

Mapeamento de Diálogos Interdisciplinares em Práticas para o Ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica*

Mapping of Interdisciplinary Dialogues in Practices for Teaching Natural Sciences in Basic Education

Patricia Mie Matsuo¹

Enrico Chiosini²

Néstor Alexander Zambrano-González³

Taynara Nassar⁴

Erick Ghuron⁵

Elrismar Auxiliadora Gomes Oliveira⁶

Cristina Leite⁷

Resumo

Neste trabalho foi realizado um mapeamento de pesquisas sobre interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza, com foco nas práticas implementadas na Educação Básica e em estudos de revisão da literatura sobre o tema. A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão sistemática dos artigos indexados no Portal de Periódicos da CAPES, avaliados por pares, com recorte temporal aberto. O levantamento resultou em 241 artigos, dos quais 119 estavam alinhados com os objetivos da pesquisa e foram analisados. Destes, identificamos 13 trabalhos de revisão e 48 que relatam experiências de práticas, sendo 38 delas no âmbito da Educação Básica. A análise desses trabalhos indica que as práticas de Ciências

*Submetido em 05/06/2024 - Aceito em 18/10/2024

¹Pós-doutoranda pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP), Brasil- patricia.matsuo@alumni.usp.br .

²Mestrando pelo Programa Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC/USP), Brasil- enricochiosini@usp.br.

³Pós-doutorando pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP), Brasil- nazambranog@usp.br.

⁴Mestranda pelo Programa Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC/USP, Brasil- taynara.nassar@gmail.com.

⁵Mestrando pelo Programa Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC/USP), Brasil- ghuron@usp.br.

⁶Pós-doutoranda pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP), Brasil- elrismaroliveira@ufam.edu.br.

⁷Docente no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), Orientadora no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC-USP), Brasil- crismilk@usp.br.

da Natureza na Educação Básica dialogam de forma equilibrada com as três demais áreas da organização curricular (Linguagens, Matemática e Ciências Humanas). Observou-se uma diversidade de diálogos interdisciplinares entre as subáreas das Ciências da Natureza, com maior concentração em Biologia, Física e Química e menor presença de Astronomia e Geociências. Nenhum dos artigos analisados estabeleceu relações entre todas as cinco subáreas simultaneamente; contudo, identificaram-se várias combinações de diálogos entre essas subáreas e as outras áreas curriculares, demonstrando a complexidade e o potencial dos diálogos interdisciplinares. Este mapeamento pode contribuir para ampliar as discussões sobre interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Ensino de Ciências. Educação básica. Diálogos interdisciplinares. Revisão sistemática.

Abstract

In this study, a mapping of research on interdisciplinarity in the teaching of Natural Sciences was carried out, focusing on the practices implemented in Basic Education and on literature review studies on the subject. The research was conducted through a systematic review of peer-reviewed articles indexed in the CAPES Journal Portal, with an open temporal scope. The survey resulted in 241 articles, of which 119 aligned with the research objectives and were analyzed. Among these, we identified 13 review studies and 48 reports of practical experiences, with 38 of them in the context of Basic Education. The analysis of these works indicates that the practices in Natural Sciences in Basic Education engage in a balanced dialogue with the three other areas of the curricular organization (Languages, Mathematics, and Human Sciences). A diversity of interdisciplinary dialogues was observed among the subfields of Natural Sciences, with a higher concentration in Biology, Physics, and Chemistry, and a lower presence of Astronomy and Geosciences. None of the analyzed articles established relationships among all five subfields simultaneously; however, various combinations of dialogues between these subfields and other curricular areas were identified, demonstrating the complexity and potential of interdisciplinary dialogues. This mapping can contribute to broadening discussions on interdisciplinarity in the teaching of Natural Sciences.

Keywords: Interdisciplinarity. Science education. Basic education. Interdisciplinary dialogues. Systematic review.

1 INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade surge como uma resposta essencial para abordar a complexidade dos problemas contemporâneos, que frequentemente transcendem as fronteiras da compartimentalização disciplinar tradicional (MORIN, 2003; MORIN, 2005). Ela pode ser definida como um processo de interação mútua entre variadas disciplinas (JAPIASSU, 1976), envolvendo não apenas conhecimentos, mas também metodologias e formas de aprendizagem diversas (FAZENDA, 2003).

No contexto educacional, iniciativas que objetivam integrar conhecimentos de diversas áreas são reconhecidas e recebem, atualmente, o suporte normativo das diretrizes educacionais brasileiras. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) (BRASIL, 2013) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018b) são exemplos. Na área acadêmica, pode-se afirmar que as discussões acerca da interdisciplinaridade e de suas relações com o currículo vêm ganhando cada vez mais espaço e visibilidade (THIESEN, 2008).

Apesar do suporte normativo consolidado e do crescente reconhecimento da importância de se trabalhar de forma integrada os conhecimentos escolares, a implementação efetiva de práticas interdisciplinares nas escolas ainda enfrenta desafios significativos (POMBO *et al.*, 2006; FAZENDA, 2008). O Ensino de Ciências da Natureza, considerando a sua organização curricular, apresenta desafios pautados pela integração de diferentes subáreas, já que o componente é composto de cinco campos de conhecimento distintos: Física, Química, Biologia, Geociências e Astronomia (BRASIL, 1998). Fourez (2003) destaca que os conteúdos envolvidos nessa área são complexos e apresentam horizontes mais amplos do que os proporcionados pelo ensino estritamente disciplinar, e defende a perspectiva interdisciplinar como uma das soluções para a atual crise de sentido no ensino das Ciências.

Dada a importância da temática, este estudo teve como objetivo mapear os artigos indexados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sobre interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza, buscando construir um panorama das publicações. O levantamento incluiu a identificação das principais revistas que publicaram sobre o tema, a distribuição temporal dessas publicações e os perfis das pesquisas realizadas. Propôs-se, ainda, identificar artigos que apresentam e discutem práticas implementadas nos diferentes níveis de ensino da Educação Básica, tomando como base que a interdisciplinaridade se manifesta sobretudo como prática, refletindo-se em diversas experiências interdisciplinares aplicadas em contextos variados, incluindo a escola (POMBO *et al.*, 2006).

2 PERCURSO METODOLÓGICO

Este trabalho configura-se como uma revisão de literatura nos moldes da metodologia de mapeamento em pesquisa educacional proposta por Biembengut (2008), que reconhece a importância de sistematizar e descrever as pesquisas já existentes em uma determinada área,

permitindo “[...] estabelecer imagens da realidade e dar sentido às diversas informações, captando características relevantes e representando-as por meios inteligíveis a quem possa interessar” (BIEMBENGUT, 2008, p. 294). Nesse sentido, buscamos mapear as principais revistas que têm publicado sobre interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza, identificar a distribuição temporal dessas publicações e, especificamente para as práticas interdisciplinares implementadas na Educação Básica, quais áreas do conhecimento estão estabelecendo diálogos em sua aplicação e em quais os níveis de ensino estão sendo desenvolvidas.

O levantamento foi realizado em março de 2024 no Portal de Periódicos CAPES, reconhecido como um dos maiores acervos científicos virtuais do Brasil. A escolha desse portal levou em conta o grande número de periódicos indexados, tanto nacionais quanto internacionais, bem como a qualidade de suas ferramentas de busca, que permitem combinar campos e refinar as pesquisas por data ou período de publicação, tipo de material e idioma da publicação e do periódico, por exemplo. Além disso, nesse portal podemos buscar termos com diferentes tipos de filtros de comparação, como “contém”, “é (exato)” ou “começa com”, em campos específicos dos trabalhos, no título, no resumo etc.

Para garantir que as publicações estivessem alinhadas com o objetivo da pesquisa, organizamos os descritores em quatro camadas de seis blocos e restringimos o campo de pesquisa aos títulos dos artigos e dos periódicos, resultando em 24 arranjos diferentes de busca. Em cada camada, associamos os radicais “interdisciplina”, “multidisciplina”, “transdisciplina” e “pluridisciplina”, utilizando o operador de truncamento⁸, às expressões: “ensino ciências”, “ensino astronomia”, “ensino biologia”, “ensino física”, “ensino química” e “ensino geociências”. Os filtros foram configurados para incluir apenas artigos revisados por pares, com um recorte temporal aberto e, apesar de não utilizarmos o filtro de idiomas, os termos em Língua Portuguesa agiram como um filtro indireto. A partir desses critérios, retornaram 241 artigos⁹.

Em seguida, duas etapas de seleção foram organizadas para remover os trabalhos repetidos ou que não estavam conforme o objetivo desse levantamento. Na primeira etapa, foram removidos 80 artigos que retornaram em duplicidade. Na segunda, removemos 40 trabalhos que, apesar de corresponderem aos critérios de busca e apresentarem os descritores definidos, não se alinhavam aos nossos objetivos¹⁰. Além disso, foram excluídos dois artigos cujos textos completos não foram encontrados, resultando em 119 trabalhos que constituíram o *corpus* da pesquisa. A leitura dos resumos dos artigos e dos textos completos, quando necessário, foi rea-

⁸O asterisco é utilizado como um operador de truncamento em buscas de bases de dados e bibliotecas digitais. Ao ser colocado no final de um radical, permite a recuperação de todas as formas variantes que iniciam com esse radical. Por exemplo, ao usar “interdisciplina*”, o sistema buscará por qualquer termo que comece com “interdisciplina”, incluindo “interdisciplinar”, “interdisciplinares”, “interdisciplinaridade” etc. Esse método é especialmente útil para garantir que todas as variantes linguísticas de um termo sejam consideradas na pesquisa, maximizando a abrangência dos resultados recuperados.

⁹A ferramenta de busca considera como “título” tanto os títulos dos artigos quanto dos periódicos em que foram publicados. Dessa forma, trabalhos como o de Alves-Bríto (2021), intitulado *Educação Escolar Quilombola: desafios para o ensino de Física e Astronomia*, que não apresenta nenhum dos radicais, retornou em nossas pesquisas por estar publicado no periódico Plurais Revista Multidisciplinar.

¹⁰Um exemplo é o artigo de Costa (2015), intitulado “A interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Humanas e Sociais: dos limites às possibilidades”, que retornou por conter os termos “ensino”, “ciências” e “interdisciplinaridade”, e foi removido do *corpus* de análise por não ter relação com as Ciências da Natureza.

lizada por meio de um processo de revisão duplo-cego executado por uma equipe diversificada de pesquisadores, que variaram em gerações, formações acadêmicas e experiências interdisciplinares.

3 PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES

Os 119 artigos selecionados estão dispostos na Tabela 1 segundo os respectivos descritores de seleção. Vale ressaltar que um mesmo artigo pode corresponder a múltiplos descritores simultaneamente, podendo estar categorizado em mais de uma linha e/ou coluna.

Tabela 1 – Distribuição de artigos selecionados por arranjo na busca no Portal da CAPES

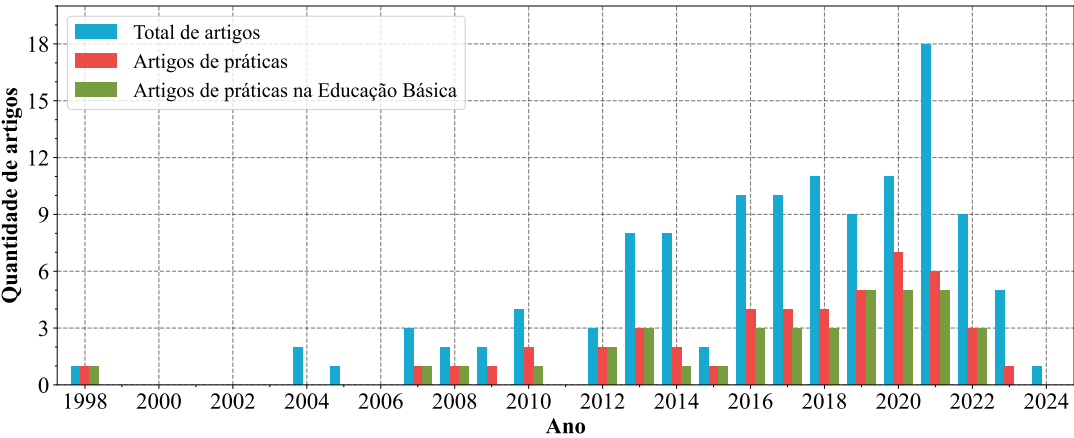
	interdisciplina*	multidisciplina*	transdisciplina*	pluridisciplina*
ensino ciências	86	3	1	0
ensino astronomia	3	2	0	0
ensino biologia	5	0	0	0
ensino física	20	2	1	0
ensino geociências	0	1	0	0
ensino química	18	1	0	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dessa organização inicial, nota-se que os artigos estão majoritariamente associados à interdisciplinaridade. A “multidisciplinaridade” e a “transdisciplinaridade” possuem poucas associações, enquanto o termo “pluridisciplinaridade” não retornou nenhum artigo em nossa busca. A maior concentração de publicações selecionadas a partir dos nossos arranjos encontra-se na área de Ensino de Ciências, seguida pelo ensino de Física, Química, Biologia, Astronomia e Geociências, respectivamente.

O conjunto de artigos selecionado foi publicado ao longo dos últimos 25 anos, sendo que o mais antigo dos trabalhos data do ano de 1998 e o mais recente de 2024. A Figura 1 mostra a distribuição temporal dessas publicações.

Figura 1 - Distribuição temporal do número total de artigos selecionados entre 1998 e 2024



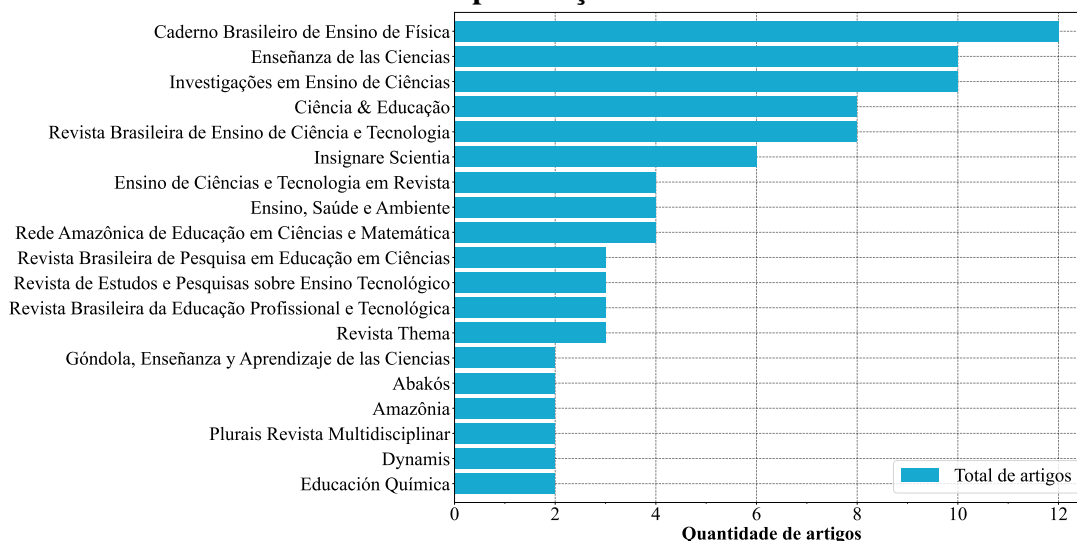
Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base nessa distribuição, podem-se identificar quatro períodos distintos: o primeiro, de 1998 até 2006, caracterizado pela ausência ou produção de até dois trabalhos por ano. O

segundo, de 2007 a 2012, com exceção de 2011, apresenta uma produção mais constante, mas ainda tímida. O terceiro período é representado por um aumento no número de artigos, que se manteve constante entre 2013 e 2022, com exceção da queda em 2015 e do pico em 2021, quando foram identificados 2 e 18 artigos publicados, respectivamente. Por fim, tem-se o último período a partir de 2022 até março de 2024, corte temporal desse levantamento. Esse crescimento, sobretudo no período entre 2013 e 2022, pode estar associado à publicação das DCNEB (BRASIL, 2013) e às discussões em torno das versões da BNCC, que situam a interdisciplinaridade como forma de articular conhecimentos na Educação Básica.

Em seguida, identificamos os 49 periódicos, tanto nacionais quanto internacionais, em que os artigos selecionados foram publicados. Dentre esses, 30 periódicos publicaram apenas um artigo cada, enquanto os 19 restantes concentraram cerca de 75,6% do total de artigos. A lista desses 19 periódicos, com a quantidade de artigos publicados em cada um, está disposta na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição do número de artigos publicados por revista, limitada às revistas com mais de duas publicações entre 1998 e 2024



Fonte: Elaborada pelos autores.

Nacionalmente, a maioria das publicações está concentrada em periódicos hospedados em instituições localizadas nas regiões Sudeste e Sul do país. Cinco desses periódicos reúnem mais de 50% das publicações, com destaque para o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), com 12 artigos publicados. Aponta-se também que não foram identificadas publicações em periódicos específicos da área de Ensino de Biologia, em contraste com as áreas de Física e Química. O escopo dos demais periódicos refere-se ao Ensino de Ciências da Natureza, em sua amplitude e complexidade, ou em diálogos com outras áreas, como Matemática, Tecnologia, Saúde e Ambiente.

Considerando o perfil das publicações, foram organizadas seis categorias, a saber:

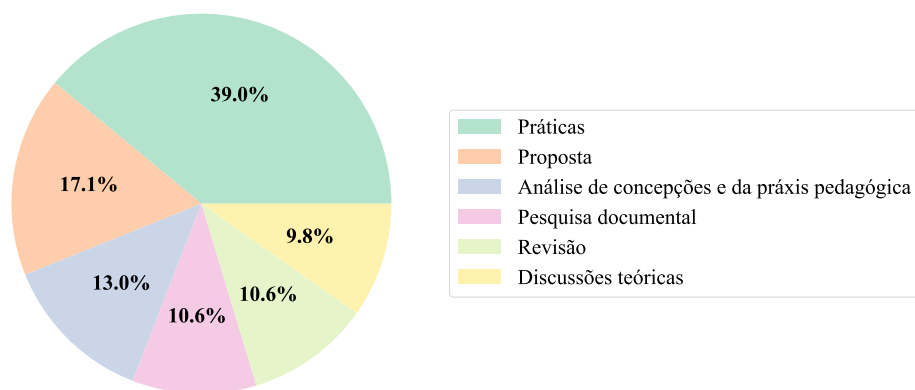
- **Práticas:** inclui relatos de experiências didáticas, aplicadas em contextos de ensino e aprendizagem, que buscaram estabelecer diálogos interdisciplinares entre conhecimen-

tos de diversas áreas da organização curricular. Nessa categoria foram organizadas 48 publicações.

- **Proposta:** os artigos classificados nessa categoria apresentam propostas que não explicitam sua implementação ou mesmo seu resultado, focando as ideias e o planejamento. Nessa categoria foram organizadas 21 publicações.
- **Análise de concepções e da práxis pedagógica¹¹:** os trabalhos organizados nessa categoria focam a análise da práxis pedagógica e/ou das concepções de professores sobre interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade. Um total de 16 publicações foi organizado nessa categoria.
- **Pesquisa documental:** nessa categoria foram classificados os trabalhos que analisam documentos, tanto oficiais quanto não oficiais, incluindo documentos educacionais como a estrutura de cursos, projetos político-pedagógicos e legislações, além de materiais didáticos e paradidáticos. Nessa categoria foram organizadas 13 publicações.
- **Revisão:** os trabalhos organizados nessa categoria consistem em levantamentos e análises de publicações prévias relacionadas à temática, como artigos, teses, dissertações e anais de eventos. Um total de 13 publicações foi organizado nessa categoria.
- **Discussões teóricas:** essa categoria engloba discussões que exploram questões epistemológicas, históricas, comparativas e conceituais que buscam aprofundar o entendimento dos fundamentos e das perspectivas críticas que envolvem a temática. Nessa categoria foram organizadas 12 publicações.

A distribuição dessas publicações nas categorias está disposta na Figura 3. Vale destacar que essas categorias não são excludentes; dessa forma, alguns artigos estão em mais de uma categoria.

Figura 3 - Distribuição percentual das categorias



Fonte: Elaborada pelos autores.

¹¹ Remete ao sentido de um conjunto de práticas associadas à figura do professor em função (teórico-prática) da reflexão e ação pedagógica para transformar, enunciada na perspectiva freiriana.

Considerando o objetivo deste trabalho, nas seções a seguir, nos concentramos de forma mais aprofundada em duas categorias: *Revisões* e *Práticas*. A escolha pelas *Revisões* foi feita pelo potencial de contribuir para situar este estudo em relação a outros de mesma natureza publicados anteriormente. A categoria *Práticas* foi escolhida uma vez que essas publicações podem viabilizar a construção de diálogos nas interfaces da organização curricular tradicional com potencial para se tornar polo articulador de outras formas de compreender as complexidades dos contextos contemporâneos.

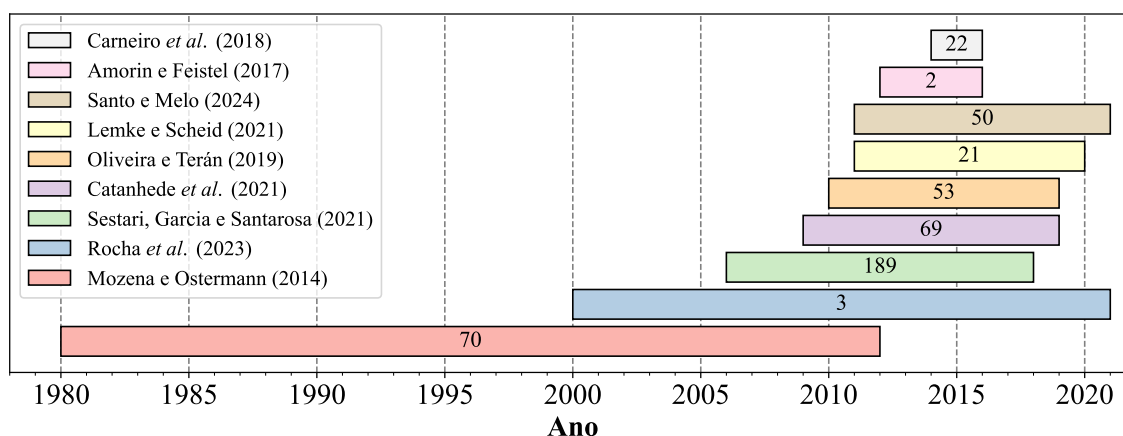
4 REVISITANDO REVISÕES DA LITERATURA

Na categoria *Revisão*, foram identificados 13 artigos. Quatro deles estudaram o tema de interesse em teses, dissertações e publicações de eventos, enquanto os nove restantes analisaram artigos publicados em periódicos, de forma semelhante a esta pesquisa. Assim, optou-se por aprofundar a leitura desses nove trabalhos para situar este mapeamento e estabelecer relações com outras revisões publicadas anteriormente.

Das nove revisões, sete buscaram artigos no Portal de Periódicos da CAPES e cinco selecionaram os periódicos com melhor avaliação no Qualis. Esses trabalhos buscaram pelos termos “interdisciplinaridade” e/ou “interdisciplinar” nos títulos, resumos e/ou nas palavras-chave, sendo que alguns associaram a busca a outros termos de interesse, como “ensino médio”, “física”, “química” e “multidisciplinar”.

As especificidades nos recortes, como a escolha dos periódicos a serem considerados e o uso de filtros para selecionar as temáticas de interesse, tendem a delimitar conjuntos muito diferentes de trabalhos. O gráfico da Figura 4 mostra a diferença entre os recortes temporais adotados e o número de artigos analisados em cada uma das nove pesquisas.

Figura 4 - Recorte temporal das revisões de artigos publicados em periódicos e *corpus* analisados



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os dados revelam uma variabilidade nos recortes temporais abordados pelas pesquisas de revisão. Apenas um trabalho se destaca por seu recorte temporal mais amplo, abrangendo três décadas (MOZENA; OSTERMANN, 2014). A maioria se concentra nas décadas de 2010 e

2020, priorizando a revisão de artigos publicados nos últimos dez anos. Isso pode ser atribuído, em parte, ao crescente interesse na temática, impulsionado pela ênfase dada a essa abordagem na legislação brasileira para a Educação Básica nesse mesmo período (AMORIM; FEISTEL, 2017; CANTANHEDE *et al.*, 2021; OLIVEIRA; TERÁN, 2019).

Embora as revisões apresentem muitas diferenças entre si, vários resultados e contribuições significativas para o campo foram ressaltados nesses artigos, como o notável aumento das pesquisas sobre interdisciplinaridade no Ensino de Ciências (MOZENA; OSTERMANN, 2014; SESTARI; GARCIA; SANTAROSA, 2021); os desafios relacionados ao desenvolvimento de práticas interdisciplinares, que abrangem desde a compreensão do significado de interdisciplinaridade proposto nos documentos curriculares e legislativos (AMORIM; FEISTEL, 2017) até a implementação prática dessas abordagens (OLIVEIRA; TERÁN, 2019).

As pesquisas também apontam que a fragmentação dos conhecimentos escolares nas Ciências da Natureza ainda é muito presente (CARNEIRO *et al.*, 2018; OLIVEIRA; TERÁN, 2019; SESTARI; GARCIA; SANTAROSA, 2021) e indicam uma predominância das práticas interdisciplinares na Educação Básica, sobretudo no Ensino Médio. Por fim, Mozena e Ostermann (2014) salientam a importância do aprofundamento em pesquisas tanto teóricas quanto práticas sobre interdisciplinaridade, sendo uma questão fundamental para uma avaliação efetiva da aplicabilidade dessas abordagens em sala de aula.

5 PRÁTICAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DIÁLOGOS ENTRE CAMPOS DE CONHECIMENTO

Das 48 pesquisas categorizadas como *Práticas* (Figura 3), 38 foram implementadas em níveis que compõem a Educação Básica, enquanto as 10 restantes, nos âmbitos da Educação Não Formal, do Ensino Técnico, do Ensino Superior, ou situações nas quais não foi possível identificar um nível específico.

A distribuição das práticas identificadas por níveis de ensino, dentro da Educação Básica, foi: Anos Iniciais do Ensino Fundamental (n=5), Anos Finais do Ensino Fundamental (n=7) e, principalmente, Ensino Médio¹² (n=26). Esse resultado reitera a revisão de Carneiro *et al.* (2018), que situou esse mesmo nível de ensino como aquele que, dentro da Educação Básica, apresenta a maioria das pesquisas que relacionam Ensino de Ciências e interdisciplinaridade. Essa concentração de pesquisas no Ensino Médio pode estar associada à atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que transformou a interdisciplinaridade de princípio pedagógico (BRASIL, 2012a) para eixo articulador da organização curricular para esse nível de ensino (BRASIL, 2018a).

Entendemos que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, possibilitando a articulação entre diferentes campos de saberes específicos (BRASIL, 2012a). Além disso, para Thiesen (2008), a interdisciplinaridade, como articuladora dos processos de ensino e aprendizagem, implica, em sua base constitutiva, o estabelecimento de diálogos

¹²As práticas que envolveram os cursos de Ensino Médio Técnico foram incluídas nesse nível de ensino.

entre as áreas de conhecimento.

Nessa perspectiva, dedicaremos esta seção ao mapeamento dos diálogos que se estabelecem nas práticas identificadas na Educação Básica entre as Ciências da Natureza e as outras áreas da organização curricular, divididos em três dimensões: *Macro*, *Meso* e *Micro*. Categorias propostas em trabalhos de análises complexas no sistema educativo (FONOLLEDA; PUJOL; BONIL, 2013; FONOLLEDA; FABRÍCIO; FREITAS, 2014).

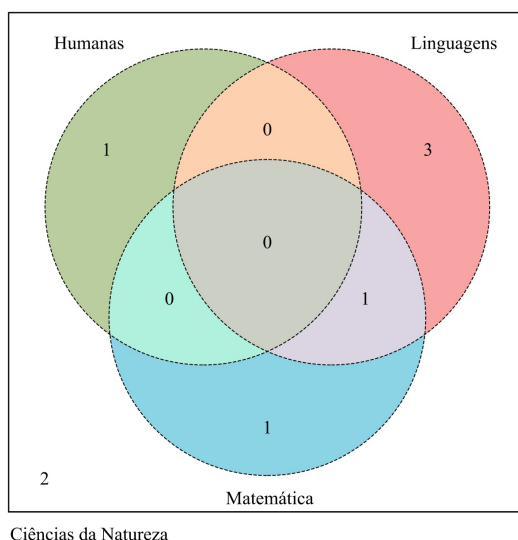
Deve-se ressaltar que as dimensões representam a diversidade de perspectivas identificadas no mapeamento, sem buscar definir, de forma alguma, uma hierarquia ou atribuir qualquer conotação associada à existência de graus de relevância em relação às formas como os diálogos foram estabelecidos.

A partir deste momento, adotaremos a seguinte nomenclatura para nos referirmos de forma simplificada às outras áreas de organização curricular: *Humanas* para Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; *Linguagens* para Linguagens e suas Tecnologias; e *Matemática* para Matemática e suas Tecnologias.

5.1 Diálogos em Nível Macro

A dimensão *Macro* trata da relação entre a área de Ciências da Natureza e outras áreas da organização curricular (Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias), bem como a relação entre elas, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Diálogos Macro entre Ciências da Natureza e outras áreas de organização curricular



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 5, o quadro delimita visualmente a área de Ciências da Natureza, os círculos que compõem o diagrama de Venn, cada uma das outras áreas da organização curricular, e as linhas tracejadas representam a permeabilidade das fronteiras e a interseccionalidade entre as áreas.

No total, oito dos artigos mapeados foram identificados como tendo diálogos na dimensão *Macro*, porém nenhum deles estabelece diálogos entre as Ciências da Natureza e todas as outras áreas, simultaneamente. Seis deles mostram inter-relações entre as Ciências da Natureza e pelo menos com uma das outras áreas da organização curricular, enquanto os dois restantes (localizados fora do diagrama de Venn) não estabelecem conexões entre as Ciências da Natureza com as outras áreas.

Entre os artigos situados nesse nível, o único que integrou Ciências da Natureza com mais de uma área da organização curricular, nesse caso Linguagens e Matemática, intitula-se *Projeto Pipas Geometria e Lazer* (RIBACIONKA; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2008). O projeto adotou ferramentas da área de Tecnologia da Informação e Comunicação, com ênfase na *webquest*. Proporcionou também informações para a elaboração de livretos e a confecção de pipas em diferentes escalas, formas geométricas, materiais e cores e apontou conexões entre os fenômenos físicos associados ao voo das pipas (vento, velocidade, pressão atmosférica) e as atividades humanas no sistema climático, incluindo a ocorrência de desastres como o furacão Katrina.

Esses diálogos podem contribuir para a compreensão de questões socioambientais emergentes e do papel das sociedades no processo de transformação desses cenários complexos de riscos construídos em tempos de emergência climática, com efeitos cada vez mais intensos e frequentes.

Quanto ao grupo de artigos que mostram as relações estabelecidas entre as Ciências da Natureza e uma das áreas da organização curricular, nesse caso as Linguagens, apresentamos, a título de exemplo, o trabalho *Práticas intergeracionais e interdisciplinares na Educação. Um exemplo prático no Ensino Básico*, de Mendes, Leandro e Lopes (2017). Nele, os autores utilizam o conto infantil *A viúva e o papagaio*, de Virginia Woolf, como tema aglutinador do projeto intitulado *InterAgir com a Diferença*, destacando o efeito positivo dessas práticas no desempenho escolar, bem como na integração de saberes e nas atitudes dos estudantes em relação aos idosos.

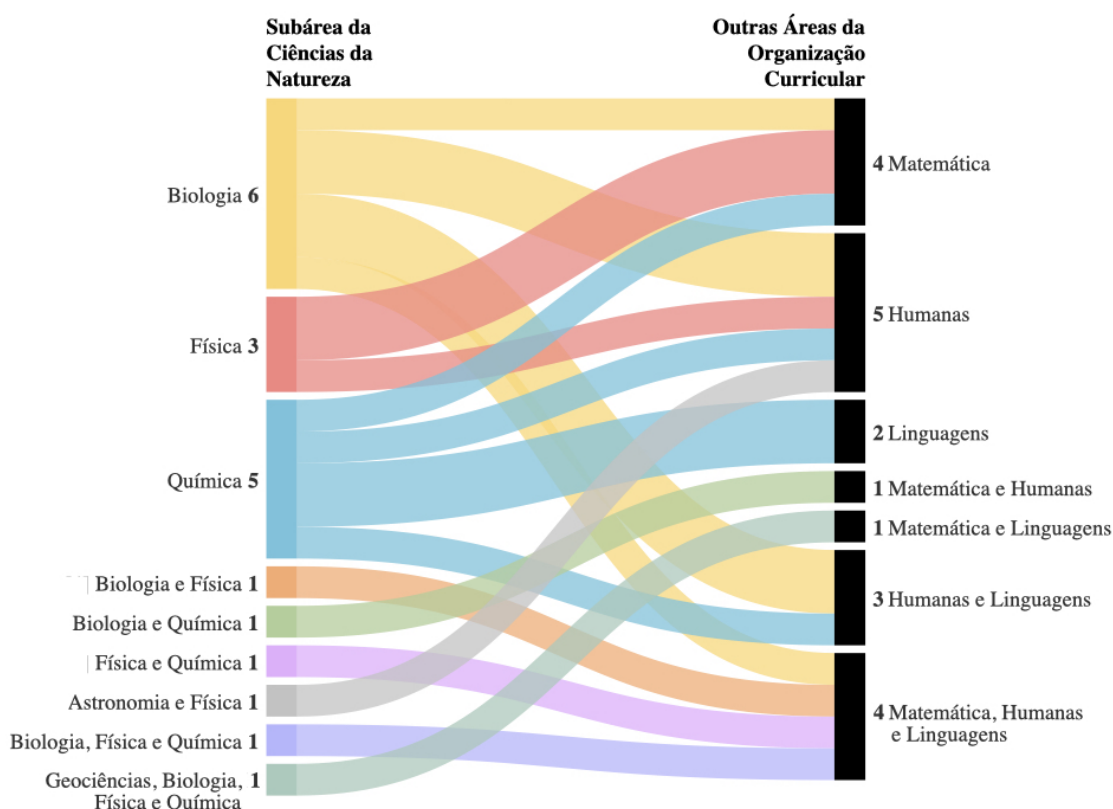
Com relação aos níveis de ensino, sete das oito práticas que apresentaram diálogos *Macro* foram desenvolvidas nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental. É possível que essa concentração esteja associada à organização curricular desses níveis, em que as divisões disciplinares ainda não estão tão delimitadas, e as Ciências da Natureza ocupam o status de componente curricular.

No diagrama de Venn (Figura 5), duas pesquisas estão dispostas fora dos círculos, por não estabelecerem conexões com as outras áreas da organização curricular. Uma delas, *Educação ambiental na formação docente: metodologias para uma prática interdisciplinar* (TOLFO *et al.*, 2021), foi voltada para o Ensino Médio. O foco dessa publicação é a Educação Ambiental, uma área interdisciplinar que, segundo as DCNEA (BRASIL, 2012b), possibilita a integração das dimensões sociais, econômicas e culturais e a criação de espaços de diálogo entre os diferentes saberes acadêmicos e tradicionais.

5.2 Diálogos em Nível Meso

A dimensão *Meso* trata da relação de alguma subárea das Ciências da Natureza com outras áreas da organização curricular. Nesse nível, encontramos uma diversidade de diálogos entre as subáreas das Ciências da Natureza e as outras áreas da organização curricular. Dessa forma, o diagrama de Sankey, na Figura 6, ilustra as múltiplas relações estabelecidas e as combinações identificadas nas 20 práticas mapeadas.

Figura 6 - Múltiplas relações estabelecidas entre as subáreas das Ciências da Natureza e outras áreas de organização curricular



Fonte: Elaborada pelos autores.

No diagrama de Sankey, cada fluxo representa um trabalho e suas inter-relações entre as subáreas Astronomia, Biologia, Física, Geociências, Química e as outras áreas da organização curricular.

Ao olharmos para cada uma das subáreas das Ciências da Natureza, podemos apreciar uma diversidade de relações entre elas e as três áreas da organização curricular. Seguindo a ordem apresentada na Figura 6, a Biologia e a Física estabeleceram diálogos com a Matemática e as Humanas, enquanto a Química dialogou com as três áreas, Matemática, Humanas e Linguagens separadamente. Além disso, entre as subáreas, a Química dialogou com a combinação das áreas de organização curricular, Humanas e Linguagens, enquanto a Biologia não só estabeleceu relações com essa combinação, mas também com a Matemática.

Em busca de ilustrar esse primeiro grupo de relações, encontramos no nosso mapeamento o trabalho de Pricinotto, Lima e Falkowski (2020), em que, na perspectiva da Química, os estudantes construíram poemas do gênero literário japonês haikai¹³, a partir da entalpia de ligações e lei de Hess, contextualizando o efeito estufa e a composição da camada de ozônio.

Ao mapear as relações estabelecidas entre as subáreas das Ciências da Natureza e as outras áreas da organização curricular, foram identificadas seis combinações, a saber: 1. Biologia e Física; 2. Biologia e Química; 3. Física e Química; 4. Biologia, Física e Química; 5. Astronomia e Física; e 6. Geociências, Biologia, Física e Química.

Entre as subáreas das Ciências da Natureza que construíram duas combinações, encontramos a publicação *Atividades experimentais para o ensino de Astronomia: possibilidades para um trabalho interdisciplinar*, de Batista, Martins e Menezes (2021). O trabalho avalia o potencial pedagógico de um caderno de atividades experimentais, para os Anos Finais do Ensino Fundamental, sobre as estações do ano e movimento solar, estabelecendo diálogos com Astronomia, Física e Humanas.

Ora, considerando a diversidade que representam as combinações estabelecidas com fundamento nas inter-relações entre três ou mais áreas, incluímos, a seguir, dois trabalhos a fim de exemplificar.

O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: a reaproximação das duas culturas, de Hartmann e Zimmermann (2011), descreve o projeto *Sociedade Sustentável*, desenvolvido na disciplina Integrando as Ciências pelos professores de Biologia, Física e Química, dialogando com Linguagens, Humanas e Matemática. Nesse projeto, os participantes pesquisaram notícias e reportagens que tratavam de questões socioambientais, produziram textos e os distribuíram aos colegas ou fizeram apresentações. Em uma etapa posterior, identificaram problemas socioambientais locais, percurso que lhes permitiu reconhecer questões que poderiam ser abordadas a partir de situações do seu cotidiano, e não apenas do ponto de vista teórico previsto nos planejamentos das disciplinas.

Pommer (2019), em seu trabalho *As ações docentes em um projeto interdisciplinar nas aulas de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*, abordou temas relativos ao desenvolvimento do planeta Terra em conexão com questões ambientais. Os diálogos identificados ocorreram em diversos momentos, durante a leitura de histórias mitológicas sobre a formação do Universo e da Terra, na apresentação de pinturas e desenhos rupestres em cavernas e em discussões sobre a evolução da representação cartográfica da Terra. No nosso mapeamento, esse trabalho foi o que apresentou maior número de diálogos entre as áreas, incluindo o estabelecimento de inter-relações entre quatro das subáreas das Ciências da Natureza (Geociências, Biologia, Física e Química) e duas áreas da organização curricular (Matemática e Linguagens), o que, em palavras do autor, enriqueceu o currículo pela abordagem multitemática, fomentou um ambiente de reflexão e conhecimentos para uma formação humanista, aprimorou o pensamento científico e evidenciou o potencial articulador das Geociências para o ensino.

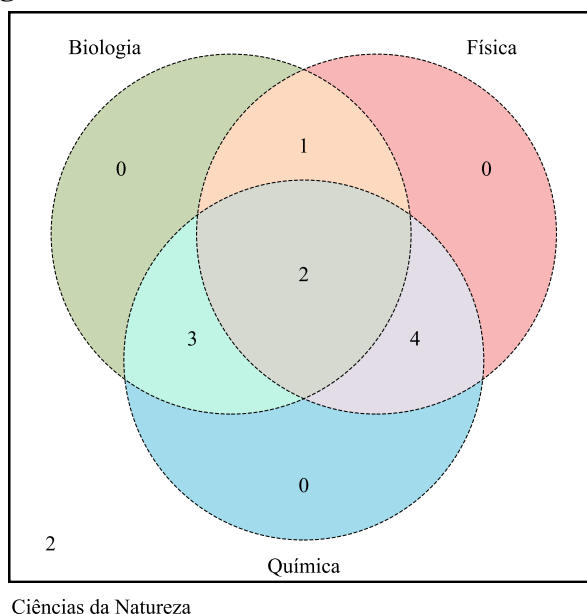
¹³ Haikai ou haikai é um poema estruturado em versos com sílabas definidas, trata de temas simples e busca otimizar o uso de palavras (NUNES, 2019).

5.3 Diálogos em Nível Micro

Nos diálogos *Micro*, identificamos as relações que as subáreas – Astronomia, Biologia, Física, Geociências e Química – estabeleceram entre si e, diferentemente da dimensão Meso, não explicitaram diálogos com outras áreas da organização curricular.

Na Figura 7, os círculos do diagrama de Venn representam os diálogos estabelecidos entre cada uma das subáreas das Ciências da Natureza. Cabe destacar que a ausência de Astronomia e Geociências se deve ao fato de que elas não explicitaram diálogos nas práticas mapeadas. Além disso, como na Figura 5, as duas pesquisas também estão dispostas fora dos círculos, por não definirem as subáreas das Ciências da Natureza.

Figura 7 - Diálogos estabelecidos entre as subáreas das Ciências da Natureza



Fonte: Elaborada pelos autores.

No total, dez artigos compõem a dimensão Micro, e todos apresentam diálogos entre as subáreas da Ciências da Natureza. No entanto, há uma predominância da Química nas interseções, em nove dos dez artigos mapeados, e há dois artigos em que as interseções mostram relações entre as três subáreas, que citaremos, posteriormente, a título de exemplo.

O primeiro deles é o trabalho de Kruger e Quezada (2012), *Jornal da Ciência como atividade interdisciplinar extraclasse: debates e reflexões sobre a ciência na comunidade escolar de Ensino Médio*. Os pesquisadores analisaram o processo de construção de um jornal escolar a partir da contextualização de temas diversos do escopo das subáreas da Ciência da Natureza, dentre eles: agricultura; água potável; biocombustível; vícios, violência e valorização da vida; mármore e granito; petróleo; e biotecnologia e transgênicos. Segundo eles, essa prática promoveu uma visão crítica sobre a ciência e a tecnologia, e contribuiu para a formação da cidadania na busca de soluções para problemas que envolvem aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e políticos.

O segundo exemplo é a pesquisa *Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no Ensino de Ciências*, de Taha et al. (2017),

que realizou um estudo, a partir de um almoço na escola, de temas associados à alimentação saudável, como valor nutricional dos alimentos, equilíbrio da dieta, energia e distúrbios no metabolismo. Na discussão dos resultados, os autores apontaram que essa ação propiciou a conexão entre o saber sistematizado e vivências com base no contexto social e cultural dos estudantes.

Quanto aos níveis de ensino, todas as práticas que configuraram a dimensão *Micro* foram desenvolvidas no Ensino Médio. Essa constatação pode estar relacionada, de forma semelhante, à dimensão *Macro*, à organização curricular dessa última etapa da Educação Básica, em que o componente curricular Ciências da Natureza é tradicionalmente constituído por Biologia, Física e Química.

6 CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES FINAIS

Considerando o nosso objetivo, o mapeamento das práticas implementadas na Educação Básica permite vislumbrar um panorama de crescente interesse dentro da área de Ensino de Ciências durante os últimos 25 anos concentradas em 19 revistas; identificar um perfil diversificado de publicações com foco em práticas desenvolvidas, principalmente, no Ensino Médio; e observar uma multiplicidade de diálogos interdisciplinares estabelecidos entre as subáreas das Ciências da Natureza e as outras áreas da organização curricular, elementos que evidenciam sua complexidade e riqueza para a práxis pedagógica.

Conforme apresentado e discutido ao longo deste trabalho, entendemos que o crescimento das pesquisas, no período entre 2013 e 2022 (Figura 1), pode estar associado à publicação de documentos de referência normativa que situam a interdisciplinaridade como princípio orientador na articulação dos conhecimentos na Educação Básica, como as DCNEB (BRASIL, 2013) e a BNCC (BRASIL, 2018b). Além disso, os artigos publicados nesse período propiciaram perceber poucos trabalhos no Ensino Fundamental, o que corrobora com Mozena e Ostermann (2014) sobre a necessidade de continuar aprofundando as pesquisas sobre práticas interdisciplinares nas escolas.

As dimensões *Macro*, *Meso* e *Micro* possibilitaram organizar, identificar e discutir a diversidade e a complexidade das relações e diálogos estabelecidos entre as diferentes áreas de conhecimento com foco nas práticas implementadas na Educação Básica, contribuindo com o objetivo traçado para este mapeamento, que, por sua vez, amplia as revisões publicadas sobre esse tema até o primeiro trimestre de 2024.

Com relação aos níveis de ensino, os diálogos *Macro* foram desenvolvidos, prioritariamente, nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental; os *Meso*, principalmente, no Ensino Médio; enquanto os *Micro* foram desenvolvidos majoritariamente no Ensino Médio. É possível que esse resultado esteja associado à organização curricular desses níveis, já que, nos primeiros anos, as divisões disciplinares ainda não estão tão delimitadas, e as Ciências da Natureza ocupam o status de componente curricular.

Por outro lado, no Ensino Médio, o componente curricular Ciências da Natureza é cons-

tituído por Biologia, Física e Química. Nesse caso, observa-se a relevância atribuída a essas subáreas nos diálogos mapeados, em contraste com a baixa presença de Astronomia e Geociências, que só foram identificadas nos Anos Iniciais e Finais da Educação Básica.

Com relação a esse último apontamento, a literatura sugere algumas possíveis explicações causais. Batista, Martins e Menezes (2021), por exemplo, argumentam que isso pode ser devido, em parte, à falta de formação específica dos professores que atuam na Educação Básica em relação às Ciências da Terra e do Universo e suas didáticas associadas. Kuchenbecker (2017), referindo-se aos conteúdos de Geociências, afirma que esses são propostos nos PCNEM de forma generalizada em componentes curriculares como Física, Química, Biologia e Geografia, fato que acreditamos estar refletido nas poucas práticas identificadas.

Conforme apresentado, evidenciamos que os diálogos mapeados foram voltados para a discussão do conhecimento dentro da lógica da organização curricular da escola, sem promover relações com outras formas de conhecimento, como dos povos indígenas e quilombolas. Considerando a complexidade dos fenômenos atuais, isso representa uma lacuna em busca de ampliar as perspectivas interdisciplinares no Ensino de Ciências, pois os diálogos continuam ancorados nas epistemologias tradicionais das disciplinas.

A partir dos nossos resultados, surgem perspectivas para futuras pesquisas relacionadas ao estudo de práticas em que as Ciências da Natureza estabelecem diálogos interdisciplinares dentro de cada um dos ramos que compõem suas subáreas e para a caracterização de práticas interdisciplinares desenvolvidas em outros níveis de ensino. Entre esses níveis, estão o Ensino Superior e a Educação para Jovens e Adultos ou mesmo nos espaços educacionais não formais (museus, feiras de Ciências, centros de Ciências, áreas verdes da escola, zoológicos, parques, praças e/ou espaços comunitários) ou na formação inicial e continuada de professores. Também, vislumbram-se oportunidades de aprofundamento quanto às temáticas que são abordadas e suas articulações diante dos desafios globais contemporâneos, visando contribuir para a quebra da fragmentação, hiperespecialização, hierarquização e desconexão das realidades daqueles que participam de experiências formativas em sala de aula.

7 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Processos nº. 2022/06977-5, 2023/10662-2, 2023/16357-7, 2023/16333-0 e 2023/16247-7

REFERÊNCIAS

- ALVES-BRITO, A. Educação escolar quilombola: desafios para o ensino de física e astronomia. **Plurais: revista multidisciplinar**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 60-80, 2021.
- AMORIM, R.; FEISTEL, R. A. B. Interdisciplinaridade no ensino de física: algumas discussões. **Eventos Pedagógicos**, v. 8, n. 1, p. 507–533, 2017.
- BATISTA, M. C.; MARTINS, V. C.; MENEZES, L. P. G. de. Atividades experimentais para o ensino de astronomia: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. **Plurais-Revista Multidisciplinar**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 38–59, 2021.
- BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na pesquisa educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- BRASIL. **Ministério da Educação, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Acesso: 20 abr. 24. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>.
- BRASIL. **Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)**. Brasília: Ministério da Educação, 2012. Acesso: 29 abr. 2024. Disponível em: <https://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao_ceb_002_30012012.pdf>.
- BRASIL. **Resolução Nº 2, de 15 de Junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Ministério da Educação, 2012. Acesso: 12 mai. 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf>.
- BRASIL. **Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCNEB)**. Brasília: MEC, SEB, DICEI., 2013. Acesso: 29 abr. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf>.
- BRASIL. **Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Acesso: 29 abr. 2024. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/nove%20mbro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file/>>.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. BNCC. Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Acesso: 19 abr. 2024. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.
- CANTANHEDE, S. C. da S. *et al.* Interdisciplinaridade: características e possibilidades para o ensino de física e química. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 9, n. 1, p. e21019, 2021.
- CARNEIRO, G. do A. *et al.* Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. **Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, v. 13, n. 1, p. 73–85, 2018.
- COSTA, V. B. da. A interdisciplinaridade no ensino de ciências humanas e sociais: Dos limites às possibilidades. **Itinerarius Reflectionis**, v. 11, n. 1, 2015.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa**. 11. ed. São Paulo: Papirus, 2003.

FAZENDA, I. C. A. **Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2008.

FONOLLEDA, M.; FABRÍCIO, T. M.; FREITAS, D. de. La escuela y la ciudad en conexión: un análisis de la perspectiva escalar con profesores en formación. **Revista Interacções**, n. 31, p. 198–218, 2014.

FONOLLEDA, M.; PUJOL, R. M.; BONIL, J. Exploración de los modelos explicativos sobre movilidad desde la perspectiva de la complejidad. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1301–1305, 2013. Acesso em: 25 mai. 2024. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307150>>.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109–123, 2003. Acesso em: 24 abr. 2024. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542>>.

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no ensino médio: A re-aproximação das “duas culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, 2011. Acesso em: 26 abr. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4037>>.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KRUGER, J. G.; QUEZADA, S. Jornal da ciência como atividade interdisciplinar extra-classe: Debates e reflexões sobre a ciência na comunidade escolar de ensino médio. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, ago. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21077>>.

KUCHENBECKER, M. Práticas multidisciplinares para o ensino introdutório de geociências. **Terra e Didática**, Campinas, SP, v. 13, n. 3, p. 304–310, 2017.

MENDES, P. C.; LEANDRO, C. R.; LOPES, M. Práticas intergeracionais e interdisciplinares na educação. um exemplo prático no ensino básico. **Revista Portuguesa De Pedagogia**, Campinas, SP, v. 51, n. 1, p. 63–82, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14195/1647-8614_51-1_4>.

MORIN, E. **A Cabeça bem feita: repensar a reforma/reformar o pensamento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), SciELO Brasil, v. 16, p. 185–206, 2014.

NUNES, R. de S. Do haikai japonês ao haikai brasileiro: interpretação e performance. **Hon no Mushi–Estudos Multidisciplinares Japoneses**, v. 4, n. 7, p. 123–132, 2019. Acesso em: 24 maio, 2024. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/HonNoMushi/article/view/6696/5008>>.

OLIVEIRA, E. d. N. S. de; TERÁN, A. F. Práticas educativas interdisciplinares no ensino médio usando elementos da natureza. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 193–205, 2019.

POMBO, O. *et al.* Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em Revista**, v. 1, n. 1, out. 2006. Acesso em: 21 out 2024. Disponível em: <<https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3082>>.

POMMER, W. M. As ações docentes em um projeto interdisciplinar nas aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista ENCITEC**, v. 9, n. 3, p. 19–32, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v9i3.871>>.

PRICINOTTO, G.; LIMA, A. M. de; FALKOWSKI, D. J. O uso de haicais no ensino de química: interdisciplinaridade e ludicidade na articulação entre ciências e literatura. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 1–19, 2020.

RIBACIONKA, M. C. dos S.; ARAÚJO, M. S. T. de; NASCIMENTO, R. P. Desenvolvimento de uma webquest no contexto de uma abordagem interdisciplinar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, 2008.

SESTARI, F. B.; GARCIA, I. K.; SANTAROSA, M. C. P. Ações interdisciplinares no ensino de física: pressupostos teóricos e revisão da literatura. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 883–913, 2021.

TAHA, M. S. *et al.* Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências. **Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 131–141, 2017.

THIESEN, J. d. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000300010>>.

TOLFO, E. F. *et al.* Educação ambiental na formação docente: metodologias para uma prática interdisciplinar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, 2021.