



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
CENTRO DE EDUCAÇÃO ABERTA E A DISTÂNCIA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**



ELIAS GERALDO DA SILVA

**Principais contribuições da Modelagem Matemática nas
Áreas de Ciências da Natureza**

Lagamar, Minas Gerais

2022

ELIAS GERALDO DA SILVA

**Principais contribuições da Modelagem Matemática nas
Áreas de Ciências da Natureza**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) junto ao Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD) como requisito indispensável à conclusão do Curso de Licenciatura em Matemática, pelo acadêmico Elias Geraldo Da Silva, matrícula 18.1.9205, sob orientação da professora Iara Leticia Leite de Oliveira.

Lagamar, Minas Gerais

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586p Silva, Elias Geraldo da.
Principais contribuições da modelagem matemática nas áreas de
ciências da natureza. [manuscrito] / Elias Geraldo da Silva. - 2022.
12 f. (Série: ,)

Orientadora: Profa. Dra. Iara Letícia Leite de Oliveira.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto. Centro
de Educação Aberta e a Distância. Graduação em Matemática .
ISBN: ,,
ISSN: ,,

1. Matemática - Métodos de simulação. 2. Estratégias de
aprendizagem. 3. Ciências- Estudo e ensino. I. Oliveira, Iara Letícia Leite
de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 51:37.091.3

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787



FOLHA DE APROVAÇÃO

Elias Geraldo da Silva

Principais contribuições da Modelagem Matemática nas Áreas de Ciências da Natureza

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática, modalidade a distância, da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática

Aprovado em 27 de Julho de 2022

Membros da banca

Doutora em Educação Matemática - Iara Leticia Leite de Oliveira - Orientadora (UFOP)
Doutor em Educação - Daniel Clark Orey - Leitor Crítico (UFOP)
Doutor em Educação - Milton Rosa - Leitor Crítico - (UFOP)

Iara Leticia Leite de Oliveira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 27/07/2022



Documento assinado eletronicamente por **Milton Rosa, COORDENADOR(A) DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA/CEAD**, em 30/08/2022, às 12:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0390244** e o código CRC **B4CE6FAE**.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. OBJETIVOS.....	08
2.1 Objetivo Geral	08
2.2 Objetivos Específicos.....	08
3. MÉTODO.....	09
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

RESUMO

O processo de Modelagem Matemática é um recurso que permite emergir um ambiente que pode favorecer o aprendizado não apenas de Matemática, mas de outras disciplinas como a Física, a Química e até mesmo a Biologia. Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo analisar as principais contribuições de publicações do Encontro Paranaense de Modelagem Matemática (EPREM), do Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) e da Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Educação Matemática (REnCiMa) envolvendo a Modelagem Matemática e o Ensino de Ciências na Educação Básica nos últimos cinco anos. A escolha desse evento e dos periódicos para a realização da pesquisa justifica-se pela relevância, expressividade e acessibilidade, bem como sua importância enquanto veículos divulgadores na área. Ao todo foram encontrados 10 artigos, sendo que alguns deles trouxeram propostas para assuntos de conteúdo disciplinares, com uma abordagem diferente da tradicionalmente adotada, e alguns com propostas interdisciplinares de utilização da modelagem. Observou-se que os resultados e conclusões apresentados nos artigos encontrados estão em consonância com a ideia de que a Modelagem Matemática é um importante recurso didático e epistemológico, que permite trabalhar problemas de uma maneira completa e contextualizada.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Modelagem Matemática. Ensino e aprendizagem

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática apresenta obstáculos metodológicos que devem ser transpostos para que sejam plenamente desenvolvidos. Dentre os obstáculos pode-se citar o ensino baseado puramente em memorização mecânica, sem contextualização com o cotidiano e com a sociedade na qual os estudantes estão inseridos. O ensino de Química, especificamente, demanda abstrações, pensamento dedutivo e uma integração com a matematização de conceitos, como na Química Analítica. Já na Física, a Matemática pode ser concebida como um instrumento que constrói, ou que isola estruturas – não como uma linguagem que traduz. Neste contexto de integração com o ensino de Matemática, o processo de Modelagem Matemática é um recurso que permite emergir um ambiente que pode favorecer o aprendizado não apenas de Matemática, mas de outras disciplinas como a Física, a Química e até mesmo a Biologia.

Em relação ao ensino de Matemática por meio da Modelagem, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz a informação de que

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental (BRASIL, 2017, p. 266).

Ao longo desse documento, a palavra modelagem é apresentada algumas vezes, a maioria delas se refere à área de Matemática. No entanto, no documento não se encontra como se fazer essa modelagem, e que concepções de Modelagem Matemática podem ser seguidas ou adaptadas. Isso se deve ao fato de que o objetivo da BNCC não é propor metodologias, mas sim propor “uma Base para toda a Educação Básica brasileira” (BRASIL, 2017, p. 5).

Com o desenvolvimento da área de pesquisa em Educação em Ciências e Matemática no Brasil, inúmeros trabalhos têm sido desenvolvidos investigando a interface entre a Modelagem Matemática e o Ensino de Física, Química e Biologia, desde pesquisas de cunho bibliográfico e reflexivo até o desenvolvimento de novos produtos educacionais e novas metodologias.

Com base nisso, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo analisar as principais contribuições de publicações do Encontro Paranaense de Modelagem Matemática (EPREM), do Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) e da Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Educação Matemática (REnCiMa) envolvendo a Modelagem Matemática e o Ensino de Ciências na Educação Básica nos últimos cinco anos.

Para isso, será realizada uma Pesquisa Qualitativa por meio da Pesquisa Bibliográfica, fazendo uma análise documental em artigos científicos publicados em periódicos das áreas de Ensino de Matemática e Ensino de Ciências, pesquisando a temática: Modelagem Matemática em Ensino de Ciências.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é analisar as principais contribuições de publicações do Encontro Paranaense de Modelagem Matemática (EPREM), do Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) e da Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Educação Matemática (REnCiMa) envolvendo a Modelagem Matemática e o Ensino de Ciências na Educação Básica nos últimos cinco anos.

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar quais áreas do Ensino de Ciências na Educação Básica estão utilizando a Modelagem Matemática como recurso epistemológico e didático;
- Apresentar uma reflexão acerca do papel da Modelagem Matemática nas aulas de Ciências na Educação Básica, propondo a Modelagem como uma estratégia metodológica alternativa para o ensino e aprendizagem dessa disciplina.

3. MÉTODO

O procedimento metodológico para o estudo empírico desta pesquisa inicia-se com a escolha de uma Pesquisa Qualitativa de cunho interpretativo. São diversas as estratégias de investigação que podem ser adotadas no contexto das pesquisas qualitativas (BOGDAN e BIKLEN, 1994). É relevante ressaltar que a investigação qualitativa, segundo os autores, possui cinco características que nem sempre estarão totalmente presentes em todas as investigações, como: ambiente natural; descrição de dados; o processo é mais relevante que o produto; análise de forma indutiva; o significado.

Observando as características da Pesquisa Qualitativa, lançamos mão da Pesquisa Bibliográfica. A mobilização dessa metodologia implica um processo que

consiste na busca disciplinada/metódica de saberes ou compreensões acerca de um fenômeno, problema ou questão da realidade ou presente na literatura o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que se sabe ou diz a respeito. (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 60).

Esse panorama possibilitado pelos artigos científicos seguem os mesmos critérios de uma pesquisa de estado da arte. Segundo Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 70-71), a pesquisa bibliográfica

é a modalidade de estudo que se propõe a realizar análises históricas e/ou revisão de estudos ou processos tendo como material de análise documentos escritos e/ou produções culturais garimpados a partir de arquivos e acervos. Essa modalidade de estudo compreende tanto os estudos tipicamente teóricos ou estudos analítico-descritivos de documentos ou produções culturais, quanto os do tipo “pesquisa do estado da arte”, sobretudo qual procura inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área (ou tema) de conhecimentos.

Para fazer o levantamento de artigos científicos escolhemos como bases de dados os anais do EPREM e os artigos publicados nos periódicos BOLEMA e REnCiMa. A escolha desse evento e dos periódicos supracitados para a realização da pesquisa justifica-se pela relevância, expressividade e acessibilidade, bem como sua importância enquanto veículos divulgadores na área.

Para a seleção dos artigos, definimos como descritores “Ensino de Ciências”, “Química”, “Física”, “Biologia” articulados com a “Modelagem Matemática”. Definimos como recorte temporal os artigos que foram publicados nos últimos cinco anos, que estivessem inseridos no contexto da Educação Básica. Os trabalhos selecionados serão apresentados no capítulo “Resultados e Discussões”. Foram encontrados 11 artigos, mas um deles não se enquadra nos critérios estabelecidos. Dessa forma, foram analisados 10 artigos.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Cotidianamente, professores que lecionam as disciplinas relacionadas às Ciências da Natureza, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, utilizam a Matemática para definir leis, conceitos e resolver exercícios. No entanto, muitos professores não conseguem definir o papel da matematização¹ nem a relação entre a Matemática e o conteúdo científico no Ensino de Ciências².

Nesse sentido, uma postura que pode ser utilizada para aprimorar as questões didáticas seria a chamada Epistemologia. Trata-se de um ramo da Filosofia, também conhecida como a teoria do conhecimento, que tem como objetivo promover uma reflexão geral a respeito da natureza, etapas e limites do conhecimento humano, ou seja, procura investigar como se desenvolve a construção do conhecimento.

A partir de uma determinada visão epistemológica, é possível promover reflexões e compreender o que se produz, como se produz, por que e para que se produz, tanto no que diz respeito ao conhecimento quanto à própria Ciência (LIMA, 2010).

Batista (2004, p. 468), ao discutir os modelos matemáticos na Física, ressalta que “a matematização da Física exerce um papel inquestionável para o alcance e a estabilidade de suas teorias, contribuindo para a sua cognoscibilidade, intersubjetividade e universalização”. E, além disso, afirma que:

O formalismo matemático, desse modo, é capaz de dar não somente um esquema de cálculo para estudos quantitativos de um fenômeno de natureza qualitativa desconhecida, como também de descrever essa própria natureza qualitativa para a qual nenhum método consistente de solução quantitativa da equação apropriada ainda existe (BATISTA, 2004, p. 469).

Assim, entende-se que a Modelagem Matemática (e a matematização) é um processo na construção de um conhecimento científico, ou seja, a construção de um modelo matemático trata-se um processo de tradução entre linguagens, adaptação e transformação para que haja uma articulação entre diferentes domínios do conhecimento. Dessa forma, existe uma relação intrínseca entre matematização, modelos matemáticos e epistemologia (MENDES; BATISTA, 2016). E, segundo as autoras, conclui-se que a Matemática tem um papel estruturante e organizador, que possibilita identificar regularidades a fim de prever fenômenos.

¹ Segundo Luccas e Batista (2011, p. 456), a matematização consiste na “[...] atividade matemática que possibilita a organização e a estruturação dos fenômenos naturais pertencentes à realidade complexa, por meio de uma identificação de regularidades, padrões, relações e, posteriormente, estruturas matemáticas”.

² Neste trabalho, Ensino de Ciências engloba todas as áreas da chamada Ciências da Natureza, abarcando as áreas físicas, químicas, biológicas e suas derivações (por exemplo, geologia, bioquímica, entre outros).

Na Modelagem Matemática³, “os modelos, devido à sua flexibilidade, podem desempenhar diversas funções, às vezes, até simultaneamente. Eles podem servir para compreender, explicar, prever, calcular, manipular, formular” (PINHEIRO, 2001, p. 38). Dessa forma, um modelo é uma representação de algo que deve ser funcional, ou seja, deve possibilitar interpretações por meio de analogias entre o representante e aquilo que é representado. Em relação a um modelo matemático, este se caracteriza como uma representação matemática que apresenta função para o aprendiz, ou seja, possibilita uma interpretação e fornece subsídios para uma ação em relação ao objeto de estudo; em outras palavras, é uma representação matemática que serve para explicar e/ou descrever um evento científico.

A distinção entre representação matemática e modelo matemático é idiossincrática, e depende de sua epistemologia. A construção de modelos matemáticos favorece a compreensão de conceitos científicos, e é constituída das seguintes etapas: experimentação, abstração, resolução, validação e modificação.

A Modelagem Matemática, de um modo geral, possibilita o desenvolvimento de um ensino de Matemática que seja capaz de auxiliar alunos e professores a usar o raciocínio, abrangendo o desenvolvimento e a utilização de outras habilidades. Essas atividades fornecem um bom contexto para que os alunos percebam a necessidade de encontrar meios para exercer uma importante tarefa: refletir acerca de seus conhecimentos, métodos e reconhecer o quão essencial é o diálogo em todo processo, desde a elaboração do problema até o reconhecimento da validade do modelo matemático. A Modelagem é um processo que surge da própria razão e participa da vida como forma de construção e de demonstração do conhecimento, tal como preconiza a Epistemologia da Matemática. Contudo, apesar de seus benefícios, existem dificuldades e limitações referentes à sua realização em sala de aula.

Bassanezi (1999) defende que, em cursos regulares, a Modelagem Matemática seria uma forma bem interessante de ensino e aprendizagem. No entanto, há obstáculos que impedem que a Modelagem se torne uma realidade de ensino, entre eles: programas já definidos e a proposta de cumpri-los na íntegra; a rotina do ensino tradicional dos educandos que foge ao uso da Modelagem; a formação heterogênea dos alunos; a falta de conhecimento do processo; há a resistência daqueles que não enxergam a aula para além do tradicional (muitas vezes arcaico).

A relevância da Modelagem Matemática no Ensino de Ciências e Matemática se deve ao seu caráter formador de cidadãos críticos e atuantes na sociedade, além de outras implicações como as que associam a Modelagem à cidadania e educação crítica (BARBOSA, 2004).

³ Neste trabalho, quando há referência à área de Modelagem Matemática, esta será escrita com iniciais maiúsculas

A partir de diferentes autores que contribuíram com as bases da Modelagem Matemática (BASSANEZI, 1999; BARBOSA, 2003, 2004; PATROCINIO JÚNIOR, 2004; GOLIN, 2001; KLÜBER; BURAK, 2008), será feita uma construção do conceito e de sua importância para o ensino.

Barbosa (2003) considera a Modelagem como um ambiente propício à aprendizagem, um espaço com condições aos alunos para a realização de atividades, onde os alunos são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações reais procedentes de outras áreas. Esse contato desperta nos alunos um senso de autonomia, desenvolvendo neles a exploração e o esclarecimento do conteúdo estudado.

Pode-se pensar que a falta de associação entre os conteúdos propostos em sala de aula com o meio em que se vive possa ser um dos indícios para existir ainda uma certa repulsa pelas Ciências da Natureza, exaltando ainda a falta de interdisciplinaridade no ensino e deixando de lado contextos epistemológicos. Em consonância a estes argumentos, Batista e Fusinato (2015, p. 87) acrescentam que:

A matemática desempenha um papel fundamental. Esta traduz o fenômeno físico numa linguagem simbólica oferecendo também uma gama de ferramentas lógicas que possibilitam sua análise. Essas representações matemáticas são, na verdade, modelos da realidade que construímos para interpretar, conhecer e agir sobre o fenômeno.

Isso é de bastante relevância para a área de Educação em Ciências da Natureza, uma vez que, em diversas vezes, o estudante se sente distante do conteúdo científico pois este, se não ensinado de maneira adequada, não faz parte do contexto dos estudantes.

Segundo Barbosa (2003), a aplicação da Modelagem Matemática em diversas áreas do conhecimento, inclusive em situações da vida real, é uma estratégia a mais para a ampliação de conhecimentos no Ensino de Matemática, podendo chegar a grandes resultados no ensino e aprendizagem na educação.

Bassanezi (1994) *apud* Barbosa (2003, p. 3) expõe cinco motivos para a inclusão da Modelagem no currículo da Matemática:

- Motivação: os alunos sentir-se-iam mais estimulados para o estudo de Matemática, já que vislumbrariam a aplicabilidade do que estudam na Escola;
- Facilitação de aprendizagem: os alunos teriam mais facilidade em compreender as ideias matemáticas, já que poderiam conectá-las a outros assuntos;
- Preparação por utilizar a Matemática em diferentes áreas: os alunos teriam a oportunidade de desenvolver a capacidade de aplicar Matemática em diversas situações, o que é desejável para moverem-se no dia-a-dia e no mundo do trabalho;
- Desenvolvimento de habilidades gerais de exploração: os alunos desenvolveriam habilidades gerais de investigação;

- Compreensão do papel sócio-cultural da Matemática: os alunos analisariam como a matemática é usada nas práticas sociais.

Barbosa (2004) inferiu, em seu trabalho, que a Modelagem na Matemática está inteiramente interligada com o interesse de educar sujeitos para atuar ativamente no convívio social e, em particular, aptos para analisar a forma como a matemática é aplicada nos debates sociais podendo fazer críticas e agir conforme necessário.

Ainda segundo Barbosa (2004, p. 1),

[...] as atividades de Modelagem podem contribuir para desafiar a ideologia da certeza e colocar lentes críticas sobre as aplicações da matemática. Discussões na sala de aula podem agendar questões como as seguintes: O que representam? Quais os pressupostos assumidos? Quem mais realizou? A quem serve? Etc. Trata-se de uma dimensão devotada a discutir a natureza das aplicações, os critérios utilizados e significado social, chamado por Skovsmose (1990) de conhecimento reflexivo.

Nesse sentido, Barbosa (2004) espera que a Modelagem possa implementar e aprimorar a influência das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações da Matemática, o que para ele, pode ser uma grande contribuição para a sociedade para ampliar seu desenvolvimento social, cultural e político e fortalecer as sociedades democráticas.

Na visão de Bassanezi (1999), pelo fato da Modelagem Matemática ser uma arte dentro da própria Matemática, uma busca por novos caminhos para se chegar a objetivos que se quer alcançar (muitas vezes, confusos no meio de tantas informações, letras e números), ela pode ser um importante recurso para tornar as formas de estudos um tanto quanto mais prazerosas e úteis para a realidade sócio-cultural e política.

Em relação ao ensino da Matemática, Biembengut (1999) *apud* Klüber e Burak (2008, p. 24) explicita que a Modelagem pode ser “um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ainda desconhece, ao mesmo tempo em que aprende a arte de modelar, matematicamente”.

Patrocínio Júnior (2004) diz que o trabalho com os alunos utilizando a Modelagem Matemática tem o objetivo de que eles se envolvam com o processo, produzindo discussões em sala de aula, confrontando as ideias para tentar chegar a soluções. Com isso, o ensino e a aprendizagem da Matemática ficam mais dinâmicos e atraentes, a cada novo assunto surgem informações diferentes e o professor tem a função de mediador, não para dar as respostas que os alunos estão procurando, mas sim, para levantar questões, desafiando-os a ir além.

Para Golin (2011), o conhecimento reflexivo é considerado um tipo de conhecimento que pode estar relacionado com a Modelagem se referindo à natureza dos modelos e aos critérios usados em sua construção, aplicação e avaliação. Além disso, segundo o autor, a

Modelagem é considerada como uma maneira de envolver o aluno na construção de conhecimentos relacionados aos estudos por ele efetivados.

Ainda para esse autor, os trabalhos com Modelagem Matemática possibilitam aos alunos uma nova atribuição de sentidos para a Matemática, qualificando o processo de aprendizagem, aprimorando a relação entre professor e aluno, modificando o papel do professor e do aluno na sala de aula. Além disso, potencializa a reflexão sobre a Matemática e o seu papel social no contexto em que está inserida.

Patrocínio Júnior (2004, p. 12) menciona que “a relação do professor com a Modelagem Matemática faz surgir novos parâmetros nas atividades escolares, levando o professor a construir também uma nova forma de se relacionar em sala de aula”.

Segundo Bassanezi (2002), para que se possa utilizar o processo de Modelagem sem qualquer restrição, sendo capaz de levar os alunos a situações investigativas, críticas e criativas, é preciso que o educador seja bem preparado. Esse preparo pode se dar por meio dos cursos de formação, cursos de capacitação e aperfeiçoamento, pensando em um ensino e aprendizagem mais dinâmico e abrangente para soluções de problemas reais em qualquer área do conhecimento com o uso da Matemática.

Em concordância com Bassanezi (2002), Patrocínio Júnior (2004) lembra que, para que o processo de Modelagem Matemática venha a ser concebido sem maiores dificuldades, é preciso que o professor planeje bem todo o processo para problemas que possam surgir, visto que muitas vezes o que foi planejado não sai como o previsto. O que se pode saber é que o ambiente de Modelagem Matemática é um caminho promissor, de novos aprendizados, tanto para o aluno quanto para o professor que estão se relacionando em um ambiente sócio-cultural e político.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo apresentamos os resultados obtidos a partir da Pesquisa Bibliográfica. Ao realizar a busca de artigos que relacionassem a Modelagem Matemática e o Ensino de Ciências (Química, Física e Biologia) na revista Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), nos últimos cinco anos, foram encontrados os seguintes artigos listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Trabalhos encontrados no Boletim de Educação Matemática

Título do Trabalho	Autores	Ano
A Ação dos Signos e o Conhecimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática	Lourdes Maria Werle de Almeida, Karina Alessandra Pessoa da Silva	2017
Práticas Algébricas no Contexto de Projetos Pedagógicos de Modelagem	Fabian Arley Posada–Balvin, Marcelo de Carvalho Borba	2019

Fonte: autoria própria (2022)

Após análise dos artigos, observou-se que, em ambos, não havia a articulação entre Ensino de Ciências e Modelagem Matemática. A Modelagem Matemática presente nos artigos foi utilizada como um instrumento dentro da própria área da Matemática, e as menções às palavras “Física” e “Química” que apareceram no texto indicavam que os alunos participantes da ação eram dos respectivos cursos de graduação. Além disso, o artigo de Almeida e Silva (2017) trata-se de uma intervenção no Ensino Superior, o que não é o foco deste trabalho.

Em relação à Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), foram encontrados os artigos listados no Quadro 2:

Quadro 2 – Trabalhos encontrados na Revista de Ensino de Ciências e Matemática

Título do Trabalho	Autores	Ano
Etnomodelando artefatos (balaies) da cultura cafeeira	Érika Dagnoni Ruggiero Dutra, Daniel Clark Orey, Milton Rosa	2021
A etnomodelagem no contexto da carcinicultura cearense: possibilidades para a sala de aula	Paulo Gonçalo Farias Gonçalves	2021
Modelo atômico de Thomson e o Ensino Fundamentado em Modelagem: uma intervenção no Ensino Médio	Carlos Rodrigo Aravéchia de Sá, Vagner Antonio Morales, Amadeu Moura Bego	2021
Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica: construção de uma usina hidrelétrica na cidade de Itapiranga-SC	Pedro Henrique Schuck Rambo, Leandra Anversa Fioreze	2021

Fonte: autoria própria (2022)

Novamente foram encontrados poucos artigos que apresentassem a articulação entre Modelagem Matemática e o Ensino de Ciências. Os quatro artigos acima apresentados fazem parte de uma edição especial da revista, com o tema Modelagem Matemática, do ano de 2021. Apenas um dos artigos apresentou a articulação da Modelagem Matemática com uma proposta de conteúdo formal do Ensino de Química (atomística); os outros três artigos traziam propostas interdisciplinares de articulação da Modelagem Matemática com o contexto social em que cada escola está inserida.

No trabalho de Dutra, Orey e Rosa (2021), a Etnomatemática e a Modelagem Matemática foram utilizadas como fundamentações teóricas relacionadas com a Etnomodelagem como uma ação pedagógica para elaborar etnomodelos associados com a padronização de balaios utilizados na cultura cafeeira e sua relação com a Matemática escolar. Os alunos, em grupos, visitaram uma fazenda produtora de café para entender o seu processo produtivo e se aproximarem dos aspectos culturais dessa produção, pois esse cultivo envolve a própria comunidade escolar. Após essa visita, os alunos realizaram atividades curriculares em sala de aula para se conscientizarem sobre a associação da produção cafeeira com os conteúdos matemáticos escolares por meio da abordagem dialógica da Etnomodelagem.

Os resultados mostraram que as representações dos balaios utilizados na colheita necessitavam de uma padronização com relação às suas medidas e formas geométricas, pois o pagamento é realizado pelo volume de café colhido nas plantações.

O trabalho de Gonçalves (2021) teve como objetivo identificar etnomodelos utilizados na carcinicultura e apontar possibilidades de integração destes aos conteúdos da BNCC. Concluiu-se que, por meio da Etnomodelagem, foi possível representar alguns etnomodelos presentes em diferentes momentos da criação de camarões. Além disso, observou-se possibilidades de planejamento de experiências educativas no Ensino Fundamental e Ensino Médio, mostrando a possibilidade de inserir saberes de grupos locais, sem desconsiderar o currículo escolar existente. Portanto, ter uma postura educativa que estabeleça elos entre a matemática acadêmica e os conhecimentos de grupos socioculturais, evitando sobreposições de perspectivas e promovendo o diálogo, deve ser um dos anseios a serem alcançados por uma Educação verdadeiramente plural.

No trabalho de Sá, Moralles e Bego (2021) foi utilizada a metodologia do Ensino Fundamentado em Modelagem para uma intervenção focada no modelo de Thomson. O objetivo foi apresentar com detalhes e analisar em que medida a sequência didática, *Thomson: foste injustiçado pelos livros!*, planejada para uma sala de 42 alunos, auxilia no aprendizado das principais características do modelo e no desenvolvimento/mobilização de habilidades de

argumentação. Os resultados da pesquisa evidenciaram que a intervenção didática possibilitou a aprendizagem das principais características do modelo atômico de Thomson e que, durante os processos de modelagem, os alunos desenvolveram/mobilizaram as capacidades de elaborar argumentos, lidar com evidências, contra-argumentar e refutar. Ademais, os momentos de testes mentais e de socialização foram importantes para esses resultados.

O trabalho de Rambo e Fioreze (2021) se trata de um relato de experiência que tinha como objetivo investigar como a Modelagem Matemática pode contribuir para a aprendizagem da matemática e para o desenvolvimento sociocrítico relacionado à construção de uma usina hidrelétrica. A prática foi realizada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola do campo, localizada em Santa Catarina. O problema modelado pelos estudantes foi “A barragem é uma alternativa vantajosa para o município de Itapiranga? Por quê?”. A escolha da barragem como temática esteve imbricada com as perspectivas da Educação do Campo, objetivando contemplar a demanda dos povos camponeses por um currículo próprio e específico para o campo. Concluíram que a Modelagem Matemática propiciou um ambiente investigativo, oportunizando que os alunos refletissem sobre as vantagens e desvantagens na construção da usina hidrelétrica na comunidade, do ponto de vista econômico e social, utilizando-se dos conhecimentos matemáticos necessários para contribuir com essa análise.

No Quadro 3 são apresentados os trabalhos encontrados nos Encontros Paranaenses de Modelagem Matemática (EPREM), cujas últimas edições, nos últimos cinco anos, ocorreram em 2017 e 2019.

Quadro 3 – Trabalhos encontrados na Revista de Ensino de Ciências e Matemática

Título do Trabalho	Autores	Ano
Modelagem Matemática e Educação Ambiental na Educação Básica	Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa Robim	2019
Geração de energia fotovoltaica: uma atividade de modelagem na formação inicial de professores de Matemática	Letícia Barcaro Celeste Omodei, Lourdes Maria Werle Almeida	2019
A utilização do pluviômetro e os impactos da chuva: uma experiência de Modelagem	Maria Mazur, Edina Aparecida Stresser, Fabiano Jose da Cruz, Dionísio Burak	2019
Lei do resfriamento de Newton: Modelagem Matemática e ensino-aprendizagem	Wesley Muniz Domingos Rodrigues, Monica Fürkotter, Marília Davoli Moreira Lopes	2019

Fonte: autoria própria (2022)

Foram encontrados quatro trabalhos nos anais dos Encontros Paranaenses de Educação Matemática (EPREM) que articulam Modelagem Matemática e Ensino de Ciências. Assim como foi observado na REnCiMa, há artigos que tratam da modelagem em assuntos formais do conteúdo programático de Ciências (neste caso, a Lei de Resfriamento de Newton), e de propostas que tratam da interdisciplinaridade entre as Ciências da Natureza, como é o caso da Educação Ambiental. Reitera-se que os trabalhos foram encontrados na edição mais recente do evento, o que pode demonstrar uma tendência mais atual de articulação da Modelagem Matemática com o Ensino de Ciências.

Palharini-Souza (2019) fez o relato de experiência de um minicurso que tinha por objetivo problematizar a Educação Ambiental por meio de atividades de modelagem matemática. As atividades e problemáticas tratadas visavam colaborar com a formação de alunos e professores em relação à abordagem situações-problema contemporâneas que podem permitir aos sujeitos atuar com vínculo com a comunidade, no desenvolvimento de valores e atitudes que promovam a conservação do meio ambiente, e a transformação da realidade por meio de aspectos naturais e sociais.

Em seu artigo, Omodei e Werle (2019) apresentaram uma atividade de modelagem com o tema Geração de energia fotovoltaica. Neste artigo, os autores se embasam na dimensão do “aprender por meio da modelagem”, pois o objetivo é descrever como a atividade proposta foi desenvolvida e, a partir das resoluções dos grupos de estudantes, analisar os problemas formulados e solucionados e os conteúdos abordados. É possível concluir que quando os estudantes têm, em sua formação, oportunidade de aprender sobre a modelagem e aprender fazendo a modelagem, há indícios fortes de aprendizagem.

Mazur *et al* (2019) desenvolveu um trabalho com o tema “Chuva”, que objetivou investigar os efeitos do excesso ou da falta de chuva na agricultura. Como procedimento para o desenvolvimento do trabalho, o grupo construiu um pluviômetro, coletando água da chuva no pluviômetro construído, num pluviômetro industrial e em um outro recipiente. Após essa coleta, foi feita uma comparação dos dados obtidos. Posteriormente, fizeram uma breve análise sobre as influências da chuva na safra 2018/2019 de soja no Paraná. Em suma, percebeu-se que a Modelagem extrapola os resultados matemáticos, vindo a contribuir de forma riquíssima para a construção do conhecimento, pois ela pode proporcionar a aprendizagem muito além dos conteúdos matemáticos e escolares.

Rodrigues, Fürkotter e Lopes (2019) discutiram, em seu artigo, como a Modelagem Matemática pode ser utilizada como estratégia no processo de ensino e aprendizagem de Matemática a partir de modelos da Física Matemática. O artigo é o relato de uma atividade

experimental, articulada ao modelo originado da Lei do Resfriamento de Newton. O experimento teve como objetivo obter dados reais da variação da temperatura da água em diferentes intervalos de tempo, e compará-los a dados obtidos por meio dos cálculos da equação diferencial ordinária que rege o modelo, em situação de resfriamento e de aquecimento. Na comparação dos dados, a análise revelou que os dados obtidos são melhor ajustados em intervalos de dez minutos e que o ajuste é pior no intervalo de dois minutos, o que pode ter ocorrido devido à erros técnicos de aferição e observação dentro do laboratório. A atividade revelou a necessidade de ampliar os estudos, abarcando conceitos de Química e Física, para entender melhor os resultados, em uma postura interdisciplinar; e de realizar outros experimentos, buscando aprofundar os resultados obtidos.

Durante as pesquisas, observou-se que a área da Modelagem Matemática apresenta inúmeros trabalhos referentes ao desenvolvimento de metodologias dentro da própria Matemática. Um dos motivos que permite inferir tais observações é que a área de Ensino de Ciências articulada com a Educação Matemática ainda é bastante recente no país, mas com crescente número de dissertações, teses e artigos.

Também pode-se inferir que a articulação entre professores das áreas de Ciências da Natureza e de Matemática ainda é incipiente. Conforme explicado na fundamentação teórica, seriam necessárias as formações, capacitações e aperfeiçoamentos dos professores para que as propostas fossem plenamente desenvolvidas e implementadas. Espera-se que sejam propostos mais trabalhos de pesquisa decorrentes da atuação interrelacionada de professores de diferentes áreas junto com a Modelagem Matemática, principalmente conforme preconiza o Novo Ensino Médio, conforme a BNCC.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Matemática é indispensável como área de estudo e linguagem para definir leis, conceitos e para a resolução de exercícios. No entanto, existem inúmeras dificuldades em se utilizar a Matemática articulada com as Ciências da Natureza. Uma maneira de tornar o processo epistemologicamente facilitado e adequado é com a Modelagem Matemática.

Neste trabalho, investigou-se as contribuições de dois periódicos diferentes e um evento de relevância na área de Modelagem Matemática e Educação Matemática nos últimos cinco anos, com objetivo de analisar quantitativa e qualitativamente os artigos encontrados que articulassem Modelagem Matemática no Ensino de Ciências na Educação Básica. Ao todo foram analisados 10 artigos, sendo que alguns deles trouxeram propostas para assuntos de conteúdo específicos (como o Modelo de Thomson, por exemplo), com uma abordagem diferente da tradicionalmente adotada, e alguns com propostas interdisciplinares de utilização da modelagem. Em grande parte desses artigos, após análise de seu conteúdo, observou-se que as conclusões se alinharam com a ideia de que a Modelagem Matemática é um importante recurso didático e epistemológico que permite trabalhar problemas de maneira holística.

Espera-se que novos trabalhos possam surgir a partir de propostas institucionais de projetos interdisciplinares, de modo que a Modelagem Matemática possa desempenhar um importante papel integrador e de desenvolvimento do pensamento hipotético-dedutivo nos estudantes, para que possam se tornar indivíduos cada vez mais conscientes e pensantes na sociedade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. da. A Ação dos Signos e o Conhecimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática [online]**. v. 31, n. 57, pp. 202-219. 2017.
- BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática uma Disciplina Emergente nos Programas de Formação de Professores. **Biomatemática**, 9, 1999, São Paulo. São Paulo: IMECC/UNICAMP, 1999. p. 9-22.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na Sala de Aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O Que é? Por quê? Como? **Veritati**, n. 4, p.73-80, 2004.
- BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, 2015.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. 2017.
- DUTRA, ÉRIKA; OREY, D.; ROSA, M. Etnomodelando artefatos (balaies) da cultura cafeeira. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-20, 1 mar. 2021.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2012.
- GOLIN, A. C. P. **Modelagem Matemática**: Algumas Formas de Organizar e Conduzir. 2001. 54p. Trabalho de conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2011.
- GONÇALVES, P. A etnomodelagem no contexto da carnicultura cearense: possibilidades para a sala de aula. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-20, 1 mar. 2021.
- KLÜBER, T. E; BURAK, D. Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições Teóricas. **Educação Matemática e Pesquisas**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.
- LIMA, P. G. Ciência e epistemologia: reflexões necessárias à pesquisa educacional. **Quaestio: revista de estudos em educação**, Sorocaba, v. 12, n. 2, p. 109-138, 2010.
- LUCCAS, S.; BATISTA, I. L. O papel da matematização em um contexto interdisciplinar no ensino superior. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 451-468, 2011.
- MAZUR, M.; STRESSER, E. A. ; CRUZ, F. J. ; BURAK, D. . A utilização do pluviômetro e os impactos da chuva: uma experiência de modelagem. *In: Encontro Paranaense de Modelagem na*

Educação Matemática, 2019, Londrina. **Anais... XV Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática**. Londrina, 2019. p. 1-8.

MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. de L. Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016.

OMODEI, L. B. C.; ALMEIDA, L. M. W. Geração de energia fotovoltaica: uma atividade de modelagem na formação inicial de professores de matemática. *In: XV EPREM - Encontro Paranaense de Educação Matemática*, 2019, Londrina-PR. **Anais... XV Encontro Paranaense de Educação Matemática? EPREM**, 2019. p. 1-14.

PALHARINI-SOUZA, B. N. Modelagem Matemática e Educação Ambiental na Educação Básica. *In: XV EPREM - Encontro Paranaense de Educação Matemática*, 2019, Londrina-PR. **Anais... XV Encontro Paranaense de Educação Matemática? EPREM**, 2019. p. 1-14.

PATROCINIO JÚNIOR, C. A. Modelagem Matemática: algumas formas de organizar de e conduzir. *In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 8, 2004, Recife. **Anais... VIII ENEM – Comunicação Científica**. Recife: UFP, 2004.p. 1-14.

PINHEIRO, T. F. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da matemática no conhecimento científico. *In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 33-150.

POSADA–BALVIN, F. A.; BORBA, M. C. Práticas Algébricas no Contexto de Projetos Pedagógicos de Modelagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 33, n. 63, p. 45-66, 2019.

RAMBO, P.; FIOREZE, L. Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica: construção de uma usina hidrelétrica na cidade de Itapiranga-SC. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-25, 1 mar. 2021.

RODRIGUES, W. M. D.; FÜRKOTTER, MONICA; LOPES, M. D. M. Lei do resfriamento de Newton: modelagem matemática e ensino-aprendizagem. *In: XV Encontro Paranaense de Educação Matemática (EPREM)*, 2019, Londrina (PR). **Anais... XV Encontro Paranaense de Educação Matemática**. Londrina (PR): SBEM Paraná, 2019. v. 1. p. 1-12.

SÁ, C.; MORALLES, V.; BEGO, A. Modelo atômico de Thomson e o Ensino Fundamentado em Modelagem: uma intervenção no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-24, 1 mar. 2021.