
ARTIGO

Evidências da abordagem transdisciplinar nas práticas docentes de Modelagem Matemática que se associam ao STEAM

Evidences of the transdisciplinary approach in teaching practices of mathematical modeling that are associated with STEAM

José Ricardo Dolenga Coelho^{*}

 ORCID iD 0000-0002-6615-9319

Anderson Roges Teixeira Góes^{**}

 ORCID iD 0000-0001-8572-3758

Resumo

A modelagem matemática é uma estratégia de ensino e aprendizagem que permite compreender fenômenos complexos por meio de modelos, sendo comum o uso de modelos algébricos. Entretanto, quando o modelo apresentado pela modelagem matemática é geométrico, é possível associá-lo ao STEAM (acrônimo em inglês para *Science* - Ciência, *Technology* - Tecnologia, *Engineering* - Engenharia, *Arts* - Artes e *Mathematics* - Matemática), que é uma abordagem educacional que integra ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática para desenvolver habilidades e competências dos alunos, buscando promover a criatividade e a inovação. Com o objetivo de evidenciar a presença da abordagem transdisciplinar nas práticas docentes de modelagem matemática, na perspectiva de Burak, e investigar como essa presença pode se integrar com a metodologia STEAM, foi realizada uma revisão integrativa em diferentes bases de dados. A análise apresentada destaca que a associação entre a modelagem matemática e o STEAM pode oferecer uma abordagem transdisciplinar, integrando diferentes áreas do conhecimento e habilidades dos alunos, como resolução de problemas, criatividade e inovação. Além disso, essa associação prepara os estudantes para enfrentar desafios reais em suas vidas pessoais e profissionais, proporcionando uma aprendizagem mais integrada, colaborativa e criativa.

Palavras-chave: Transdisciplinaridade. Educação matemática. Modelo físico. Revisão integrativa da literatura.

Abstract

Mathematical modeling is a teaching and learning strategy that allows for the understanding of complex phenomena through models, commonly using algebraic models. However, when the model presented by mathematical modeling is geometric, it can be associated with STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts,

^{*}Doutorando no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor de Matemática da Secretaria Municipal da Educação (SME), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: dolengacoelho@gmail.com

^{**}Doutor em Métodos Numéricos (PPGMNE) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor do Departamento de Expressão Gráfica, do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática e do Programa de Pós-graduação em Educação: Teoria e Prática de Ensino, todos na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: artgoes@ufpr.br

and Mathematics), an educational approach that integrates Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics to develop students skills and competencies, seeking to promote creativity and innovation. To highlight the presence of the transdisciplinary approach in the teaching practices of mathematical modeling, from Burak's perspective, and investigate how this presence can integrate with the STEAM methodology, an integrative review was conducted on different databases. The analysis presented highlights that the association between mathematical modeling and STEAM can offer a transdisciplinary approach, integrating different areas of knowledge and students' skills, such as problem-solving, creativity, and innovation. Moreover, this association prepares students to face real challenges in their personal and professional lives, providing a more integrated, collaborative, and creative learning experience.

Keywords: Transdisciplinarity. Mathematical Education. Physical model. Integrative Literature Review.

1 Introdução

A Matemática é percebida pelos estudantes como uma disciplina desafiadora, pois, em geral, as situações-problema e outras propostas ainda são apresentadas por muitos professores por meio, apenas, de fórmulas ou regras sem relação com a vida cotidiana. Essa forma de fazer na sala de aula não proporciona, por exemplo, a integração existente entre a modelagem matemática e a educação STEAM (acrônimo em inglês para *Science* - Ciência, *Technology* - Tecnologia, *Engineering* - Engenharia, *Arts* - Artes e *Mathematics* - Matemática). Essa integração pode oferecer ao estudante o desenvolvimento de uma abordagem pedagógica que possibilite a resolução de problemas contemporâneos na Educação Matemática com a integração da ciência, tecnologia, engenharia e artes de maneira prática, percebendo a importância da Matemática e sua relevância no cotidiano, em uma abordagem de natureza transdisciplinar¹ (Coelho; Góes, 2020). Com isso, conceitos e conteúdos que a princípio estão distantes da aplicação em contextos reais fazem sentido ao estudante, em consonância com os dispostos nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Brasil, 2013).

Sobre o STEAM é uma metodologia que integra diversas as áreas do conhecimento já citadas, relacionando temáticas que proporcionam a aprendizagem com situações-problema do cotidiano dos estudantes (Bacich; Holanda, 2020), permitindo que resolvam atividades com interação e autonomia, criando, construindo, testando e solucionando problemas, sendo capazes de interpretar suas próprias soluções e explorar os conhecimentos das diversas áreas do conhecimento. Nesse contexto, o professor de Matemática pode abordar conceitos e conteúdos enfatizando a compreensão e interpretação, com o objetivo de formar cidadãos críticos e inovadores que contribuam para a ciência e a sociedade.

Quanto a modelagem matemática há diversas perspectivas, porém o presente estudo se

¹ Compreendemos a transdisciplinaridade como “[...] inovação de se trabalhar, em ambientes de aprendizagem, dois ou mais conteúdos frente a uma única linha de raciocínio” (Rodrigues, 2016, p. 3), sendo que essa abordagem “requer soluções equivalentes e compatíveis com sua natureza” (Moraes, 2010, p. 3).

atém a difundida por Burak² que a define como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes do cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62). Ainda, essa perspectiva se destaca de outras devido à possibilidade de temas de estudo partindo do interesse dos estudantes, envolvendo a análise de problemas reais presentes nos contextos socioculturais, buscando encontrar modelos matemáticos apropriados para resolvê-los (Forner; Malheiros, 2020; Magnus, 2023). Isto permite inverter a lógica tradicionalmente adotada em sala de aula, fazendo com que os problemas determinem os conteúdos necessários para a sua resolução (Góes; Góes, 2023).

As proximidades e convergências existentes entre as etapas da modelagem matemática com as da educação STEAM, ao considerar como produto da modelagem os modelos físicos³, são indicadas por Coelho e Góes (2020) (Figura 01), em que, em nossa compreensão, a perspectiva de Burak apresenta maior proximidade teórica e prática com as etapas do STEAM, permitindo uma relação mais coerente entre elas. É considerado como produto da modelagem os modelos físicos visto que o STEAM possui como foco a construção de um protótipo (Figura 1).

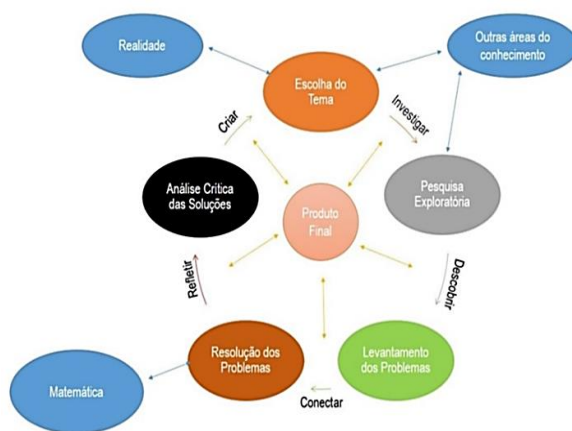


Figura 1 – Proximidades e convergências entre modelagem matemática e STEAM
 Fonte: Coelho e Góes (2020, p. 17)

Burak (1992) organiza a modelagem matemática em cinco etapas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento de dados sobre o problema, resolução e construção do modelo. Já as cinco etapas do STEAM possibilitam iniciar o processo de ensino e aprendizagem

² Dionísio Burak é um pesquisador renomado na área de modelagem matemática, professor do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática, ambos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

³ Sobre modelos físicos, Góes e Góes (2023, p. 14) compreendem como um objeto “construído de tal forma que se possa entender a realidade de um modo mais simples e, ao mesmo tempo, o mais completo e preciso possível”. Dessa forma, os autores extrapolam o conceito de modelo matemático, não se referindo somente aos modelos algébricos, mas também aos modelos geométricos, visto que a geometria é tratada como parte da Matemática na escola.

com a investigação do tema escolhido pelo estudante, a partir de uma questão norteadora e fontes diversas. Em seguida, aprofundamento da pesquisa, análise de conceitos e conexões para solução de problemas cotidianos. Após a reflexão em grupo, há a etapa de criação da solução, que pode incluir a produção de modelos físicos com tecnologias como impressoras 3D.

Na Figura 01 há cinco figuras ovais dispostas em torno de um círculo central denominado *produto final* formando um organograma em formato de estrela. As figuras ovais representam as etapas do processo de modelagem matemática: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e análise crítica das soluções. Três figuras ovais externas representam a realidade, outras áreas do conhecimento e a Matemática. As etapas internas estão representadas pelos verbos *investigar*, *descobrir*, *conectar*, *refletir* e *criar*, condizentes com as etapas do STEAM.

A leitura é realizada em sentido horário em que iniciando pela *Realidade* os estudantes escolhem um *Tema* baseado em sua relevância ou interesse, que depois leva à *Investigação e Pesquisa Exploratória* em outras áreas do conhecimento. Este processo ajuda na *Descoberta e Levantamento dos Problemas*, os quais são conectados à *Matemática* para *Resolução dos Problemas*. A *Criação* de um *Produto Final* segue-se da *Análise Crítica* das soluções propostas, em que anteriormente há a *Reflexão* sobre as soluções encontradas, o que pode levar a novas perguntas e curiosidades.

Este modelo realça como a educação matemática pode ser enriquecida pelas proximidades e convergências com o STEM, realizando uma abordagem transdisciplinar, integrando conhecimentos e práticas de várias disciplinas para resolver problemas do mundo real. O estudante pode desenvolver habilidades críticas e autônomas que contribuem para uma formação acadêmica e científica, pois “observa-se que a metodologia STEAM pode colaborar com a Modelagem Matemática e a resolução de problemas, contextualizando conteúdo matemático a outras áreas do conhecimento” (Coelho; Góes, 2020, p. 17).

Com as compreensões apresentadas, este estudo busca evidenciar a presença da abordagem transdisciplinar nas práticas docentes de modelagem matemática, na perspectiva de Burak (1992), e investigar como essa presença pode integrar com a metodologia STEAM.

Na associação das etapas da modelagem matemática com STEAM, a qual ocorre quando a modelagem matemática possui como produto final modelos físicos, verifica-se a transdisciplinaridade, pois, conforme Bacich e Holanda (2020, p. 35), o STEAM possibilita resolver “problemas reais ou projetos, [em que os] estudantes aplicam conceitos e habilidades de duas ou mais disciplinas e ajudam moldar a experiência de aprendizagem”.

Assim, para evidenciar a transdisciplinaridade nas proximidades e convergência entre a

modelagem matemática e o STEAM, analisamos pesquisas disponíveis em bases de dados brasileiras, incluindo as produções citadas no Currículo Lattes do pesquisador Dionísio Burak. Desta forma, ampliamos uma pesquisa de mestrado em Educação concluída na Universidade Federal do Paraná, indicando caminhos possíveis para práticas pedagógicas e experiências dos estudantes em vivenciar a realidade integrada ao ensino da matemática.

2 Metodologia

O estudo apresentado neste texto é de abordagem qualitativa, por meio de uma revisão integrativa, que, segundo Roman e Friedlander (1998), é um método que busca organizar de maneira sistemática os resultados obtidos em pesquisas que se concentram em uma questão bem definida. Esse tipo de método pode envolver teoria reflexiva, interpretação e descrição dos resultados, além da discussão a partir da análise das pesquisas selecionadas. Neste estudo, a revisão integrativa foi utilizada para evidenciar a abordagem transdisciplinar em práticas docentes de modelagem matemática, na perspectiva de Burak, associando ao STEAM. Para isso, foram consideradas seis etapas (Souza; Silva; Carvalho, 2010): formulação da pergunta, busca e amostragem na literatura, coleta dos dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão.

2.1 Formulação da pergunta

A questão norteadora deste estudo é: como a abordagem transdisciplinar está presente nas práticas docentes de modelagem matemática e de que forma essa presença pode integrar com a metodologia STEAM, buscando uma aprendizagem contextualizada para os estudantes?

Para respondê-la, foram realizadas buscas, em janeiro de 2024, em quatro bases de dados: Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Base Capes); Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (Base BDTD); Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Periódicos Capes), que encontram-se artigos internacionais e nacionais; e *Scientific Electronic Library Online* (Base SciELO) que também encontra-se artigos internacionais e nacionais. Também, realizamos buscas no currículo Lattes do pesquisador Dionísio Burak (Lattes Burak).

A Base Capes e a Base BDTD foram utilizadas para identificar pesquisas de mestrado e doutorado, enquanto as outras três (Periódicos da Capes, Base SciELO e Lattes Burak) foram escolhidas para buscar artigos, que nem sempre são provenientes das bases anteriores. Também,

a base Lattes Burak é utilizada para encontrar produções publicadas em periódicos nacionais e internacionais, bem como, a participação em bancas de trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado nacionais e internacionais, que porventura não tenha sido identificada nas bases anteriores, considerando que a sua produção ou participação em bancas examinadoras, provavelmente, trará indícios de suas concepções.

Em cada base de dados, foram realizadas duas buscas: (i) descritores “modelagem matemática”⁴ e *STEAM*; (ii) descritores “modelagem matemática” e *Burak*. O termo *Burak* foi empregado para buscar por estudos que contemplassem sua concepção metodológica nas práticas de ensino. Essas buscas resultaram em um total de 381 estudos, posteriormente submetidos aos critérios de inclusão/exclusão elaborados para este estudo:

- O primeiro critério consistiu em remover aqueles estudos que se repetem nas diferentes bases de dados, utilizando os títulos como forma de identificação.
- O segundo critério buscou verificar a disponibilidade e o acesso aos estudos nas bases de dados. Para as publicações que não estão disponíveis nas bases, foi utilizado o buscador Google, possibilitando a inclusão de um maior número de pesquisas no estudo.
- No terceiro critério foi analisado o título das pesquisas para selecionar aquelas que abordam a temática de práticas docentes com modelagem matemática, com o objetivo de verificar a presença das etapas do STEAM. Foram excluídas pesquisas que não apresentam informações sobre aplicação na Educação⁵, independentemente da modalidade de ensino.
- No quarto critério foi analisado o resumo das pesquisas selecionadas no critério anterior, com o objetivo de identificar aquelas que abordavam práticas pedagógicas com projetos desenvolvidos em sala de aula ou extraclasse, envolvendo a Matemática, selecionando os estudos que contemplam o ensino da Matemática no Ensino Fundamental II e Médio para leitura completa.
- O quinto critério envolveu a análise crítica das pesquisas selecionadas por meio da leitura completa, com o objetivo de identificar estudos que apresentam informações completas sobre o processo de aprendizagem e elaboração de um modelo físico para

⁴ O uso de aspas em buscas nas bases de dados garante que palavras compostas sejam encontradas exatamente na sequência digitada, como em “modelagem matemática”. Sem as aspas, os termos são buscados separadamente, o que pode gerar resultados menos precisos.

⁵ O termo modelagem matemática também é comum na área de pesquisa operacional, abordado em cursos de graduação e pós-graduação, se relacionando com “equações (ou inequações, ou funções) e de criação de modelos (conjuntos de regras e procedimentos) para a previsão ou associação de fenômenos (ou processos— o agrupamento de padrões, por exemplo)” (Góes; Góes, 2023, p. 114-115).

colaboração na análise dos resultados.

Os critérios de inclusão/exclusão foram aplicados sistematicamente para excluir os estudos duplicados, inacessíveis, fora do escopo temático e de nível de ensino não compatível, permanecendo apenas os que estão diretamente condizentes a nossa problemática. Assim, na próxima subseção são apresentados os resultados obtidos, tendo sido realizadas duas coletas de dados relacionadas à temática deste estudo. Ressaltamos que as buscas nas bases de dados ocorreram em janeiro de 2024, considerando as pesquisas publicadas até dezembro de 2023 como o recorte temporal.

2.2 Primeira coleta de dados

Ao realizar a busca com os descritores *STEAM* e “modelagem matemática”, foram obtidos os seguintes quantitativos de pesquisas: 24 estudos na Base Capes, 27 estudos na Base BDTD e três estudos na Base SciELO, não utilizando filtro de refinamento aplicado aos termos de busca para essas três bases; 12 estudos em Periódicos Capes, utilizando os filtros *artigos* e *revisado por pares*; e nenhuma pesquisa em Lattes Burak, tendo sido analisado o título de artigos completos publicados em periódicos e de teses e dissertações. Dessa forma, essa primeira busca resultou em 66 produções.

Ao aplicar o primeiro critério de inclusão/exclusão, foram identificados três estudos que apareciam em duas bases, tendo sido excluída uma cópia de cada, permanecendo 63 estudos. Destes, ao aplicar o segundo critério, foi verificado que quatro não estão disponíveis para consulta, com a justificativa na base de que “o trabalho não possui divulgação autorizada”, conforme apresentado em Periódico Capes, janeiro de 2024.

As 59 pesquisas permanentes foram submetidas ao terceiro critério de exclusão, em que, pela leitura dos títulos, foi possível verificar a presença de *STEAM* e modelagem matemática em diversas áreas do conhecimento, mas sem possível associação entre elas.

Isso condiz com as afirmações de Coelho e Góes (2020, p. 20) de que “A escolha de tais metodologias surge da ausência que parece haver no âmbito acadêmico, pois [...] não foram identificadas pesquisas que discutam, concomitantemente, a Modelagem Matemática e o *STEAM*”. Com isso, nenhuma pesquisa foi selecionada para análise na primeira busca e, assim, foi realizada uma segunda coleta de dados.

2.2.1 Segunda coleta de dados

Para essa busca resolvemos não incluir o termo STEAM, sendo a análise de integração desta abordagem com a modelagem matemática realizada considerando o apresentado por Coelho e Góes (2020). Ainda, decidimos focar na perspectiva de Burak. Com isso, os termos utilizados para essa nova busca são “modelagem matemática” e *Burak*.

Ao realizar esta busca em todas as bases de dados, seguindo os mesmos aspectos de filtros, foram encontrados 315 títulos de pesquisas, sendo elas dissertações, teses e artigos, conforme o quantitativo apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Busca na Base Capes, Base BDTD, Base SciELO, Periódicos Capes e Lattes Burak

Termos utilizados	Quantidade					Total
	Base Capes	Base BDTD	Base SciELO	Periódicos Capes	Lattes Burak	
“Burak” e “modelagem matemática”	64	65	0	39	147	315

Fonte: os autores (2024)

Após a análise dos títulos dos 315 estudos, constatamos a presença de diversas pesquisas na área da educação, em áreas de conhecimento como ciências, física, biologia, matemática, entre outras. Com isso, avançamos com a revisão integrativa, separando os estudos em dois grupos: Grupo 1, incluindo a Base Capes, Base BDTD e Lattes Burak, que retornaram pesquisas realizadas em programas de mestrado e doutorado; Grupo 2, englobando bases de dados com artigos nem sempre oriundos de pesquisas desenvolvidas em programas de pós-graduação.

2.2.2 Grupo 1: Base Capes, Base BDTD e Lattes Burak

Ao realizar a busca neste grupo, tivemos o seguinte quantitativo: 64 pesquisas retornadas na Base Capes, 65 na Base BDTD e 84 informações de participação em bancas de trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado no Lattes Burak, totalizando 216 pesquisas.

Ao utilizar o primeiro critério de exclusão/inclusão, foi identificada uma lista de 95 duplicações de pesquisas retornadas pelas bases. Com a exclusão delas, permaneceram 121 pesquisas. No segundo critério foram identificadas 17 pesquisas indisponíveis para leitura, tanto nas bases de dados quanto em buscas realizadas no Google. Com isso, 104 pesquisas seguiram para análise pelo próximo critério de inclusão/exclusão, em que foram excluídas 65, todas dissertações e teses, que não estavam associadas a este estudo ou não foram aplicadas à educação básica, sendo de áreas do conhecimento como biologia, física, tecnologia e engenharias. Dessa forma, permaneceram 39 pesquisas para análise.

Ao submetê-las ao quarto critério, foram excluídas 23 que tratavam de revisões

bibliográficas, metanálise, pensamentos filosóficos, etnografia e ensino superior. Com isso, permaneceram 16 pesquisas, em que subdividimos em duas categorias: 13 relacionadas às práticas docentes desenvolvidas com estudantes; e três sobre práticas envolvendo professores.

2.2.3 Grupo 2: Base SciELO, Periódicos Capes e Lattes Burak

Ao realizar a busca neste grupo, descritores modelagem matemática e Burak, tivemos o seguinte quantitativo: 39 pesquisas retornadas em Periódicos Capes, quando utilizados os filtros *periódicos revisados por pares*; 63 em Lattes Burak, referentes à participação em artigos completos publicados em periódicos; e nenhuma na Base SciELO, totalizando 102 pesquisas.

Ao utilizar o primeiro critério de exclusão/inclusão, foram identificadas três duplicações de pesquisas retornadas pelas bases. Com sua exclusão, permaneceram 99 pesquisas. Já o segundo critério excluiu nove estudos não acessíveis, mesmo após a busca no Google, permanecendo, então, 90 estudos para análise no terceiro critério, em que foram excluídos 53 estudos, pois apresentavam pesquisas com metodologia de metanálise e revisão bibliográfica ou, ainda, os níveis de ensino não eram convergentes com os deste estudo, como o ensino superior e a educação a distância. Com isso, permaneceram 37 pesquisas.

Ao submetê-las ao quarto critério, foram excluídas as que tratavam de revisões bibliográficas, reflexões filosóficas, ensino superior e relatos de experiência. Assim, foram selecionadas seis pesquisas, subdivididas nas categorias indicada anteriormente: cinco pesquisas relacionadas às práticas docentes desenvolvidas com estudantes; e uma pesquisa relacionada às práticas envolvendo professores.

2.3 Pesquisas selecionadas nas buscas

As 16 pesquisas do Grupo 1 e as seis pesquisas do Grupo 2 foram submetidas ao quinto critério de inclusão/exclusão, leitura integral dos textos. Dessas 22 pesquisas, 18 pesquisas foram excluídas por não terem como objetivo ou apresentarem ao final da modelagem matemática, o resultado por meio da construção de um modelo físico, não se aproximando da análise que envolve o STEAM. Assim, as quatro pesquisas estão no Quadro 1.

Autor/Ano	Título
Ziegler (2015)	Modelagem matemática e o esporte: uma proposta de ensino e aprendizagem com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental de duas escolas
Vieira (2016)	O ensino da modelagem em diálogo com o esporte: uma proposta de intervenção por meio da modelagem matemática

Forteski (2019)	Um estudo sobre a interdisciplinaridade com práticas com modelagem matemática na educação básica
Zontini (2019)	Modelagem matemática na sala de apoio à aprendizagem: o olhar dos professores em formação

Quadro 1 – Pesquisas selecionadas para discussão e análise
Fonte: os autores (2024)

Ao examinar as quatro pesquisas apresentadas no Quadro 1, observa-se que os estudos realizados por Ziegler (2015) e Vieira (2016) consistem em dissertações registradas nas bases de dados da CAPES e da BDTD. Esses estudos não foram orientados pelo professor Doutor Dionísio Burak; no entanto, seguem a orientação metodológica disposta pela proposta de Burak (1992). Por outro lado, a dissertação de Forteski (2019) também está registrada nas bases da CAPES e da BDTD, sendo importante destacar que o professor Doutor Dionísio Burak participou da banca examinadora de sua qualificação, contribuindo em estudos teóricos e a participação na defesa. Finalmente, o estudo de Zontini (2019) teve como orientador o professor Doutor Dionísio Burak, cuja tese está registrada na base Lattes de Burak. Na próxima seção, apresentaremos as análises desses estudos selecionados.

2.4 Análise das pesquisas selecionadas

As pesquisas de Ziegler (2015) e Vieira (2016) não apresentam diretamente a concepção das etapas da modelagem matemática indicadas por Burak, mas nosso olhar indica que as pesquisas utilizam tal concepção e agrupam ou subdividem algumas das etapas indicada por Burak (1992). Ainda, ambas buscaram desenvolver modelos físicos para discutir questões cotidianas dos estudantes e conteúdos matemáticos, contribuindo para a análise dos resultados e a proximidade entre as metodologias STEAM e modelagem matemática.

A pesquisa de Forteski (2019) relata três propostas de aprendizagem baseadas nas concepções de Burak, duas delas envolvendo modelos matemáticos, que foram excluídas da discussão e análise deste estudo. A selecionada para o presente estudo apresentou evidências do desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes por meio da construção de uma minigeladeira, o que consideramos um modelo físico.

Zontini (2019) apresenta relatórios de professores e graduandos de cinco escolas que aplicaram a concepção de Burak. Duas escolas utilizaram modelos matemáticos para calcular quantos pedaços de bolo poderiam ser cortados a partir do perímetro e da área. Em outra proposta, os estudantes trabalharam em duplas e realizaram truques de mágica para adivinhar números, datas de aniversário e cartas do baralho. Os participantes das outras três escolas realizaram a construção de modelos físicos, como maquetes. Essas informações possibilitam

contribuições da pesquisa para este estudo.

Nas pesquisas indicadas, há diferentes ideias e criatividade quanto à construção de modelos físicos, permitindo que os estudantes sejam ativos no desenvolvimento de seu próprio conhecimento. Por exemplo, a Figura 2 apresenta modelos físicos e artefatos construídos nas pesquisas selecionadas, como túnel de futebol (Ziegler, 2015), pista de atletismo (Vieira, 2016), revitalização de uma praça (Zontini, 2019) e minigeladeira (Forteski, 2019).



Figura 2 – Alguns modelos físicos apresentados nas pesquisas selecionadas.
Fonte: os autores (2023)⁶

Na próxima seção, buscamos responder à questão norteadora deste estudo: Como a abordagem transdisciplinar está presente nas práticas docentes de modelagem matemática e de que forma essa presença pode integrar com a metodologia STEAM, buscando uma aprendizagem contextualizada para os estudantes?

3 Análise dos resultados pela aproximação das metodologias

A fim de alcançar o objetivo deste estudo, qual seja, evidenciar a presença da abordagem transdisciplinar nas práticas docentes de modelagem matemática, na perspectiva de Burak (1992), e investigar como essa presença pode integrar com a metodologia STEAM, analisamos os trabalhos selecionados por meio da revisão integrativa, tendo como suporte a Figura 1 apresentada na introdução desse estudo.

As quatro pesquisas envolveram diferentes áreas de conhecimento durante a modelagem matemática, evidenciando a transdisciplinaridade.

No que se refere aos aspectos metodológicos, esta postura diante do conhecimento ou esta busca do conhecimento transdisciplinar, pressupõe abordagens unificadoras e abrangentes para que o ato de criação possa se manifestar plenamente e o uso de

⁶ Baseados nos trabalhos de: Ziegler (2015, p. 58); Vieira (2015, p. 55); Forteski (2019, p. 54); Zontini (2019, p. 235).

abordagens assentadas em conceitos disciplinares transversais e no compartilhamento de problemas, objetos, temas, projetos etc. (Moraes, 2010, p. 10).

Há evidências da transdisciplinaridade nas práticas analisadas desde o momento da escolha do tema da modelagem matemática, ponto inicial do STEAM. Quanto à modelagem matemática, Burak (1992) afirma que a escolha do tema deve partir do interesse do grupo de estudantes envolvido, enquanto, no STEAM, Bacich e Holanda (2020) sugerem que o tema pode ser escolhido a partir de consultas a artigos, vídeos e notícias que criem uma base de exploração de um contexto escolhido. Em ambos os casos, a escolha do tema deve ser orientada por questões norteadoras que possam levar a uma investigação significativa do cotidiano dos educandos, o que incluiu resolver problemas reais que abrangem diversas áreas do conhecimento e não somente a matemática.

Nas quatro pesquisas selecionadas a escolha do tema está relacionada com a educação física, tecnologia, ciências, biologia, física, química, arte, história, entre outras áreas. Conforme Burak (2017), os temas iniciais da modelagem matemática podem não ter relação direta com a Matemática, o que demonstra que a inter-relação de diferentes áreas do conhecimento e a necessidade de interconectá-las para organizar o ensino, estimulando o processo de investigação em torno de uma questão norteadora referente à realidade, sendo importantes para estabelecer a transdisciplinaridade, como apontam Lorenzin, Assumpção e Bizerra (2018).

A transdisciplinar presente na escolha do tema também se evidencia pelos múltiplos recursos utilizados, incluindo o uso de questionários (Ziegler, 2015), avaliações diagnósticas, vídeos (Vieira, 2016), anotações em papel (Forteski, 2019), cartazes, sites de notícias, slides com montagens de figuras e jornais (Zontini, 2019). Todos esses métodos mostram a integração de diferentes áreas como a educação, a tecnologia, a comunicação, a psicologia e a matemática. Também, os pesquisadores enfatizam a importância do diálogo e da mediação dos professores e pesquisadores na escolha do tema, emergindo a transdisciplinaridade da interação entre diferentes sujeitos que possuem saberes e experiências distintos. Assim, podemos afirmar que a escolha do tema da modelagem matemática é um processo transdisciplinar, permitindo ir além das limitações impostas pelas disciplinas e compreender o que está além das fronteiras do conhecido (Moraes, 2010).

Zontini (2019) destaca que o tema pode ser visto como um ponto de partida e de chegada, com análise crítica dos resultados e do significado para os estudantes. Isso possibilita a abordagem transdisciplinar, que exige uma postura mental caracterizada por uma percepção apurada dos fenômenos e uma maneira mais ampla e profunda de pensar (Moraes, 2010).

Quanto às temáticas abordadas nas pesquisas, Ziegler (2015) analisou temas

relacionados a esportes, como roda de bicicleta, manobras de *skate*, quadra de vôlei e sala de exame *antidoping*; Vieira (2016) abordou temas sobre esportes olímpicos, como futebol, vôlei, tênis e natação; Forteski (2019) analisou temas relacionados a modelos tecnológicos de automação industrial, avanços tecnológicos na saúde e medidas do corpo humano; e Zontini (2019) investigou temas sobre temas como esportes, mágica, festa junina e revitalização de uma praça. As temáticas evidenciam a abordagem transdisciplinar, apresentando a clareza de fomentar diálogos mais efetivos entre sujeito e objeto, ciência, cultura e sociedade, indivíduo e contexto, educador e educando, bem como entre o ser humano e a natureza. Isso permite o desenvolvimento de conversas significativas que se baseiam na forma como percebemos a realidade e construímos o mundo ao nosso redor (Moraes, 2010).

Zontini (2019) destaca a importância de proporcionar questões norteadoras aos estudantes para que eles possam colaborar na construção do conhecimento. Esse processo de problematização e investigação é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico e criativo, observado no STEAM, em que o professor medeia o processo de investigação dos estudantes, permitindo que eles analisem e elaborem soluções originais e criativas (Bacich; Holanda, 2020).

Outra evidência da transdisciplinaridade é percebida quando ocorre a aproximação das etapas de pesquisa exploratória da modelagem matemática e do descobrir do STEAM. Nesse momento, procura-se conhecer o assunto em profundidade, principalmente quando os estudantes têm pouca informação sobre o tema. Em todas as pesquisas analisadas, foram utilizadas tecnologias como a internet para aprofundar as questões norteadoras, acessando textos, vídeos e curiosidades seja utilizando laboratórios de informática ou celulares em sala de aula, permitindo ampliar a visão dos estudantes sobre o tema e promovendo compreensão mais profunda, integrando diferentes saberes para compreender e resolver problemas do mundo real.

As ideias levantadas na pesquisa exploratória são qualificadas quando o estudante relaciona teorias e constrói uma visão mais ampla sobre os ramos da ciência, ao mesmo tempo que aprofunda o conhecimento sobre o tema escolhido, explorando suas múltiplas dimensões (Forteski, 2019). Esse movimento possibilita que o “pensamento vá além dos aspectos cognitivos, baseados no desenvolvimento de competências e habilidades, para que o processo educacional possa verdadeiramente ecoar na subjetividade de cada sujeito aprendente” (Moraes, 2010, p. 11).

Ao aprofundar os conceitos necessários para o desenvolvimento de projetos e identificação de problemas do cotidiano, o STEAM oferece uma compreensão mais global dos conceitos necessários para a resolução de problemas do mundo real (Bacich; Holanda, 2020).

As pesquisas de Ziegler (2015) e Zontini (2019) são exemplos disso, pois utilizaram uma variedade de recursos de diferentes áreas do conhecimento para explorar temas com os educandos. Esses recursos permitiram a eles se deparar com situações-problema relacionadas aos temas de pesquisa, que exigiam, por exemplo, a construção de maquetes de locais variados.

Nesse sentido, a abordagem STEAM destaca a importância de reunir informações de diferentes áreas do conhecimento para contribuir com o projeto a ser desenvolvido e identificar problemas que possam ser solucionados com a construção de um modelo físico. Essa visão mais ampla e integrada dos problemas, reforça a ideia de que a transdisciplinaridade

[...] necessita de uma atitude de abertura por parte do sujeito implicado, mas cujo produto transcende as disciplinas, rompe com as grades disciplinares e se apresenta a partir de um outro nível de realidade, em um outro patamar do processo de construção do conhecimento (Moraes, 2010, p. 11).

A associação da etapa do conectar do STEAM com a modelagem matemática indica o momento em que há o aprofundamento das pesquisas, permitindo formular problemas a ser solucionados por meio da confecção de um modelo físico. O estudo de Vieira (2016) exemplifica a abordagem, ao utilizar o aparelho projetor para apresentar aos estudantes as características e medidas de um campo de futebol, permitindo a conexão de ideias e a solução de situações-problema relacionadas ao tema. Essa interligação de ideias é um dos objetivos da etapa de levantamento de ideias do STEAM, que busca gerar soluções criativas e inovadoras para a questão norteadora proposta. Além da interação entre diferentes áreas do conhecimento, a transdisciplinaridade se evidencia no uso de recursos tecnológicos para ampliar a compreensão e a resolução de problemas do cotidiano, promovendo uma lógica aberta que reconhece a interdependência dos processos e as interconexões, em vez de simplesmente trabalhar com instantâneos estáticos ou antagonismos paralisantes (Moraes, 2010).

A etapa de resolução de problemas da modelagem matemática se relaciona com a etapa do refletir do STEAM, momento em que os estudantes desenvolvem o conteúdo relativo ao tema e associam as pesquisas apresentadas aos conceitos matemáticos, buscando solucionar os problemas identificados anteriormente. Esse diálogo entre as metodologias destaca as evidências da transdisciplinaridade, demonstrando a importância das relações existentes entre o mundo interno do estudante e o mundo externo do objeto, movimento que emerge da resolução de problemas da modelagem matemática ao se conectar com a etapa do refletir do STEAM. Ainda, isso permite que os estudantes utilizem os conhecimentos matemáticos para solucionar problemas e situações-problema, dando aos saberes escolares mais significados, como em Forteski (2019), que utilizou uma matriz que envolveu temas como a tecnologia, o corpo humano, a Física e a Matemática, possibilitando a compreensão de como as “coisas”

funcionam e canalizar suas ações.

A relação entre o mundo interno e o mundo externo é destacada na transdisciplinaridade, como o destaque de Forteski (2019), que permitiu aos estudantes refletir sobre o desenvolvimento dos cálculos, elaboração de tabelas e gráficos com coleta de dados e agregação de conhecimentos durante a montagem do modelo. O *feedback* do professor é fundamental para a construção do processo de solução e validação do modelo, possibilitando um diálogo entre o estudante e o objeto de estudo.

A análise crítica das soluções, última etapa da modelagem matemática, permite que os estudantes compreendam a complexidade das questões e dos problemas que estão sendo abordados, bem como a importância da colaboração e do trabalho em equipe na busca por soluções mais eficazes e criativas em prol da criação de um produto, modelo físico, associando ao STEAM. Esse processo também ajuda a desenvolver habilidades transversais, como a capacidade de comunicação, resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade, contribuindo com a presença da transdisciplinaridade para entender que muitas vezes a solução para um problema não está limitada a uma única área do conhecimento, mas envolve múltiplas dimensões e perspectivas. Essas dimensões são essenciais para uma compreensão mais completa e profunda dos problemas e soluções e devem ser levadas em consideração durante o processo de análise crítica das soluções (Moraes, 2010), que também estão inseridas na modelagem matemática, conforme as pesquisas analisadas.

Sobre a evidência da transdisciplinaridade em cada uma das pesquisas analisadas, podemos tecer comentários gerais. A pesquisa de Zontini (2019) mostra que as discussões sobre a aplicação de cinco escolas na confecção de maquetes de esporte e na solução de problemas relacionados à festa junina e à revitalização da praça Tiradentes, apresentaram diversos assuntos relacionados aos problemas a ser solucionados, como plantio de árvores e capacidade de pessoas na praça. A análise crítica das soluções foi realizada por meio da confecção de modelos físicos, o que permitiu uma compreensão mais concreta e visual das soluções propostas, demonstrando que a confecção de modelos físicos e a integração de diferentes dimensões são essenciais para uma compreensão mais completa e eficaz dos problemas e soluções, tornando os estudantes mais preparados para enfrentar desafios transdisciplinares no futuro.



Figura 3 – Confeção dos modelos físicos
Fonte: os autores (2023)⁷

Na pesquisa desenvolvida por Vieira (2016) se evidencia a abordagem transdisciplinar, ao trabalhar com maquetes dos campos dos Jogos Olímpicos, integrando conhecimentos de Matemática e Geometria na construção das maquetes. A apresentação dos modelos físicos construídos pelos estudantes levou cada participante a uma reflexão aprofundada do conteúdo em questão, a geometria no esporte. Isso é um exemplo de como a transdisciplinaridade pode contribuir para uma compreensão mais ampla e profunda dos conceitos, ao envolver múltiplas perspectivas e abordagens. Além disso, a construção de maquetes contempla habilidades criativas e práticas, como planejamento e execução, importantes para o desenvolvimento de competências transversais, que são relevantes para a vida pessoal e profissional.

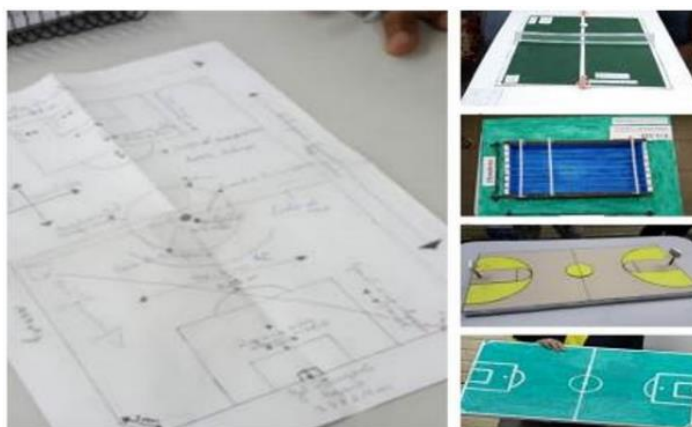


Figura 4 – Confeção dos modelos físicos
Fonte: os autores (2023)⁸

O projeto desenvolvido por Forteski (2019) mostra uma abordagem transdisciplinar ao combinar os conteúdos de Física e Matemática na construção de uma minigeladeira. A atividade permitiu que os estudantes trabalhassem com diversos conceitos, desde a conversão de medidas até o cálculo de densidade, envolvendo conhecimentos práticos e teóricos. Além disso, a autora

⁷ Baseados em: Zontini (2019, p. 211; 235)

⁸ Baseados em: Vieira (2016, p. 235).

destaca o protagonismo dos estudantes na solução dos problemas levantados e na apresentação de sugestões e ideias para a atividade. Trata-se de um exemplo de abordagem transdisciplinar e como ela pode incentivar a participação ativa, promovendo o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e criativo, bem como habilidades práticas, como planejamento, design e construção, importantes competências transversais.



Figura 5 – Confecção dos modelos físicos.
 Fonte: os autores (2023)⁹

A pesquisa descrita por Ziegler (2015) possibilitou que os estudantes construíssem modelos de acordo com temas de interesse, como futebol, futsal, vôlei, skate e bicicleta, explorando conceitos matemáticos e não matemáticos. Isso demonstra como a abordagem transdisciplinar pode estimular a criatividade, permitindo a aplicação de seus interesses e habilidades em diferentes áreas do conhecimento.



Figura 6 – Confecção dos modelos físicos
 Fonte: os autores (2023)¹⁰

Destacamos também, que as metodologias de modelagem matemática e STEAM apresentam semelhanças na flexibilidade das etapas e na abordagem centrada no estudante, favorecendo a evidência de práticas com abordagens transdisciplinares. Os estudos

⁹ Baseados em: Forteski (2019, p. 56)

¹⁰ Baseados em: Ziegler (2015, p. 60; 80; 83; 88)

selecionados demonstram a importância da escolha do tema pelos estudantes, da motivação gerada pela criação de modelos físicos e da integração de diversas áreas do conhecimento, como matemática, física, química e arte. Essas ações corroboram com as afirmações de Moraes (2010) de que a educação que se baseia na transdisciplinaridade e na multidimensionalidade humana não se limita ao racionalismo clássico e valoriza a importância das emoções e dos sentimentos, dialogando tanto com a razão quanto com a emoção subjacente, reconhecendo a riqueza dos símbolos, das diversas linguagens e das várias possibilidades de expressão do ser humano.

A modelagem matemática, quando combinada com a metodologia STEAM, pode ser utilizada para criar um contexto social significativo e desafiador para os estudantes, levando-os a buscar soluções para problemas reais. Ademais, a concepção de modelagem matemática de Burak apresenta características semelhantes às etapas da metodologia STEAM, quando consideramos como produto final um modelo físico. Durante a análise crítica, buscamos identificar a presença de elementos transdisciplinares nas práticas docentes, destacando a integração de diferentes áreas do conhecimento e a aplicação prática de conceitos matemáticos. A discussão dos resultados foi conduzida com base na convergência entre as etapas da modelagem matemática e as etapas do STEAM, conforme detalhado por Coelho e Góes (2020).

4 Considerações finais

A análise das pesquisas realizada neste estudo, considerando as aproximações e convergências indicadas por Coelho e Góes (2020) e a perspectiva de Burak (1992) quanto à modelagem matemática, possibilitam responder nossa questão norteadora, nos dando respaldo para afirmar que a abordagem transdisciplinar está presente nas práticas docentes de modelagem matemática integrando com a metodologia STEAM, buscando uma aprendizagem contextualizada para os estudantes.

Cabe destacar que ao realizamos as considerações finais deste texto, trazemos informações que não acabam em si, mas evidências percebidas por este estudo.

Ambas as metodologias, modelagem matemática e STEAM, valorizam a escolha do tema pelos estudantes e a integração de diferentes áreas do conhecimento, permitindo a criação de um contexto desafiador e significativo para os estudantes. Além disso, a ênfase na criação de modelos físicos no STEAM e na análise crítica das soluções na modelagem matemática permite a exploração de conceitos matemáticos e não matemáticos de forma transdisciplinar na busca por soluções para problemas reais, por meio da participação ativa dos estudantes e do desenvolvimento de habilidades transversais, como pensamento crítico e criatividade.

Para tanto, é preciso adotar uma postura caracterizada por uma percepção mais apurada dos fenômenos e uma maneira mais ampla e profunda de pensar, que permita a compreensão mais abrangente e significativa do mundo e dos fenômenos que nos cercam. O processo de problematização e investigação é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico e criativo dos alunos.

Todos esses aspectos são muito importantes para a criação de conhecimentos novos, para a elaboração dos conhecimentos interdisciplinar e transdisciplinar e para a construção de propostas educacionais mais coerentes com as demandas atuais, capazes de superar o dualismo cultural, biológico, social e espiritual que tantos problemas têm provocado (Moraes, 2010, p. 10).

A utilização de diferentes áreas de conhecimentos e de ferramentas tecnológicas, como a internet e laboratórios de informática, permite ampliar a visão dos estudantes sobre o tema e promover uma compreensão mais profunda, integrando diferentes saberes para compreender e resolver problemas do mundo real. A análise crítica das soluções, última etapa da modelagem matemática, possibilita que os discentes compreendam a complexidade das questões e dos problemas abordados, bem como a importância da colaboração e do trabalho em equipe na busca por soluções mais eficazes e criativas.

As pesquisas apresentadas mostram a importância da abordagem transdisciplinar no ensino, ao combinar diferentes disciplinas e habilidades na solução de problemas e na construção de projetos. Além disso, destacam a relevância da construção de maquetes, minigeladeiras e modelos esportivos, envolvendo conceitos de Matemática, Geometria e Física, como exemplos de como a transdisciplinaridade pode levar a uma compreensão mais profunda dos conceitos e habilidades práticas. Ainda assim, é importante ressaltar que, mesmo que haja uma maior ênfase em um aspecto do que em outro durante as atividades de Modelagem, a aprendizagem da Matemática e a sua aplicação em problemas reais são inseparáveis (Almeida; Silva; Brito, 2022).

Por fim, a similaridade entre a modelagem matemática e o STEAM, com ênfase na abordagem centrada no estudante e na integração de diversas áreas do conhecimento, é importante na valorização das emoções e dos sentimentos, em prol de uma educação transdisciplinar, pois nesta abordagem, diferentes áreas do conhecimento são integradas para explorar questões ou problemas do cotidiano, possibilitando a construção do conhecimento do estudantes, além de incentivar a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, para que sejam desenvolvidas competências transversais importantes para sua vida pessoal e profissional.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. A. P. da; BRITO, D. dos S. Interface Didática entre Modelagem Matemática e Semiótica. **Bolema**, Rio Claro, v. 36, n. 73, p. 777-800, ago. 2022.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. A aprendizagem baseada em projetos e a abordagem STEAM. In: BACICH, L.; HOLANDA L. (eds.). **STEAM em sala de aula: aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimento na Educação**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 29 - 50.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes curriculares nacionais da educação básica**. Brasília: MEC; SEB, 2013
- BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- BURAK, D. Modelagem na Perspectiva da Educação Matemática: Um Olhar sobre seus Fundamentos. **UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, Espanha, n. 51, p. 09-26, 2017.
- BURAK, D. **Currículo Lattes** [Currículo]. Brasília: Plataforma Lattes, 2023 **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Disponível em <http://lattes.cnpq.br/3096837034284131>. Acesso em 10 de abril de 2023.
- COELHO, J. R. D.; GÓES, A. R. T. Proximidades e convergências entre a Modelagem Matemática e o STEAM. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1-23, 2020.
- FORNER, R.; MALHEIROS, A. P. dos S. Constituição da Práxis Docente no contexto da Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 34, n. 67, p. 501-521, ago. 2020.
- FORTESKI, D. **Um estudo sobre a interdisciplinaridade com práticas de Modelagem Matemática**. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2019.
- GÓES, A. R. T.; GÓES, H. C. **Ensino da matemática: teoria e prática**. Curitiba: Intersaberes, 2023.
- LORENZIN, M.; ASSUMPÇÃO, C. M.; BIZERRA, A. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento. In: BACICH, L.; MORAN, J. (eds.), **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 199-219.
- MAGNUS, M. C. M. A Modelagem Torna o Ensino e a Aprendizagem de Matemática Significativos: descontinuidades históricas. **Bolema**, Rio Claro, v. 37, n. 75, p. 194-217, abr. 2023.
- MORAES, M. C. Transdisciplinaridade e educação. **Rizoma Freiriano**, Xativa, v. 1, n. 6, p. 6-20, 2010.
- RODRIGUES, E. P. Os efeitos da transdisciplinaridade na educação: Diálogos entre literatura e matemática. In: REUNIÃO CIENTÍFICA REGIONAL DA ANPED SUL, 11., 2016. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2016. p. 1-12, jul. 2016. Disponível em: http://www.anpedsul2016.ufpr.br/porta/wp-content/uploads/2015/11/eixo14_EDUARDO-PETERS-RODRIGUES.PDF. Acesso em: 5 dez. 2024.
- ROMAN, A. R.; FRIEDLANDER, M. R. Revisão Integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. **Revista Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 109-112, 1998.
- SOUZA, M. T. de.; SILVA, M. D. da.; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8 n. 1, p. 102-106, 2010.

VIEIRA, W. S. **O ensino da modelagem em diálogo com o esporte:** uma proposta de intervenção por meio da Modelagem Matemática. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

ZIEGLER, J. de R. **Modelagem Matemática e o esporte:** uma proposta de ensino e aprendizagem com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental de duas escolas. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015.

ZONTINI, L. R. S. **Modelagem Matemática na sala de apoio à aprendizagem:** o olhar dos professores em formação. 2019. 302 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

Submetido em 25 de Fevereiro de 2024.

Aprovado em 27 de Agosto de 2024.