

## MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO E A CONSCIENTIZAÇÃO

Gabriela Lacerda<sup>1</sup> (PG – gabriela.lacerda@aluno.ueg.br)\*, Deivid P. de Souza<sup>1</sup> (PG), José L. Neto (PG)<sup>1</sup>, Rochele A. Cabral Gouveia (PG)<sup>1</sup>, Isa Lucia de Moraes<sup>1</sup> (PO).

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Sudoeste – Sede Quirinópolis. Avenida Brasil, nº 435, Conjunto Hélio Leão, CEP: 75860-000, Quirinópolis, Goiás.

**Resumo:** A crescente necessidade de abordagens educacionais inovadoras para enfrentar questões ambientais complexas é um desafio iminente no cenário educacional atual. Salienta-se a importância da Educação Ambiental que gere reflexões críticas para a formação de uma sociedade sustentável e consciente, sendo que, nesse cenário, a modelagem matemática pode ser apresentada como uma abordagem inovadora para a análise e compreensão de fenômenos ambientais complexos e, dessa maneira, propiciar tanto o debate sobre diferentes questões ambientais quanto o aprendizado dos objetos matemáticos. Portanto, a pesquisa adota uma metodologia baseada em revisão bibliográfica, com critérios de busca, inclusão e exclusão bem definidos, e uma análise qualitativa dos dados para compreender o uso da modelagem matemática na promoção de uma Educação Ambiental efetiva. Sendo assim, os resultados apontam para três temáticas principais: aprimoramento na compreensão de fenômenos complexos, engajamento e participação estudantil, e facilitação da tomada de decisão baseada em dados. Partindo disso, a modelagem matemática é reconhecida por sua capacidade de simplificar e representar de forma fidedigna e matemática os sistemas naturais complexos, promovendo uma aprendizagem mais rica e significativa, além de contribuir para a gestão e planejamento ambiental embasados em evidências. Entretanto, destaca-se a necessidade de superar desafios, como a formação continuada de educadores e a adaptação dos modelos matemáticos para diferentes níveis de ensino, além da consideração das particularidades culturais e sociais dos contextos educacionais. O estudo conclui enfatizando o potencial das modelagens matemáticas para enriquecer a educação ambiental e o ensino de matemática, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis em relação às questões ambientais.

**Palavras-chave:** Educação para a Sustentabilidade. Ferramenta Pedagógica. Formação Continuada. Processo de Ensino-Aprendizagem. Sociedade Sustentável.

### Introdução

A mitigação dos impactos ambientais provenientes das práticas antrópicas constitui um desafio premente, impulsionando acadêmicos, educadores e pesquisadores a inovarem nas metodologias e abordagens pedagógicas no campo da Educação Ambiental (BELIZÁRIO; DOURADO, 2012). Alcântara; Silva; Nishijima (2012) enfatizam que a efetivação de uma Educação Ambiental robusta e reflexiva é crucial para a formação de uma sociedade sustentável e responsável. Dentro desse cenário, a modelagem matemática desponta como um recurso inovador, oferecendo possibilidades para a análise, compreensão e interpretação de fenômenos ambientais de natureza complexa. Tal abordagem não apenas facilita a compreensão dos sistemas envolvidos, mas também potencializa o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes e alinhadas com as demandas contemporâneas (BEAN, 2019).

A necessidade de se construir e solidificar uma cultura sustentável, capaz de intermediar e propor soluções para os desafios ambientais, é um tema recorrente e de suma importância (REIS, 2007). Carvalho e Pereira (2018) argumentam que, para que haja uma transformação efetiva na percepção e atuação dos indivíduos em relação ao meio ambiente, é imperativo fomentar a consciência socioambiental desde os primeiros estágios da formação educacional. Isso implica na necessidade de uma integração holística entre diversas disciplinas e a Educação Ambiental. Nesse contexto, a modelagem matemática se apresenta como uma ferramenta estratégica, capaz de conectar conceitos matemáticos a questões ambientais, propiciando uma reflexão crítica e aprofundada acerca das diversas problemáticas ambientais (MESQUITA, 2021).

A presente pesquisa busca, portanto, investigar de forma aprofundada a intersecção entre modelagem matemática e Educação Ambiental, através de uma compilação de dados da literatura científica. Pretende-se avaliar como essa convergência pode gerar impactos positivos no processo educacional, além de contribuir para o desenvolvimento da consciência ambiental e a busca por soluções para os desafios ambientais. O objetivo central deste trabalho consiste em analisar o impacto e a eficácia do uso de modelagens matemáticas como ferramenta pedagógica no contexto da Educação Ambiental, investigando como essa abordagem pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e capacitar os estudantes para uma atuação mais consciente e responsável frente às questões ambientais. Além disso, busca-se compreender de que forma a modelagem matemática pode ser integrada às práticas pedagógicas existentes, contribuindo para uma visão mais holística e integrada da Educação Ambiental.

## Considerações Metodológicas

### I. Definição dos Critérios de Busca

Palavras-chave (foi utilizado diversas associações entre as palavras chaves):

- "modelagens matemáticas"
- "educação ambiental"
- "ensino de matemática"
- "ensino de ciências"

### II. Fontes de Dados

A base de dados foi o *Google Scholar*.

### III. Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de inclusão:

- Estudos publicados nos últimos 11 anos (2012-2023).
- Artigos que abordem explicitamente a relação entre a matemática e o entendimento de questões ambientais.
- Literatura em português.

Critérios de exclusão:

- Estudos que não abordem diretamente os tópicos mencionados.
- Não integraram as diversas palavras-chave de forma interdisciplinar.

### IV. Processo de Seleção

Os artigos identificados na base de dados foram inicialmente filtrados por título e resumo. Os que pareceram relevantes foram lidos integralmente para determinar sua aplicabilidade ao estudo. O processo foi documentado usando um diagrama PRISMA para rastrear o número de estudos identificados, incluídos e excluídos.

### V. Extração de Dados

Para cada estudo selecionado, os seguintes dados foram extraídos:

- Autor(es)
- Ano de publicação
- Objetivo do estudo
- Metodologia adotada
- Principais achados relacionados à modelagem matemática e questões ambientais.

### VI. Análise e Síntese da Literatura

Os estudos foram analisados qualitativamente, agrupando-os com base em temas comuns ou tópicos de interesse identificados. Uma abordagem narrativa foi adotada para sintetizar os principais achados, destacando as contribuições, limitações e possíveis implicações para o ensino de matemática e a compreensão das questões ambientais.

## Resultados e Discussão

### Resultados

Na busca inicial foram amostrados 1.890 trabalhos. A seleção, com a leitura dos títulos e resumos, resultou em 54 artigos. Destes, após terem sido lidos na íntegra,

restaram 20 trabalhos, dos quais, após a análise de conteúdo, 15 deles foram efetivamente utilizados na revisão (Quadro 1).

Quadro 1. Dados dos 15 artigos selecionados para a pesquisa entre 2012 e 2023, sobre a intersecção entre modelagem matemática e Educação Ambiental, seguindo a ordem das publicações mais recentes para as menos recentes.

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Objetivo</b>
Rodrigues (2022)	2022	Investigar a eficácia da modelagem matemática de um problema envolvendo hortaliças para o ensino de conceitos matemáticos.
Roberto et al. (2021)	2021	Avaliar se o desenvolvimento de atividades que contenham a Modelagem Matemática aliada à Educação STEAM pode promover a aprendizagem matemática e a conscientização ambiental.
Santos et al. (2021)	2021	Compreender como diferentes propostas utilizando modelagem matemática podem favorecer espaços de discussão sobre questões envolvendo sustentabilidade.
Battisti (2020)	2020	Identificar as possibilidades do uso da modelagem matemática para a promoção do entendimento das ciências ambientais.
Costa e Pantarolo (2019)	2019	Pesquisar a prática de atividades que abarquem tanto de educação ambiental quanto de modelagem na disciplina de Matemática.
Santos (2019)	2019	Avaliar se o uso da modelagem matemática como tendência pedagógica pode motivar uma interface entre educação matemática e educação ambiental.
Cesar et al. (2018)	2018	Demonstrar, por intermédio de atividades práticas, como a modelagem matemática pode ser utilizada como metodologia de ensino de matemática e de educação ambiental.
Paraizo (2018)	2018	Investigar as possibilidades de ensino e aprendizagem por meio da Modelagem Matemática com o auxílio de atividades e elaboração de vídeos sobre questões de sustentabilidade.
Costa, Pantarolo e Teixeira (2017)	2017	Realizar um levantamento bibliográfico sobre as produções acadêmicas referente ao uso da modelagem matemática para a promoção da educação ambiental.
Costa e Pantarolo (2017)	2017	Explorar problemáticas ambientais através da modelagem matemática a partir do conceito matemático de função do 1º grau.
Ferruzzi e Almeida (2015)	2015	Compreender qual papel a Modelagem Matemática pode executar no processo de ensino-aprendizagem.
Oliveira et al. (2015)	2015	Constatar o conhecimento matemático e como este se relaciona com questões ambientais a partir de proposituras de Modelagem Matemática.

Cunha e Latini (2014)	2014	Mostrar como a abordagem de problemas ambientais através da modelagem matemática pode ser uma importante ferramenta de ensino.
Penereiro e Ferreira (2012)	2012	Investigar a aplicabilidade da modelagem matemática às questões ambientais por meio de um estudo da precipitação pluviométrica e da vazão de rios.
Leite, Ferreira e Scrich (2009)	2009	Olhar como o processo de construir modelos matemáticos a partir de fenômenos ambientais pode propiciar um ambiente de aprendizagem de conceitos matemáticos e de discussão sobre problemáticas ambientais.

## Discussão

A análise crítica da literatura existente e dos estudos revisados nesta pesquisa revela que três principais temáticas se destacam e conduzem a discussão acerca da aplicação da modelagem matemática na Educação Ambiental:

I. Aprimoramento na Compreensão de Fenômenos Complexos: De acordo com Saes e Romeiro (2018), a modelagem matemática apresenta-se como uma ferramenta estratégica para a desmistificação e compreensão de sistemas ambientais complexos, exemplificados pelas mudanças climáticas. O método fornece uma representação simplificada, porém, fidedigna destes sistemas naturais intrincados. Isso facilita uma análise mais precisa e objetiva, conforme elucidado por Heidemann (2015).

II. Engajamento e Participação Estudantil: Ventura (2021) destaca o papel crucial da modelagem e simulações matemáticas na promoção de um engajamento ativo por parte dos estudantes. A natureza interativa destas ferramentas contribui para um processo de aprendizagem mais rico e significativo.

III. Facilitação da Tomada de Decisão Baseada em Dados: Campos, Wodewotzki e Jacobini (2021) evidenciam a capacidade da modelagem matemática em simular diversos cenários de intervenção, sendo essencial para um processo de tomada de decisão embasado em evidências. Tal aplicabilidade se mostra de extrema relevância para a gestão e planejamento ambiental.

É imperativo destacar que a Educação Ambiental busca promover uma transformação no indivíduo, de modo que este se torne um agente de mudança em seu próprio contexto. Neste sentido, a Educação Ambiental não deve se limitar a projetos de cunho preservacionista, mas sim estimular o pensamento crítico e a cidadania ativa, conforme postulado por Gouvêa (2006).

Nesse panorama, os estudos analisados visaram investigar o potencial da modelagem matemática associada a questões ambientais para fomentar a aprendizagem de conceitos matemáticos e integrar a Educação Ambiental ao currículo escolar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais reforçam a importância de tratar a Educação Ambiental de maneira transversal dentro do contexto escolar, possibilitando assim a abordagem de temas ambientais em conjunto com a aprendizagem de conceitos científicos e matemáticos (Brasil, 1998).

As intervenções pedagógicas propostas pelos estudos revisados buscaram, portanto, estimular o desenvolvimento dos estudantes por meio da resolução de atividades que integrassem tanto conceitos matemáticos quanto questões ambientais relevantes. Os pesquisadores procuraram entender como a abordagem interdisciplinar da modelagem matemática pode promover a conscientização crítica e o debate entre os alunos, visando uma Educação Ambiental capaz de cultivar a cidadania.

Roberto et al. (2021) destacam que atividades baseadas em modelagem matemática propiciam a conexão entre teoria e prática, permitindo aos estudantes compreenderem como a matemática pode elucidar as relações entre os fenômenos observados. Silva e Pereira (2018) complementam afirmando que tais atividades ampliam as possibilidades metodológicas para o ensino de matemática, promovendo interações mais dinâmicas e significativas entre o aluno e o conteúdo.

Leite, Ferreira e Scrich (2009) reiteram a importância da modelagem matemática na geração de uma compreensão holística dos problemas cotidianos dentro do ambiente escolar, enfatizando que a manipulação de dados reais e a interpretação destes são fundamentais para a construção do conhecimento.

Assim, a integração da modelagem matemática na Educação Ambiental se revela como um campo interdisciplinar em ascensão, com potencial para inovar as práticas educativas voltadas para a sustentabilidade. Contudo, é imprescindível atentar-se para os desafios inerentes a essa abordagem, tais como a necessidade de formação continuada dos educadores e a adaptação dos modelos matemáticos para diferentes níveis de ensino. Ademais, é crucial considerar a aplicabilidade e eficácia dessa metodologia em distintos contextos culturais e sociais, como apontado por Costa et al. (2017), visando garantir sua relevância e efetividade em diversas realidades educacionais.

### Considerações Finais

Embora ainda existam desafios a serem superados, a literatura sugere fortemente que as modelagens matemáticas têm o poder de enriquecer e aprimorar a eficácia do ensino de matemática e da Educação Ambiental. O investimento em pesquisa e desenvolvimento de metodologias pedagógicas que integram essas duas áreas pode ser uma chave para formar uma cidadania mais consciente e eficaz em suas ações ambientais.

Em vista disso, considera-se que a temática ambiental apresenta múltiplas possibilidades de interpretação por meio da Matemática e a modelagem ocupa um lugar central nesse quesito. Há diversas maneiras para aplicar a modelagem matemática ao ensino, e a literatura apresenta vastas definições para que os professores possam se ancorar em arcabouços teóricos bem estabelecidos e conduzir os alunos tanto ao aprendizado da Matemática quanto à conscientização ambiental.

### Agradecimentos

Agradeço à Universidade Estadual de Goiás (UEG) pelo financiamento integral deste trabalho científico no âmbito do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sociedade. Reconhecemos o apoio fundamental da UEG na realização deste estudo, que contribui significativamente para o avanço do conhecimento.

### Referências

ALCÂNTARA, Larissa Azambuja; SILVA, Maria Clara Araujo; NISHIJIMA, Toshio. Educação ambiental e os sistemas de gestão ambiental no desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 734-740, 2012.

BATTISTI, Soraia Maria Ribeiro. **A modelagem matemática no contexto do ensino das ciências ambientais**: uma proposta de aprendizagem significativa para o 6o ano do Ensino Fundamental II. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências Ambientais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

BEAN, Dale. O que é modelagem matemática?. **Educação matemática em revista**, v. 8, n. 9/10, p. 49-57, 2019.

BELIZÁRIO, Fernanda; DOURADO, Juscelino (Ed.). **Reflexão e práticas em educação ambiental: discutindo o consumo e a geração de resíduos**. Oficina de Textos, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC, 1998.

CESAR, Daniela Brunetto Moreira et al. A modelagem matemática como proposta de ensino: plantio de alfaces, uma prática com alunos do 3º ano do ensino fundamental. **Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 10, n. 4, 2018. ISSN 2176-3070, p. 366 a 378.

CAMPOS, Celso Ribeiro; WODEWOTZKI, Maria Lúcia Lorenzetti; JACOBINI, Otávio Roberto. **Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática**. Autêntica Editora, 2021.

CARVALHO, Guilherme; PEREIRA, Ledina Lentz. Matemática e educação ambiental: numa aplicação do conceito de função afim. **Anais Seminário de Integração e Socialização de Pesquisas e Práxis Pedagógica em Matemática**, v. 1, 2018.

COSTA, Daniana de. **Educação ambiental com modelagem matemática no ensino fundamental**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

COSTA, Daniana de; PONTAROLO, Edilson. Aspectos da educação ambiental crítica no ensino fundamental por meio de atividades de modelagem matemática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 100, p. 149-168, 2019.

COSTA, Daniana de; PONTAROLO, Edilson. Modelagem matemática e simulações interativas: uma experiência com Função Afim e meio ambiente no ensino de matemática. **Novas Tecnologias na Educação**. V. 15 Nº 2, dezembro, 2017.

COSTA, Daniana de; PONTAROLO, Edilson, TEIXEIRA, Edival Sebastião. Modelagem matemática e educação ambiental: alguns aspectos da produção brasileira na última década. **Revista de Educação**. Vol. 12 Número 24 Jan./Abr. 2017.

GOUVÊA, Giana Raquel Rosa. Rumos da formação de professores para a Educação Ambiental. **Educar em revista**, p. 163-179, 2006.

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LEITE, Maria Beatriz Ferreira; FERREIRA, Denise Helena Lombardo; SCRICH, Cintia Rigão. Explorando conteúdos matemáticos a partir de temas ambientais. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, p. 129-138, 2009.

MESQUITA, Milene Nagila; CEOLIM, Amauri Jersi; CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves. Modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica:

abordagens na educação básica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, p. e260022, 2021.

OLIVEIRA, A. M. L et al. Modelagem matemática e a edificações: refletindo sobre a consciência ambiental dos discentes do ifpr/ campus foz do iguaçu. In: III Seminário de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática., p. 255-265, Jataí. **Anais: A formação docente em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação Ambiental**. Jataí: IF GO, 2015.

PARAIZO, Ricardo Ferreira. **Questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio**. 2018. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade estadual paulista, Bauru.

PENEIREIRO, Júlio César & Ferreira; LOMBARDO, Denise Helena. A Modelagem Matemática Aplicada às Questões Ambientais: Uma abordagem didática no estudo da precipitação pluviométrica e da vazão de rios. **Millenium**, v. 42, P. 27-47, 2012.

REIS, Ana Carla Fonseca. **Economia da cultura e desenvolvimento sustentável: o caleidoscópio da cultura**. Editora Manole Ltda, 2007.

ROBERTO, Gisele Rodrigues Durigan et al. O uso da educação steam para promover a aprendizagem matemática e conscientização ambiental. **Revista Valore**, v. 6, p. 746-760, 2021.

SAES, Beatriz Macchione; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. O debate metodológico na economia ecológica: indefinição ou pluralismo?. **Nova Economia**, v. 28, p. 127-153, 2018.

SANTOS, Cleide Cordeiro. Educação matemática e ambiental: uma possibilidade para desenvolver conceitos matemáticos de forma significativa. **Encontro Goiano de Educação Matemática**, Jataí, p. 258-267. 2019.

SANTOS, Vanessa Danielle Ferreira Lima et al. Ensino de matemática e educação ambiental: modelagem com energias renováveis no semiárido brasileiro. **Revbea**, São Paulo, v.16, No 1: 148-162, 2021.

SILVA, Ester dos Santos; PEREIRA, Ledina Lentz. Proposição didática para o ensino de conceitos matemáticos: modelagem matemática e a questão do desmatamento. **Anais Seminário de Integração e Socialização de Pesquisas e Práxis Pedagógica em Matemática**, v. 1, 2018.

RODRIGUES, Thaís Moreira. **Modelagem matemática para o ensino da geometria no 6º ano do ensino fundamental**: uma proposta a partir do tema horta doméstica. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.

VENTURA, Paula Patrícia Barbosa. O uso de softwares na aprendizagem baseada em problemas. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2021.