mais fracas, podem ser construídas as subcategorias.

Neste momento, foi necessário desenvolver uma nova leitura dos trabalhos selecionados, buscando separar os trechos que explicitavam as possíveis relações entre a EA e o Ensino de Física. Para tanto, foram elaboradas "fichas de leitura" para identificar o trabalho, o autor e registrar os excertos selecionados. Posteriormente, os excertos separados nas fichas foram analisados e agrupados por suas semelhanças e foi elencada uma frase que representava cada conjunto.

Finalmente, a última etapa consiste na inferência e interpretação dos dados. A partir de um olhar cuidadoso para as mensagens analisadas, o pesquisador evidencia aspectos que vão além de sua superfície, instigando "[...] o investigador por essa atração pelo escondido, o latente, o não aparente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem" (Bardin, 2011, p. 14). Baseia-se, na dedução e possui a inferência como característica principal. Nesse momento, o referencial teórico da pesquisa subsidiou a análise das categorias elaboradas.

Apresentados os procedimentos de pesquisa, o próximo item destaca os resultados e as discussões elaboradas com base na literatura.

Resultados e discussões

Seguindo os procedimentos descritos no tópico anterior, foram elaboradas três categorias, apresentadas pelo Quadro 3.

Na análise das dissertações, foi possível identificar que esses trabalhos constroem as articulações entre a EA e o Ensino de Física apresentando considerações que giram em torno de três grandes polos: os temas ambientais, as abordagens curriculares e as propostas metodológicas para o desenvolvimento de práticas de EA no Ensino de Física, que deram origem às categorias apresentadas pelo Quadro 3.

A primeira categoria apresenta um conjunto de quatro temas ambientais utilizados nas propostas didáticas de ensino de Física articuladas à Educação Ambiental. Para viabilizar a inserção de temas ambientais em aulas de Física, os autores das dissertações analisadas enfatizam a necessidade de recorrer a abordagens curriculares que contribuam com a superação de um

ensino de Física estritamente conteudista. Com isso, a segunda categoria reúne as três abordagens curriculares adotadas nas dissertações analisadas para a elaboração das propostas didáticas. Considerando que o tratamento da temática ambiental nas aulas Física deve contribuir com a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos, esses pesquisadores destacam algumas propostas metodológicas que potencializam o alcance desse objetivo. As metodologias apresentadas pelos pesquisadores constituem a terceira e última categoria.

Categorias	Subcategorias	Dissertações
1) Temas Ambientais para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física	Produção de Energia Elétrica	D01, D03, D05, D06, D07, D08, D09, D11 e D13
	Fenômenos Climáticos	D10 e D12
	Radiação	D02
	Água	D04
2) Abordagens Curriculares para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física	Enfoque CTS/CTSA	D03, D04, D06, D07, D09, D11 e D13
	Temas complexos e controversos	D01 e D12
	Contextualização	D05
	Não especificado	D02, D08 e D10
3) Propostas metodológicas para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física	Debates e Seminários	D01, D05, D07 e D09
	Interdisciplinaridade	D02, D08, D10 e D11
	Organização temática e conceitual	D04
	Questões problematizadoras	D03 e D06
	Complexificação do conhecimento	D12
	Ensino por projetos	D13

Quadro 3 – Categorias elaboradas a partir da análise do *corpus* documental. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os dados reunidos em cada uma dessas categorias e as discussões são apresentadas nos próximos subitens.

Temas Ambientais para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física

As dissertações analisadas destacam que a Produção de Energia Elétrica, os Fenômenos Climáticos, a Água e a Radiação são alguns exemplos de temas ambientais com grande potencial para serem abordados em aulas de Física. Os autores dessas dissertações esclarecem que tais temáticas permitem o ensino de conceitos físicos, além da problematização de aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais a eles vinculados.

Observou-se que o tema Produção de Energia Elétrica foi o mais frequente nos trabalhos analisados, estando presente em nove dissertações. Infere-se que este número expressivo se justifica pelo fato de que “A energia é um dos conceitos básicos da Física” (D05, 2010, p.19). Entretanto, é importante destacar que os autores dessas dissertações ressaltam que a abordagem estritamente conceitual comumente conferida ao tema nas aulas de Física deve ser superada. O autor da dissertação D06 corrobora esse posicionamento ao enfatizar que:

“O ensino sobre o tema energia na escola, no que concerne à Física, está geralmente pautado na explicação de fenômenos físicos e no funcionamento de usinas de produção de energia sem nenhuma, ou quase nenhuma, preocupação social” (D06, 2011, p. 21).

Assim, para além da abordagem de conceitos físicos, os autores desses trabalhos ressaltam a necessidade de problematizar as perspectivas social e ambiental o tema Produção de Energia Elétrica a fim de repensar a relação que o ser humano estabelece com o meio ambiente. Segundo o autor da dissertação D05:

“O consumo exagerado e a exploração desenfreada dos recursos naturais devido ao crescimento econômico mundial, tornam os recursos energéticos incapazes de acompanhar o potencial de consumo humano. Pesando desta forma, a geração, a distribuição e a utilização da energia, devem ser repensadas e um novo planejamento energético necessita ser criado para incorporar as novas práticas de gerenciamento e novos hábitos de uso de forma racional de energia” (D05, 2010, p. 19).

Os autores desses trabalhos concordam com a promoção de discussões mais amplas sobre esse tema nas aulas de Física, explorando os impactos da produção de energia elétrica na sociedade e no ambiente. O excerto abaixo exemplifica esse posicionamento:

“Para o desenvolvimento de um trabalho educativo com este tema [produção de energia elétrica], a partir da exploração de alguns dos seus aspectos controversos, torna-se necessária, em algum momento do processo de ensino-aprendizagem, a discussão de temas ligados aos aspectos ambientais e sociais” (D01, 2001, p. 13).

Por fim, destacam-se as contribuições do tema para a formação de cidadãos mais críticos frente aos problemas ambientais, como exemplificado pelo trecho abaixo:

“A produção de energia por Termelétricas, hidrelétricas, usinas nucleares e tantas outras formas de obtenção de energia, é certamente um tema bastante controverso e precisa ser discutido junto à população, como uma forma de conscientizá-la e equipá-la com dados técnicos e científicos que as qualifiquem para participarem de decisões, debates e busca por meios alternativos de produção de energia” (D13, 2015, p. 33).

Com a análise dessas dissertações é possível constatar que a opção em utilizar o tema produção de energia elétrica no Ensino de Física é justificada pela possibilidade de abordar os aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais vinculados à questão ambiental. Os pesquisadores compreendem que as práticas de ensino de Física não devem estar centralizadas apenas nos conteúdos, uma vez que há espaço para a construção de debates em torno da temática ambiental e suas implicações sociais.

No campo de pesquisa em Educação em Ciências é possível identificar trabalhos que apresentam as possibilidades para abordar o tema Produção de Energia Elétrica em aulas de Física. Borges, Presta e Costa (2019), por exemplo, elaboraram e implementaram uma sequência didática sobre o

referido tema e, a partir dessa experiência, analisam as potencialidades dessa questão sociocientífica para o ensino de Física. Outro exemplo é o trabalho de Saefullah, Guntara e Nulhakim (2020) que apresenta um material didático para o ensino de conceitos de energia em aulas de Física através da abordagem das controvérsias sociocientíficas do tema produção de energia elétrica. Os pesquisadores concordam que as experiências didáticas focadas nesse tema e que exploram suas implicações sociais e ambientais, contribuem com a formação crítica e reflexiva dos estudantes.

Os Fenômenos Climáticos também são apresentados como temáticas que possibilitam a construção de propostas didáticas que articulam o ensino de Física à EA.

Segundo a autora da dissertação D12, o tema Aquecimento Global pode contribuir para o desenvolvimento de um pensamento Crítico, Complexo e Reflexivo. Para tanto, a pesquisadora elaborou a proposta de ensino intitulada "Aquecimento Global: Alguns encaminhamentos para a sala de aula" que "trata dos conceitos da termodinâmica e complexidade assumindo como abordagem temática o aquecimento global" (D12, 2015, p. 52). O trecho abaixo justifica esse entendimento:

"Temas que envolvam as questões ambientais podem ser propícios para desenvolver uma epistemologia da complexidade no ensino escolar, já que as indeterminações e as incertezas são inerentes às relações que perpassam o homem o seu ambiente. Relações essas que devem ser pensadas de maneira complexa, a fim de permitir uma compreensão múltipla e integral da realidade" (D12, 2015, p.46).

Outro fenômeno climático utilizado para relacionar a EA ao ensino de Física foi o Efeito Estufa, identificado na dissertação D10. O autor desse trabalho destaca a emergência dos problemas ambientais na atualidade e reforça o papel da escola na formação de cidadãos conscientes e capacitados para o enfrentamento desses problemas. Com isso, através de um olhar interdisciplinar, o pesquisador reforça a possibilidades oferecidas pela Física e Química para o estudo do Efeito Estufa, uma vez que essas áreas do conhecimento oferecem o aporte para a compreensão desse fenômeno e de seus mecanismos de retroalimentação positiva e negativa.

O campo de pesquisa em Ensino de Física tem discutido sobre as potencialidades dos temas Efeito Estufa, Aquecimento Global e Mudanças Climáticas para o ensino de Física (Besson e Ambrosis, 2014; Reis, Silva e Figueiredo, 2015; Pereira, 2020; Watanabe, 2021). Dentre os principais argumentos, destacamos aqueles que indicam que explorar as controvérsias e as complexidades desses temas é um caminho promissor e que potencializa o desenvolvimento de posturas mais críticas sobre a questão ambiental, assim como pontuado pelos autores das dissertações D12 e D10.

Outro tema abordado nas dissertações analisadas foi a Radiação, citada na dissertação D02. A autora destaca que estamos constantemente expostos à radiação que, em excesso, pode causar danos à saúde. Assim, considera imprescindível que o assunto seja explorado em aulas de Física, uma forma de alfabetizar os alunos com conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e para análise e reconhecimento

de tais riscos. Além disso, estabelece uma relação entre a EA o ensino de Física através desse tema, como destaca o excerto abaixo:

“Partindo dessa premissa, e de acordo com a nossa formação, podemos instituir que é possível desenvolver uma Educação Ambiental através da disciplina de Física, ministrada na escola, visto que a Educação Ambiental tem a finalidade de “estabelecer processos práticos e reflexivos que levem a consolidação de valores que possam ser entendidos e aceitos como favoráveis à sustentabilidade global, à justiça social e à preservação da vida” (Loureiro, 2003, p.45). Com isto, a Física das Radiações pode contribuir para esclarecer e problematizar aspectos relevantes às necessidades encontradas pela sociedade em seu cotidiano, tornando-nos mais críticos e conscientes da realidade” (D02, 2008, p. 21-22).

Na dissertação D04, por sua vez, discute-se as oportunidades oferecidas pelo tema Água para relacionar a EA ao ensino de Física. A autora dessa dissertação compreende que essa relação viabiliza a superação de um ensino de física puramente conceitual e desconexo da realidade dos alunos. Esse posicionamento é explicitado no objetivo do trabalho:

“Assim, a partir das preocupações levantadas, almejamos destacar que o objetivo desta pesquisa é investigar as possibilidades de uma abordagem temática introduzida no currículo de Física atual, tomando como referência o tema ambiental. Ainda que trabalhando sobre um tema específico, a água, assume-se como hipótese que seus resultados possam transcender essa especificidade. Trata-se de propor uma maneira de selecionar e abordar o tema água, de tal forma que o mesmo possa ser inserido nos espaços curriculares de Física no ensino médio” (D04, 2008, p. 9).

A justificativa para a escolha desse tema é pautada em dados que traduzem a preocupação com a escassez, distribuição, saneamento e consumo de água, por isso a autora ressalta que:

“Consideramos que o tema água é potencialmente rico e relevante porque trata inúmeras questões ambientais que, por sua vez, envolvem problemas atrelados a questões sociais mais amplas. Além disso, temas dessa natureza muitas vezes podem ser de fácil acesso aos alunos, seja porque são constantemente veiculados nos meios de comunicação ou por fazerem parte da realidade de grande parcela da população brasileira que é por eles afetada como, por exemplo, nos rodízios de abastecimento, nas situações de enchentes, entre outros” (D04, 2008, p. 3-4).

Amahmid et. al. (2018) ressaltam o papel do ensino de Ciências na transformação de valores e hábitos que promovam uma gestão sustentável dos recursos hídricos, o que justifica a sua presença nos currículos escolares. Os resultados da investigação realizada por esses autores revelam que os temas relacionados à água estão incorporados nos currículos marroquinos com abordagens interdisciplinares, entretanto não identificam sua presença nas propostas curriculares de Física. No Brasil, Budrevicius (2017) identificou o tema água é abordado de forma tímida em algumas coleções de Livros Didáticos de Física e indica a Termodinâmica e a

Hidroestática como os espaços curriculares nos quais o tema pode ser contemplado. A pesquisadora constrói um percurso temático sobre a água, evidenciando questões políticas, socioambientais, econômicas e culturais do tema que podem subsidiar a construção de sequências didáticas que contribuam para um ensino de Física mais crítico.

Com os dados reunidos nesta categoria, constatou-se algumas das possibilidades para a articulação entre a EA e o Ensino de Física através de temáticas ambientais. Destacam-se distintas motivações para o estabelecimento de tal articulação, mas o que chama a atenção é a necessidade de superação de um ensino de Física conteudista e que a abordagem de temas ambientais em aulas de Física contribui com a formação de sujeitos mais críticos e engajados com o enfrentamento dos problemas ambientais.

Abordagens curriculares para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de física

A segunda categoria reúne as considerações acerca das possíveis abordagens curriculares para o desenvolvimento de práticas de EA no Ensino de Física. Ao considerar que essa articulação possibilita a condução de atividades didáticas cujos objetivos vão além de um ensino conteudista, são apresentadas as abordagens curriculares compatíveis com essa finalidade.

Foi identificado um conjunto de sete dissertações (D03, D04, D06, D07, D09, D11 e D13) que utiliza o enfoque CTS/CTSA para o tratamento de temáticas ambientais no ensino de Física. Os autores dessas dissertações justificam essa escolha destacando que os currículos estruturados a partir do enfoque CTS propiciam a construção de atividades de ensino que abordam temáticas socialmente e ambientalmente relevantes no mundo contemporâneo, através de um olhar mais crítico sobre a realidade. Os trechos apresentados abaixo exemplificam esse posicionamento:

“A problematização de temas ou conteúdos com uma abordagem CTSA permite que esta ciência possa ser percebida como intrínseca às nossas vidas, ao meio que nos cerca e ao planeta Terra. Este enfoque possibilita a exploração de situações reais, cotidianas, por meio de exemplos de fatos que são analisados ressaltando as relações entre a ciência e entre a tecnologia, bem como as suas consequências para a sociedade e o ambiente” (D03, 2008, p. 33).

“A discussão dessa questão ambiental, envolvendo o tema energia, que queremos desenvolver no ensino de Física, aponta para a necessidade de uma visão social e crítica, para isso utilizaremos a abordagem CTS” (D6, 2011, p. 34).

De acordo com o autor da dissertação D13, com um enfoque CTSA, é possível explorar os impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico sobre o meio ambiente nas aulas de Física:

“No Ensino de Física, a temática ambiental pode seguir a proposta de projetos de pesquisa, em uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente). Na abordagem CTSA, a Física é compreendida em um contexto mais amplo e complexo, onde podem

ser debatidos os problemas causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico, como também, possíveis soluções, obtidas a partir da aplicação de estudos e pesquisas que tentem diminuir os impactos causados pelos meios produtivos humanos sobre o meio ambiente natural” (D13, 2015, p. 19).

De fato, da mesma forma que os autores dessas dissertações, diversos pesquisadores do campo da Educação em Ciências concordam que o enfoque CTS/CTSA contribui a integração da temática ambiental ao ensino de Ciências. Em uma extensa investigação que analisou a produção intelectual dos últimos 40 anos sobre o enfoque CTS, Pedretti e Nazir (2011) identificaram uma corrente no âmbito desse movimento que valoriza os princípios de justiça, equidade e responsabilidade social em relação ao meio ambiente. Santos, Carvalho e Levinson (2014) indicam que ao problematizarem as implicações da produção do conhecimento científico para os contextos social e ambiental, os currículos com ênfase em CTS abarcam uma dimensão importante da EA.

Na dissertação D01 fica clara a intenção de utilizar meios que possibilitem um ensino de Física dialógico e que forneça instrumentos para a formação cidadã dos estudantes. Para tanto, o autor do trabalho destaca as possibilidades oferecidas pela abordagem do tema Energia Elétrica no ensino de Física a partir da exploração de alguns dos seus aspectos controversos. De forma específica, o pesquisador enfatiza que:

“para discutir a produção de energia elétrica em larga escala, a partir da exploração de seu caráter controverso, devemos considerar os aspectos que envolvem o bem-estar social, saúde humana, conforto individual, ganhos econômicos, posicionamentos políticos, éticos, ideológicos e ambientais” (D01, 2001, p. 11).

Ao levar em consideração que a inserção de questões socioambientais nos currículos de ciências deve contribuir com a formação para a cidadania, um conjunto de pesquisadores da área de Educação em Ciências indica que a abordagem das controvérsias da temática ambiental potencializa o alcance desse objetivo (Zeidler, et. al., 2008; Reis, 2013; Owens, Sadler e Zeidler, 2018; Borges, Presa e Costa, 2019). Em uma pesquisa bibliográfica que analisou os anais de eventos brasileiros de Ensino de Ciências, Ribeiro e Kawamura (2017) identificaram 64 pesquisas que tratam de temas controversos. Nesse universo, as autoras ressaltam que a associação de controvérsias às questões ambientais é bastante significativa, estando presente em 44% dos trabalhos analisados.

Ao reconhecerem as controvérsias relacionadas à temática ambiental, alguns pesquisadores ressaltam, também, as suas complexidades. Assume-se que as controvérsias relacionadas aos temas ambientais têm origem na complexidade do sistema terrestre, uma vez que a dinamicidade da Natureza, a irreversibilidade, as indeterminações e as incertezas que acompanham os fenômenos naturais contribuem com o surgimento de maneiras diversificadas de compreender a realidade (Reis, Silva e Figueiredo, 2015). Com isso, destaca-se que os temas ambientais podem ser abordados no ensino de Ciências a partir de uma perspectiva centrada na complexidade (Watanabe, 2012; 2021). Da mesma forma, é interessante ressaltar que o campo de pesquisa em Educação Ambiental tem construído

articulações entre as questões socioambientais, a complexidade e o Ensino de Ciências (Pereira, Silva e Santos, 2021).

No trabalho D12, a autora propõe a construção da relação entre a Física e a EA através de práticas educativas que contribuam com o desenvolvimento do Pensamento Complexo. A pesquisadora destaca que “um dos principais intuítos desse trabalho é o de refletir sobre o potencial de situações de ensino que podem ser desenvolvidas em aulas de Física visando a construção de uma cultura científica voltada ao desenvolvimento de um Pensamento Complexo” (D12, 2015, p. 14).

Destaca-se que as considerações apresentadas pela autora da dissertação D12 estão alinhadas com o que é apresentado por Watanabe (2012; 2021). A pesquisadora evidencia que os problemas de natureza socioambiental constituem sistemas dinâmicos e longe do equilíbrio, caracterizadas pelo acaso, o caos e a desordem, a imprevisibilidade e as interações sistêmicas. Assim, autora entende que tais características podem constituir uma “Educação na perspectiva Ambiental Crítica, Complexa e Reflexiva” “que tem como elementos fundamentais a busca por uma visão complexa de mundo e um posicionamento críticos e reflexivo frente às questões socioambientais” (Watanabe, 2012, p. 208).

Visando proporcionar uma experiência de ensino significativa aos estudantes, o autor da dissertação D05 entende que a contextualização oferece um novo significado para a abordagem de temas ambientais nas aulas de Física. Para tanto, o pesquisador destaca a relevância de que, ao proporem aulas de Física centradas em temáticas ambientais, os professores construam referências ao contexto dos estudantes, uma forma para que os alunos identifiquem a presença do referido tema ambiental em seu cotidiano.

Na sequência didática elaborada pelo autor da dissertação D05, foi frequente a realização de referências ao contexto, uma forma para que os alunos compreendam que o tema Energia está presente diariamente em suas vidas. Além de conceitos físicos relacionados ao tema, foram exploradas as implicações sociais e ambientais das diferentes formas de produção de energia elétrica. Na última aula foi realizada a visita à Usina Hidrelétrica do Fão, inserida no Município de Fontoura Xavier - RS, “com o objetivo de demonstrar, na prática, como funciona a geração de energia elétrica através de uma Usina Hidrelétrica” (p. 47), além de problematizar os impactos ambientais causados por este tipo de usina.

Borges, Presa e Costa (2019) indicam que as visitas de campo são ferramentas eficazes para a contextualização dos temas explorados em sala de aula. Os pesquisadores elaboraram uma sequência didática para a abordagem do tema produção de energia elétrica em aulas de física e utilizaram deste recurso ao realizarem uma visita a uma usina termelétrica localizada na mesma cidade da escola em que as aulas foram desenvolvidas. Os autores relatam as contribuições desse tipo de atividade, o que pode justificar a opção do autor da dissertação D05:

A saída de campo serviu para que os alunos percebessem in loco a produção de energia elétrica pela termelétrica, por meio de questionamentos, registros de imagens e observações. Isso contribuiu

para que o aluno construísse o próprio conhecimento, a partir da interação ativa durante a atividade de forma crítica e reflexiva (Borges, Presa e Costa, 2019, p. 68).

Com a análise dessa categoria destaca-se que, ao considerarem as oportunidades oferecidas pela articulação entre a temática ambiental e o ensino de Física para a promoção de um ensino mais crítico e reflexivo, os autores dessas dissertações indicam a necessidade de que sejam adotadas abordagens curriculares compatíveis com esse objetivo. Os dados reunidos nessa categoria estabelecem um diálogo com o campo de pesquisa em Educação em Ciências (EC). Ao refletirem sobre a construção de interfaces entre a EC e a EA, os pesquisadores argumentam que os ideais da participação democrática, cidadania e justiça social dificilmente serão alcançados se promovidos por uma educação científica centrada na transmissão/aquisição de conhecimentos de maneira acrítica e descontextualizada (Roth e Lee, 2004; Pedretti, 2014; Sadler e Murakami, 2014; Sund, 2016). Assim, destacam diferentes abordagens para a inovação dos currículos, como o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), os temas complexos e controversos e a contextualização.

Propostas metodológicas para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de física

Por fim, foram identificadas as propostas metodológicas apresentadas pelas dissertações analisadas para a construção de práticas educativas de Educação Ambiental articuladas ao ensino de Física na Educação Básica, sendo elas: interdisciplinaridade, organização temática e conceitual, questões problematizadoras, complexificação do conhecimento, debates, seminários, atividades experimentais e ensino por projetos. Todavia, considerando as dimensões do artigo, selecionamos as quatro primeiras para análise e discussão.

A Interdisciplinaridade está presente nos trabalhos D02, D08, D10 e D11. Para a elaboração das práticas de EA, articuladas ao ensino de Ciências, a autora da dissertação D02, por exemplo, utilizou uma abordagem interdisciplinar entre a Física e a Biologia, Química, Geografia e História. Esse trabalho objetivou:

“Investigar as ideias dos alunos, sobre radiação, e desenvolver uma Unidade de Aprendizagem (UA), elaborada sob alguns pressupostos da Educação Ambiental, com uma perspectiva de ações interdisciplinares, a fim de promover uma transição do conhecimento prévio dos alunos para um conhecimento mais estruturado” (D02, 2008, p. 16).

A autora elaborou três Unidades de Aprendizagem centradas nos temas: (i) Acidente de Goiânia; (ii) Aparelho de Raio X; (iii) Radiação Ultravioleta. Nessas UA, além dos conceitos específicos relacionados às disciplinas anteriormente mencionadas, foram explorados aspectos ambientais e sociais ligados aos temas.

De fato, ao considerar a natureza complexa da temática ambiental, a interdisciplinaridade é apresentada como um dos caminhos mais promissores para a abordagem de questões ambientais na Educação em Ciências. Considera-se que a interação entre as diferentes áreas do

conhecimento para a análise e compreensão desses temas socioambientais contribui para que sua dimensão complexa seja evidenciada (Guimarães, 2004; Roth e Lee, 2004; Penagos, 2012). Outros pesquisadores apontam a interdisciplinaridade como um caminho promissor para o desenvolvimento das práticas de Educação Ambiental como uma ação político-pedagógica que propõe uma reflexão intensamente crítica sobre a sociedade capitalista (Nogueira, 2016; Costa e Loureiro, 2017).

Para organizar as atividades de ensino de Física centradas no tema água, a autora da dissertação D04 apresenta a proposta chamada de "organização temática e conceitual". Enquanto a primeira organiza os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais relacionados ao tema e que são importantes para uma atividade de ensino, a segunda reúne os conhecimentos científicos disciplinares também relacionados ao tema. Assim, com base na pesquisa em livros didáticos, questionários feitos com professores e alunos, a autora elaborou uma proposta para a abordagem temática e conceitual do tema água, das quais originaram três percursos temáticos para a abordagem do tema no Ensino Médio: (i) uma proposta para a discussão do ciclo da água e sua complexidade; (ii) uma abordagem da falta eventual de água na perspectiva ambiental global; (iii) uma abordagem da falta eventual de água na perspectiva ambiental local.

As organizações temática e conceitual elaboradas pela autora da dissertação D04 adotam como referência os pressupostos da Abordagem Temática (AT), uma "[...] perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, através dos quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas" (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011, p. 189). A AT tem sido amplamente difundida nas pesquisas brasileiras da área de Educação em Ciências, uma vez apresenta a oportunidade de articular o ensino de Ciências com problemas reais e relevantes para a vida dos estudantes, contribuindo com o desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre a realidade. Além do mais, alguns pesquisadores indicam a AT como um caminho metodológico para a inserção dos temas ambientais nos currículos de Ciências na educação básica (Watanabe; Strieder; Gehlen, 2012; Budrevicius, 2017). Com isso, a proposta apresentada pela autora da dissertação D04 abre um espaço para escolhas diversificadas para o tratamento de temas ambientais no ensino de Física.

No trabalho D06 o pesquisador desenvolveu um conjunto de atividades relacionadas ao tema Energia que podem ser desenvolvidas em aulas de Física adaptadas a todos os anos do Ensino Médio, visando "nortear as discussões sobre os vários aspectos da sustentabilidade no que tange a questão da energia no Brasil" (D06, 2011, p. 18). Com isso, o autor apresenta sete propostas de atividades que exploram o tema através de diferentes vertentes e que partem de questões problematizadoras. Essas atividades foram intituladas: "Observando e discutindo a matriz energética brasileira", "Sustentabilidade e renovabilidade", "Sustentabilidade e impactos ambientais", "Sustentabilidade e desigualdade", "Sustentabilidade e desenvolvimento (I)", "Sustentabilidade e desenvolvimento (II)" e "Sustentabilidade e eficiência". Em cada proposta de atividade, o autor elenca uma série de questões problematizadoras, indicadas para estimular a discussão sobre o assunto. Acrescido a isso, indica elementos sociais,

políticos e ambientais (destacando um cenário social mais amplo) que podem ser explorados em cada atividade, indicando as possibilidades oferecidas pela Física para análise e tratamento dessas questões.

Para viabilizar a inserção do tema Energia em aulas de Física, a autora da dissertação D03 elaborou uma sequência didática pautada pelo princípio pedagógico educar pela pesquisa, onde “a investigação se faz como princípio educativo” (D03, 2008, p. 20). Como estratégia pedagógica, a pesquisadora utilizou da “Ilha Interdisciplinar de Racionalidade” (IIR) que “tem como ponto de partida a elaboração de uma situação-problema que define o projeto e que pode ser apresentada em forma de pergunta ou problema” (D03, 2008, p. 34). A proposta didática apresentada nesta pesquisa partiu da seguinte situação-problema apresentada aos alunos:

“Uma empresa deseja construir uma usina (ou gerador), para suprir o consumo de energia elétrica de uma casa, com um quarto, uma sala, um banheiro e uma área de serviço. É necessário que se desenvolva um projeto deste gerador/usina, informando o seu funcionamento detalhado, as condições de funcionamento, o custo de funcionamento, as vantagens e desvantagens em relação ao meio ambiente. Para isso, cada grupo, deve desenvolver e defender o seu projeto, usando uma fonte de energia renovável ou não-renovável” (D03, 2008, p. 34).

A proposta apresenta pelos autores das dissertações D03 e D06 indica que as práticas de EA devem problematizar as ideias dos alunos através de situações cotidianas que devem ser interpretadas e analisadas pelos estudantes.

Por fim, autora da dissertação D12 evidencia a “importância de se promover na escola situações didáticas que fomentem o desenvolvimento de um Pensamento Complexo” (D12, 2015, p. 14). Deste modo, a estratégia metodológica utilizada neste trabalho foi a Complexificação do Conhecimento. Para tanto, o planejamento didático foi organizado em cinco momentos: (i) levantamento das concepções iniciais dos alunos sobre o tema Aquecimento Global; (ii) desenvolvimento de uma atividade experimental para medir a temperatura no entorno da escola, com o objetivo de discutir o papel dos erros e incertezas nos processos de medidas e análises de dados na construção do conhecimento científico; (iii) apresentação dos principais conceitos científicos que permeiam o tema Aquecimento Global (calorimetria, termodinâmica, balanços e fluxos de energia terrestre etc.); (iv) discussão acerca de diferentes posições sobre o tema (dentre elas políticas, sociais e científicas) com o intuito de apresentar aos alunos diferentes argumentos e posicionamentos dos cientistas e especialistas frente às questões ambientais; (v) Retomada das ideias iniciais dos alunos sobre o tema, com a intenção de refletir criticamente sobre os posicionamentos particulares frente às questões ambientais e as diferentes perspectivas a partir das quais o tema é tratado na ciência e na sociedade.

De fato, os autores que indicam a necessária abordagem das questões ambientais através de um viés complexo (Watanabe, 2012; 2021; Reis, Silva e Figueiredo, 2015), destacam a necessidade de que sejam utilizadas propostas metodológicas que contribuam com o desenvolvimento de uma visão de mundo complexa, conforme apresentado pela autora da dissertação D12.

Os dados reunidos nessa categoria trazem um conjunto de propostas metodológicas para a abordagem da temática ambiental no ensino de Física. Essas propostas indicam uma nova forma de estruturação das aulas de Física, tanto na forma de abordagem dos temas e dos conteúdos, quanto nos artifícios utilizados para o envolvimento e participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Nota-se que as propostas metodológicas apresentadas estão alinhadas com o que é apresentado pela literatura, apresentando caminhos para a integração do ensino de Física articulados à EA, vislumbrando uma formação cidadã.

Conclusões

O intuito desta pesquisa foi o de identificar e analisar as relações entre a Educação Ambiental e o ensino de Física estabelecidas nas teses e dissertações em EA, presentes no banco de dados do Projeto EArte, produzidas no Brasil no período de 1981 a 2016. Além disso, também objetivou-se analisar e discutir as possibilidades apresentadas por estas pesquisas para a construção de práticas educativas de Educação Ambiental articuladas ao ensino de Física na Educação Básica. Com a leitura e análise das 13 dissertações selecionadas para o *corpus* documental, foram reunidos os elementos essenciais para o alcance dos objetivos da pesquisa.

A categoria "Temas Ambientais para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física" indica que as relações entre a Educação Ambiental e o ensino de Física são estabelecidas através de temáticas ambientais que, além de possibilitarem o ensino de conteúdos, viabilizam a construção de análises e reflexões mais ampliadas sobre os problemas ambientais. Os autores das dissertações analisadas criticam o desenvolvimento de um ensino de Física puramente conteudista e propedêutico e, por viabilizar a abordagem de temas socioambientais no ensino de Ciências através de um viés mais crítico, consideram que a integração desse campo com a Educação Ambiental contribui com o desenvolvimento de práticas educativas que potencializam a formação complexa, crítica e refletiva dos discentes. Isto em geral é reconhecido como necessário na bibliografia especializada apresentada ao longo deste artigo.

Tendo em vista esse posicionamento, os autores das dissertações analisadas entendem que devem ser adotadas abordagens curriculares e metodológicas compatíveis com esse fim e, assim, a segunda e terceira categorias apresentam as "Abordagens Curriculares para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física" e as "Abordagens metodológicas para o desenvolvimento de práticas de EA no ensino de Física".

Com a finalidade de apresentar alternativas para a superação do ensino puramente conteudista, os autores das dissertações analisadas trazem como alternativas algumas abordagens curriculares que viabilizam a inserção de temas nas aulas de Ciências: enfoque CTS/CTSA, contextualização, temas controversos e complexos. Esses pesquisadores compreendem que através dessas abordagens, os temas ambientais poderão ser inseridos em aulas de Física através de uma perspectiva que valoriza a formação mais crítica e reflexiva, diante as dimensões ambientais, sociais, políticas e econômicas das questões socioambientais.

Como consequência, os autores das dissertações analisadas apresentam propostas metodológicas para o tratamento de temáticas ambientais em aulas de Física, ou seja, algumas das possibilidades para o desenvolvimento de práticas de ensino de Física através de questões ambientais: interdisciplinaridade, debates e seminários, organização temática e conceitual, questões problematizadoras, complexificação do conhecimento e ensino por projetos. Apesar de essa categoria reunir variadas possibilidades metodológicas, o que se identifica em comum é a intenção de oferecer protagonismo aos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, de forma que participem ativamente em debates, análises e proposições na resolução e enfrentamento dos problemas ambientais contemporâneos.

Com esses resultados, conclui-se que as categorias elaboradas a partir dos dados indicam caminhos teórico-metodológicos que viabilizam a integração entre a EA e o ensino Física, oferecendo os subsídios para a elaboração de práticas de Educação Ambiental em aulas de Física na Educação Básica. São apresentados os elementos que podem contribuir com a superação dos obstáculos e dificuldades para a construção de relações entre a Educação Ambiental e o Ensino de Física apresentados pela literatura que fundamenta esta pesquisa, uma vez que tais articulações são apresentadas pelas pesquisas brasileiras em EA.

Em um diálogo com o campo de pesquisa nacional e internacional, ficou evidente que as dissertações analisadas compreendem que o ensino de Física pode se articular à Educação Ambiental através de uma abordagem que viabilize a inserção de temas ambientais nas aulas de Física. Vislumbrando a formação mais crítica e reflexiva dos estudantes, essas pesquisas indicam que esses temas podem ser abordados em sala de aula através do enfoque CTS, da contextualização ou da abordagem das controvérsias e complexidades. Considerando que determinadas abordagens metodológicas potencializam o alcance da formação pretendida, as teses e dissertações analisadas apresentam alguns exemplos de metodologias que oferecem o protagonismo aos alunos no processo de ensino e aprendizagem e contribuem com a formação de opiniões fundamentadas.

Por fim, são consideradas as possibilidades para continuidade e ampliação deste estudo, sendo uma delas a análise das investigações produzidas em âmbito internacional, a fim de agregar novos dados e informações que podem auxiliar a ampliar as conclusões apresentadas neste trabalho.

Agradecimentos

A primeira autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido através de bolsa de Iniciação Científica para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

Amahmid, O., Youssef, E. G., Mohamed, Y. e Bouchra, R. (2018). Water education in school curricula: impact on children knowledge, attitudes and behaviours towards water use. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(16), 1-14. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/10382046.2018.1513446>

Angeli, T. (2017) *Os significados de justiça ambiental nas pesquisas em Educação ambiental: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras.* (Dissertação de Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. Recuperado de: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152520/angeli_t_mercla.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo.* São Paulo: Edições 70.

Besson, U. e Ambrosio, A. (2014). Teaching Energy Concepts by Working on Themes of Cultural and Environmental Value. *Science and Education*, 23(6), 1309-1338. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9592-7>

Bogdan, R. C. e Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação.* Portugal: Porto.

Borges, J. C., Presa, S. A. B e Costa, S. (2019). Geração de energia em larga escala por usinas termelétricas: uma questão sociocientífica no ensino de física. *Revista Praxis*, 11(22), 65-74. Recuperado de: <https://doi.org/10.47385/praxis.v11.n22.1370>

Budrevicius, T. R. (2017). *O tema água para discutir a Física no Ensino Médio: um percurso temático na perspectiva freireana.* (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e Matemática da Universidade Federal do ABC, Santo André. Recuperado de: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5145517

Campos, L. S., Araújo, M. S. T. e Amaral, L. H. (2014). Levantamento de dissertações e teses envolvendo a Experimentação em Ensino de Física e o Laboratório didático de Física entre 2002 e 2011. *Revista Produção Discente em Educação Matemática*, 3(1), 50-65. Recuperado de: <https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/19399>

Carvalho, L. M. (2006). A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens. In: H. S. Cinquetti e A. Logarezzi (Orgs.). *Consumo e resíduos: fundamentos para o trabalho educativo.* (pp. 19-41) São Carlos: EdUFSCAR.

Carvalho, L. M. (2015). *Pesquisa em Educação Ambiental no Brasil: um campo em construção?* (Tese Livre Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Carvalho, L. M. et al. (2016). *A educação ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica – teses e dissertações.* CNPq: Relatório Científico. Recuperado de: http://www.earte.net/downloads/EArte_Relat%C3%B3rio_Cient%C3%ADfico_CNPq_2016.pdf.

Cohen, L., Manion, L. e Morrison, K. (2000). *Research methods in Education.* London: Routledge Falmer.

Delizoicov, D., Angotti, J. A. e Pernambuco, A. M. (2011). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.* 4 ed. São Paulo: Cortez.

EARTE - Projeto "Educação Ambiental no Brasil – produção acadêmica – teses e dissertações". 2019. <http://www.earte.net>.

Ferreira, N. S. A. (2002). As Pesquisas denominadas "Estado da Arte". *Educação & Sociedade*, 23(79), 257-272. Recuperado de: <https://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>

Fracalanza, H. (2004). As pesquisas sobre Educação Ambiental no Brasil e as escolas: alguns comentários preliminares. In: J E Taglieber e A F S Guerra (org.) *Pesquisa em Educação Ambiental: pensamentos e reflexões de pesquisadores em Educação Ambiental* (pp. 55-77). Pelotas: Editora Universitária/UFPel.

Guimarães, M. (2004). *A formação dos educadores ambientais*. Campinas: Papirus.

Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981 (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, DF. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm

Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999 (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. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm

Leite, D. A. R. (2019). *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*. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Recuperado de: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181933/leite dar dr rcla.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181933/leite%20dar%20dr%20rcla.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Leite, D. A. R. e Silva, L. F. (2020). A temática ambiental nos cursos de licenciatura em física de Instituições de Ensino Superior públicas situadas no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(u), 41-69. Recuperado de: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u4169>

Leite, D. A. R. e Silva, L. F. (2021). Motivations and challenges on the inclusion of environmental topics in Brazilian physics teacher education courses. *Physics Education*, 56(3), 1-15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abe2f0>.

Londero, L. e Mosinahti, G. L. (2015). As Pesquisas sobre o Ensino de Física de Partículas: um estudo baseado em Teses e Dissertações. In *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia, SP, Brasil. Recuperado de: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1795-1.PDF>

Lorenzetti, L. e Delizoicov, D. (2007). A produção brasileira acadêmica em Educação Ambiental. In *Atas do V Congresso Europeu CEISAL de latinoamericanistas*, Bruxelas, Bélgica.

Megid Neto, J. (2009). Educação ambiental como campo de conhecimento: a contribuição das pesquisas acadêmicas para sua consolidação no Brasil. *Pesquisa em educação ambiental*, 4(2), 95-110. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol4.n2.p95-110>

Nogueira, M. L. S. L. (2016). *Práticas interdisciplinares em educação ambiental na educação básica: o que nos revelam as pesquisas acadêmicas brasileiras (1981-2012)*. (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Recuperado de: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/321814/1/Nogueira_MarilacLuziadeSouzaLeiteSousa_D.pdf

Owens, D. C., Sadler, T. D. e Zeidler, D. L. (2018). Controversial issues in the science classroom. *Kappan*, 99(4), 45-49. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0031721717745544>

Pedretti, E. (2014). Environmental Education and Science Education: ideology, hegemony, traditional knowledge, and alignment. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 305-314. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4370>

Pedretti, E. e Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/sce.20435>

Penagos, W. M. M. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior: un estudio cualitativo de las ideas del profesorado. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16(2), 77-103. Recuperado de: <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/43717>

Pereira, A. A. G. (2020). Documentários de ciências na formação inicial de professores: contribuições para uma leitura crítica sobre o aquecimento global. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 01-18. Recuperado de: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p01>

Pereira, B. B., Silva, L. F. e Santos, J. R. (2021). Environmental Education and Complexity: a study based on Brazilian theses and dissertations. *Science & Education*, 30(2), 1-20. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00228-9>

Reigota, M. (2007). O Estado da Arte da Pesquisa em Educação Ambiental no Brasil. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 2(1), 33-66. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol2.n1.p33-66>

Reis, D. A. (2013). *Compreensões elaboradas pelo campo da educação ambiental sobre o tema mudanças climáticas: análise de dissertações e teses brasileiras*. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro. Recuperado de: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90220/reis_da_me_rcl_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Reis, D. A., Silva, L. F. e Figueiredo, N. (2015). As complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas: desafios e perspectivas para o

Ensino de Física. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(3), 535-554. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/1983-21172015170301>.

Resolução CNE/CP n. 2/2012, de 15 de junho de 2012 (2012). *Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, DF. Recuperado de: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf.

Ribeiro, R. A. e Kawamura, M. R. D. (2014). Educação Ambiental e Temas Controversos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 159-169. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4358>

Rink, J. (2014). *Ambientalização curricular na educação superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009)*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Recuperado de: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254090/1/Rink_Juliana_D.pdf.

Roth, W. e Lee, S. (2004). Science Education as/for Participation in the Community. *Science Education*, 28(2), 263-291. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/sce.10113>

Sadler, T. D. e Murakami, C. D. Socio-scientific Issues based Teaching and Learning: hydrofracturing as an illustrative context of a framework for implementation and research. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 331-342. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4372>

Saefullah, A., Guntara, Y., e Nulhakim, L. (2020). Reconstruction of Teaching Materials with Socio-Scientific Issues Context on Source of Energy Content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467, 1-6. Recuperado de: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012022>

Salem, S. (2012). *Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em Ensino de Física no Brasil*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13082012-110821/pt-br.php>.

Santos, W. L. P., Carvalho, L. M. e Levinson, R. (2014). A Dimensão Política da Educação Ambiental em Investigações de Revistas Brasileiras de Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), p. 199-213. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4361>.

Sund, P. (2016). Discerning selective traditions in science education: a qualitative study of teachers' responses to what is important in science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 387-409. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9666-8>

Watanabe, G. (2012). *Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Watanabe, G. (2021). As contribuições dos aspectos da complexidade para um ensino de física mais crítico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43(1), e20200416. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0416>

Watanabe, G., Strieder, R. B. e Gehlen, S. T. (2012). Desafios e possibilidades para a abordagem de temas ambientais em aulas de física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), 205-222. Recuperado de: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4226>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S. e Callahan, B. E. (2008). Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/tea.20281>

Zuin, V. G., Farias, C. R. e Freitas, D. (2009). A ambientalização curricular na formação inicial de professores de Química: considerações sobre uma experiência brasileira. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 552-570. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART10_Vol8_N2.pdf.