

# A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE



## SHEILA SIMÕES BOMFIM

Graduação em Matemática pela Universidade Bandeirante de São Paulo (2010); Graduação em Pedagogia pela Universidade Nove de Julho (2014); especialista em Matemática pela Universidade de Campinas (2013); Mestre em Educação pela Universidade Municipal de São Caetano do Sul (2023); professora de Matemática no Ensino Fundamental II EMEF General Osório; professora de Matemática no Ensino Superior na Universidade Municipal de São Caetano do Sul.

## RESUMO

O presente artigo trata da integração da matemática à educação para a sustentabilidade, explorando como conceitos matemáticos aplicados a questões ambientais podem desenvolver habilidades práticas e críticas nos alunos. O tema central é a importância de unir matemática e sustentabilidade no currículo educacional para preparar indivíduos capazes de enfrentar desafios ambientais complexos. A importância deste trabalho está em demonstrar que a matemática vai além da aplicação técnica de conceitos; ela promove uma compreensão crítica e profunda dos desafios ambientais globais. Ao utilizar princípios matemáticos para modelar, analisar e resolver problemas ambientais, os estudantes adquirem habilidades técnicas e são capacitados a se tornarem agentes de mudança informados e responsáveis em suas comunidades e na sociedade. O objetivo do artigo é destacar como os princípios matemáticos desempenham um papel fundamental na compreensão e resolução de questões ambientais complexas no contexto da educação para a sustentabilidade. A problemática central é: como preparar indivíduos para enfrentar efetivamente os desafios ambientais? Para isso, é crucial integrar princípios de sustentabilidade em todos os níveis educacionais, adotando uma abordagem interdisciplinar que conecte matemática, ciências e humanidades. A conclusão deste estudo enfatiza que a integração da matemática na educação para a sustentabilidade não é apenas uma questão técnica, mas uma abordagem para desenvolver uma consciência crítica e uma compreensão profunda dos desafios ambientais. A interseção entre sustentabilidade e educação é crucial para formar indivíduos conscientes e capacitados para enfrentar os desafios ambientais do século XXI.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; Matemática; Educação; Degradação ambiental; Práticas sustentáveis.

## INTRODUÇÃO

A interseção entre sustentabilidade e educação representa um ponto crucial na formação de indivíduos conscientes e capacitados para enfrentar os desafios ambientais do século XXI, "causados pela ação antrópica sobre a natureza." (GUITARRA, S/D). A consequência disso tem sido desastrosa, pois a ação antrópica que tem sido provocada na Terra compromete seriamente a manutenção da vida no planeta.

No contexto das discussões surge a "educação para a sustentabilidade" (IUCN, 1993), um conceito pedagógico voltado para adaptar a consciência humana aos desafios contemporâneos. Sustentável refere-se à capacidade de sustentar algo, proporcionando suporte e evitando sua deterioração. Sustentabilidade é um conceito sistêmico que abrange a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana.

Como resultado, surge a seguinte problemática: como podemos preparar as pessoas para enfrentar os desafios ambientais? Conforme Bursztyń (2001, p.11), é possível transmitir valores de solidariedade e responsabilidade ambiental às gerações futuras por meio da educação ambiental nas escolas e da conscientização pública sobre práticas sustentáveis.

O objetivo deste artigo, baseado no tema "A Importância da Matemática na Educação para a Sustentabilidade", é examinar como os princípios matemáticos são essenciais para entender, examinar e resolver questões ambientais complexas.

O objetivo também é mostrar como a matemática pode ajudar as pessoas a adotar hábitos sustentáveis e contribuir significativamente para a preservação do meio ambiente. Costa (2023) afirma que a matemática está ligada à sustentabilidade porque ela fornece ferramentas essenciais, como raciocínio lógico, análise quantitativa e habilidades numéricas, que são essenciais para enfrentar desafios relacionados à sustentabilidade.

Segundo Costa (2023), a Matemática não se restringe ao aspecto técnico, mas promove uma compreensão crítica sobre o impacto pessoal e coletivo das escolhas cotidianas. Portanto, ao incorporar a matemática na educação para a sustentabilidade, não apenas o aluno aprende mais sobre os desafios ambientais, mas também aprende a agir de maneira consciente e responsável em relação aos recursos naturais, o que leva a um estilo de vida mais sustentável e preservando o planeta para as futuras gerações.

Exploração dos princípios matemáticos fundamentais por trás dos modelos de sustentabilidade

A matemática não apenas explica fenômenos ambientais, mas também fornece ferramentas poderosas para planejar e implementar estratégias sustentáveis que equilibrem o desenvolvimento humano e a preservação ambiental a longo prazo. Assim, a Modelagem Matemática (MM) é uma ferramenta poderosa que pode ser usada para abordar questões complexas e relevantes para a sociedade, como sustentabilidade.

Como demonstrado pelo tema do Biênio da Matemática de 2018, "A matemática está em

tudo", a matemática está profundamente arraigada em todos os níveis educacionais, desde o ensino fundamental até cursos técnicos e superiores. A modelagem matemática dá aos alunos a oportunidade de criar projetos que abrangem uma ampla gama de conceitos e interconexões interdisciplinares. Além de melhorar o entendimento do conteúdo, também promove interações significativas entre disciplinas, professores e alunos, assim como entre os próprios alunos.

A BNCC enfatiza o uso da análise de dados para compreender e resolver questões de sustentabilidade como consumo de energia, produção de lixo, emissão de gases de efeito estufa e utilização de recursos naturais. Além disso, a BNCC enfatiza o uso de estatística para avaliar a eficácia de políticas públicas e ações individuais em relação à sustentabilidade (BRASIL, 2017).

Os jogos sustentáveis ajudam a desenvolver competências socioemocionais. Segundo Ferreira et al. (2020), ao participar de jogos sustentáveis, os alunos têm a oportunidade de praticar e aprimorar habilidades como trabalho em equipe, resiliência, tomada de decisões e empatia. Ao incorporar a temática da sustentabilidade nos jogos matemáticos, é possível aumentar a consciência social e ambiental dos alunos. Conforme observado por Grizioti e Kynigos (2021), os jogos sustentáveis podem abordar questões reais relacionadas à sustentabilidade, como gestão de recursos naturais, energia renovável e redução de resíduos. Assim, os alunos não apenas aprendem matemáticas, mas também se tornam participantes ativos na busca de soluções sustentáveis para os problemas que surgem nos dias de hoje.

A simulação computacional, uma ferramenta vital para a análise e compreensão de sistemas complexos, é uma outra ferramenta. Ela permite a manipulação dinâmica de modelos, oferecendo uma perspectiva quase cinematográfica da realidade, de acordo com Rossoni (2006). Como mencionado por Neto et al. (2014), a simulação permite a simulação do comportamento de sistemas reais e a realização de experimentos para avaliar seu funcionamento em diferentes condições. Nascimento et al. (2014) afirmam que isso é essencial, especialmente em situações em que o sistema real não está disponível, é caro experimentar diretamente ou não é adequado para tais experimentos.

Acredita-se que a abordagem mais eficaz de desafios ambientais complexos possa ser alcançada por meio da combinação de modelagem matemática e simulação computacional. Essas ferramentas facilitam a análise e a experimentação de várias estratégias de sustentabilidade. Eles também ajudam a criar soluções criativas e viáveis que promovam o equilíbrio entre o progresso humano e a conservação ambiental.

A simulação também permite prever o estado futuro de um sistema baseando-se em seu comportamento atual e suposições sobre seu desenvolvimento ao longo do tempo (Freitas Filho, 2008). Assim, o uso de modelos simulados torna-se uma opção viável para tomar decisões estratégicas informadas, o que ajuda significativamente na análise e resolução de problemas complexos no mundo moderno.

Conclui-se que a Matemática não apenas atua como uma ferramenta de análise poderosa, mas também é incorporada de forma efetiva e utilizada em situações que buscam solucionar dilemas sustentáveis atuais. Essa abordagem interdisciplinar evidencia a capacidade da Matemática

em ser uma parceira essencial na busca por soluções criativas e sustentáveis para questões do cotidiano.

Para Leff:

A degradação ambiental, o risco de colapso ecológico e o avanço da desigualdade e da pobreza são sinais eloquentes da crise do mundo globalizado. A sustentabilidade é o signifi-  
cante de uma falha fundamental na história da humanidade; crise de civilização que alcança  
seu momento culminante na modernidade, mas cujas origens remetem à concepção do  
mundo que serve de base à civilização ocidental. A sustentabilidade é o tema do nosso tem-  
po, do final do século XX e da passagem para o terceiro milênio, da transposição da moder-  
nidade truncada e inacabada para uma pós-modernidade incerta, marcada pela diferença,  
pela diversidade, pela democracia e pela autonomia (LEFF, 2002, p.56)

A visão de Enrique Leff sobre a sustentabilidade como uma crise para a civilização pode ser relacionada com a Matemática de diferentes formas relevantes. A Matemática não apenas forne-  
ce instrumentos para analisar informações ambientais e econômicas que sustentam argumentos  
sobre a degradação do meio ambiente e a desigualdade, mas também desempenha um papel fun-  
damental na criação de modelos matemáticos elaborados que auxiliam na compreensão dos siste-  
mas naturais e sociais interligados. Esses modelos podem ser empregados para prever situações  
futuras de colapso ecológico, utilizando dados do passado e projeções matemáticas.

Ao incluir a Matemática na reflexão sobre sustentabilidade, é viável não só ampliar a com-  
preensão das dificuldades globais, mas também colaborar de maneira mais eficiente para encon-  
trar respostas sustentáveis e inclusivas para o porvir. O dilema que se apresenta é: de que forma  
a Educação Matemática pode estimular uma consciência mais ampla e criar soluções duradouras  
que enfrentem desafios importantes como a preservação dos recursos naturais?

## **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CONSCIÊNCIA SUSTENTÁVEL**

Os primeiros anos da formação escolar são essenciais para os estudantes, pois criam um  
alicerce fundamental que suporta toda a aprendizagem que virá. Especificamente na área de Ma-  
temática, nesses anos iniciais, é onde se aprimora a capacidade de pensar de forma lógica, uma  
habilidade importante que auxilia na construção de conhecimento em várias outras disciplinas ao  
longo da trajetória acadêmica.

Implementar recursos e práticas concretas de sustentabilidade em situações matemáticas  
pode ser extremamente valioso e eficaz para o desenvolvimento das crianças. Aqui estão algu-  
mas maneiras de inserir a Matemática nessas práticas: depois de ler um livro sobre construções  
sustentáveis, os estudantes podem desenhar e calcular áreas de telhados ou jardins verticais em  
diferentes formas; eles podem ser desafiados a elaborar um orçamento para adquirir sementes,  
ferramentas e materiais necessários para uma horta, calculando os custos totais e comparando os  
preços de diferentes fornecedores; também podem determinar a proporção de materiais recicláveis  
e não recicláveis e representar essas proporções por meio de gráficos circulares.

A fim de promover a conscientização da importância do cuidado com o meio ambiente e a  
conexão do ser humano com a natureza, é essencial incentivar as crianças desde cedo a explorar

e questionar o mundo ao seu redor, compartilhar descobertas, formular ideias, visualizar diferentes perspectivas, ter contato com diversas culturas e compreender seu lugar no ambiente natural que as cerca. (BRASIL, 1998).

No território brasileiro, estão em ação projetos educacionais bem-sucedidos que unem conceitos de sustentabilidade com a disciplina de matemática nos programas escolares. Uma ilustração disso é o projeto intitulado "Matemática e Sustentabilidade", o qual foi elaborado pela Universidade de São Paulo (USP) e, inclusive, em 2022, foi reconhecido como a instituição de ensino superior mais engajada com temas de sustentabilidade na América Latina, conforme o inovador QS Sustainability Ranking, divulgado hoje, em 26 de outubro, pela agência britânica Quacquarelli Symonds (QS).

O projeto em questão sugere a inserção de assuntos relacionados à sustentabilidade nos temas matemáticos lecionados nas escolas da rede pública. Seu intuito é não só estimular a conscientização ecológica entre os estudantes, como também aprimorar suas habilidades matemáticas para solucionar questões ambientais mais desafiadoras.

Diversas instituições de ensino, como a Rede Municipal de Ensino de São Paulo, têm desenvolvido iniciativas que abordam a sustentabilidade em suas metodologias educacionais. Essas propostas frequentemente englobam ações práticas, como a criação de hortas e projetos de reutilização, que estimulam os estudantes a aplicarem conceitos matemáticos de forma concreta, ao mesmo tempo em que aprendem sobre sustentabilidade.

Esses exemplos ilustram como a combinação entre matemática e sustentabilidade não apenas aprimora o conhecimento dos estudantes, mas também os capacita a se tornarem indivíduos atentos e envolvidos em temas ambientais urgentes para a preservação do nosso planeta.

De acordo com Indicadores da Qualidade na Educação Infantil,

espaços internos limpos, bem iluminados e arejados, com visão ampla do exterior, seguros e aconchegantes, revelam a importância conferida às múltiplas necessidades das crianças e dos adultos que com elas trabalham; espaços externos bem cuidados, com jardim e áreas para brincadeiras e jogos, indicam a atenção ao contato com a natureza e à necessidade das crianças de correr, pular, jogar bola, brincar com areia e água, entre outras atividades (BRASIL, 2009, p.50).

Dessa forma, é fundamental reconhecer que a interligação e comunicação entre os seres vivos e o ambiente são essenciais para garantir um planeta sustentável, onde a ecologia e a justiça social prevaleçam (PADILHA et al., 2011).

## **APLICAÇÕES PRÁTICAS DE HABILIDADES MATEMÁTICAS NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS AMBIENTAIS**

Conforme destacado por Lindim e colaboradores (2011), a utilização de modelagem matemática é fundamental para o manejo adequado dos recursos hídricos, possibilitando a identificação precisa de problemas relacionados à qualidade da água e a formulação de estratégias eficientes para sua resolução. Através da modelagem matemática, é viável antecipar cenários reais, iden-

tificando os elementos mais relevantes de um sistema e suas interações. Isso viabiliza a análise minuciosa das variações na presença de poluentes ao longo do espaço e do tempo, embasando-se em princípios de cinética de reações biológicas presentes no processo, como ressaltado por Nunes (2008).

Diante do aumento gradual da concentração de poluentes no ambiente, os modelos matemáticos tornam-se indispensáveis para a avaliação de critérios avançados de qualidade da água, incluindo aspectos como níveis de eutrofização e impactos de toxicidade (FAN et al., 2009).

Segundo Abe et al (2000), a eutrofização, um fenômeno crítico em lagos e reservatórios, resulta principalmente da maneira negligente como a sociedade lida com seus resíduos líquidos e práticas de uso do solo ultrapassadas. Este processo de enriquecimento excessivo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, estimula o crescimento descontrolado de algas microscópicas. Quando essas algas morrem e se decompõem, liberam cianotoxinas, extremamente nocivas à saúde humana e animal, além de causarem danos econômicos significativos, afetando hidroelétricas e atividades recreativas.

Para combater a eutrofização, é crucial compreender suas causas e estágios de evolução. Os modelos matemáticos são fundamentais para prever variações na concentração de poluentes ao longo do tempo e do espaço, permitindo a criação de táticas eficazes de gestão e mitigação. Isso envolve a determinação de parâmetros como o oxigênio dissolvido, o pH e a presença de toxinas, como cianotoxinas, usando técnicas estatísticas e simulações computacionais.

É imprescindível que a sociedade como um todo seja instruída sobre os efeitos da eutrofização na saúde pública, economia, meio ambiente e lazer, com o objetivo de reduzir o risco de poluição das águas superficiais por meio da eutrofização.

## **DESAFIOS AO INTEGRAR A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COM SUSTENTABILIDADE**

Integrar a educação matemática com a sustentabilidade enfrenta alguns desafios relevantes, como a complexidade dos conceitos, a falta de material didático adequado, a formação de professores e a abordagem fragmentada do currículo, por exemplo.

Dias (2003) afirma que trabalhar a temática de sustentabilidade nas escolas tem se mostrado um grande desafio, pois há grandes dificuldades nas atividades de sensibilização e formação, na implantação de atividades e projetos e, sobretudo, na manutenção e continuidade dos existentes.

Para Búrigo (2009), no que diz respeito à educação matemática, ao falar de problemas sociais, ela inclui os efeitos ambientais e permite que os alunos de fora da escola entendam que os reais problemas da sociedade muitas vezes vêm sem questionamentos. e ainda mais sem respostas prontas e que nesta abordagem a matemática perde as noções de ideal, universal e exato.

Acontece que o desafio desta abordagem é que ela requer uma compreensão profunda da matemática e das ciências ambientais por parte dos professores e dos próprios alunos. Incorporar a sustentabilidade nas questões sociais, incluindo os impactos ambientais, exige o reconhecimento

de que muitas vezes não existem respostas simples ou universais para problemas sociais reais.

Outro obstáculo é a falta de materiais didáticos específicos sobre o desenvolvimento sustentável. A inclusão de tópicos como preservação ambiental, administração de recursos naturais e mudanças climáticas requer recursos que não apenas informem, mas também envolvam os estudantes de maneira prática e reflexiva. De acordo com Ruiz (2021), os materiais didáticos têm um papel crucial no fornecimento de conteúdos estruturados e métodos adequados para explorar esses temas complexos de forma acessível e educativa. Sem materiais que abordem a sustentabilidade de uma forma integrada e atualizada, os educadores poderão ter dificuldades para transmitir o conhecimento correto e promover uma compreensão mais profunda das questões ambientais atuais.

A formação de professores de matemática para a educação ambiental enfrenta o desafio de integrar de forma efetiva conceitos ambientais complexos nas aulas de matemática. Segundo Silva (2010), apesar da relevância destacada da Educação Ambiental, é preciso criar recursos educacionais que permitam aos educadores integrar a matemática com as ciências ambientais de forma acessível e integrada.

Entretanto, é importante destacar que a fragmentação do conhecimento científico na escola tem consequências diretas para o ensino de matemática e educação ambiental. A divisão rígida entre as disciplinas dificulta a integração de temas complexos, como questões ambientais que envolvem matemática aplicada.

A fragmentação do conhecimento científico a ser ensinado manifesta-se na separação das disciplinas na escola, e tem sido danosa para a educação. Até mesmo no contexto de uma dada disciplina, o conhecimento é separado em diversos conteúdos relativamente estanques, que são apresentados de maneira desvinculada e desconexa. O resultado da fragmentação do conhecimento a ser ensinado é a perda de sentido, que se manifesta nos alunos como repúdio a determinadas disciplinas, demonstrando que eles não conseguem perceber as semelhanças e relações entre as diferentes áreas do conhecimento (GERHARD E ROCHA FILHO, 2012).

Dessa forma, superar tais obstáculos requer um esforço conjunto entre educadores, formuladores de políticas educacionais, pesquisadores e comunidades escolares para criar abordagens inovadoras, recursos educacionais adequados e suporte constante para professores e estudantes. A integração bem-sucedida da educação matemática com a sustentabilidade pode enriquecer significativamente o aprendizado dos estudantes e prepara-los para enfrentar os desafios ambientais do século XXI de forma mais atenta e consciente.

Oportunidades na educação matemática voltada para a sustentabilidade.

Ao relacionar conceitos matemáticos com questões ambientais cruciais, os educadores não apenas enriquecem o aprendizado dos estudantes, mas também os capacitam a compreender e lidar com os desafios complexos do mundo atual.

A matemática pode ser integrada a outras disciplinas para lidar com questões ambientais complexas. "A interdisciplinaridade implica uma reorganização do processo de ensino/aprendizagem e requer um trabalho contínuo de cooperação dos professores envolvidos" (POMBO, 1993a, p.13)

A associação entre a sustentabilidade e a matemática pode educar os estudantes acerca

de questões ambientais urgentes, incentivando-os a adotar atitudes sustentáveis e a se tornarem cidadãos mais responsáveis.

Aprender novas técnicas de ensino que incorporem a sustentabilidade pode estimular a criação de inovações educacionais. Isso inclui o emprego de tecnologias digitais, simulações computacionais e técnicas de aprendizagem ativa que conectam a teoria matemática com aplicações ambientais. A inovação na educação está ligada à introdução de novas abordagens, métodos, tecnologias e práticas que visam melhorar a qualidade do ensino, promover a aprendizagem significativa e preparar os estudantes para os desafios do século XXI (FERREIRA, 2023) "A inovação não se limita à utilização de tecnologia, mas sim à melhoria de produtos, serviços e processos" (GMEINER, 2024) Além disso: "Durante a grande demanda e o grande desejo de ver melhorias, nem sempre é na classe que a inovação acontece" (GMEINER, 2024)

Além disso, este artigo salienta que, em muitos casos, a busca por inovações pode resultar na adoção de práticas conservadoras disfarçadas de novidade, o que acaba por manter políticas e abordagens educacionais que não são realmente transformadoras. Ademais, a discrepância entre a inovação e as teorias de mudança educacional pode limitar seu impacto, tornando-a mais uma moda passageira do que uma abordagem fundamentada em resultados sustentáveis e significativos para todos os estudantes. É o que afirma Messina:

A inovação foi assumida como fim em si mesma e como solução para problemas educacionais estruturais e complexos. Como decorrência, em nome da inovação, têm-se legitimado propostas conservadoras, homogeneizado políticas e práticas e promovido a repetição de propostas que não consideraram a diversidade dos contextos sociais e culturais. Além disso, a categoria inovação foi tratada como algo a parte das teorias sobre a mudança educacional (MESSINA, 2001, p.78).

Esta observação sugere que a inovação educacional deve ser mais do que uma mudança superficial ou uma tendência temporária. Ela deve ser cuidadosamente integrada com teorias robustas de mudança educacional, levando em conta as realidades e necessidades locais, para que promova realmente melhorias educacionais significativas e equitativas. Ademais, a incorporação de princípios de sustentabilidade nas inovações educacionais é crucial. Isso não só prepara os estudantes para enfrentar os desafios ambientais do futuro, mas também estimula a consciência ecológica e a responsabilidade social, o que é crucial para a construção de um desenvolvimento sustentável a longo prazo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante relembrar os benefícios relevantes de integrar a matemática à educação para a sustentabilidade. Ao combinar conceitos matemáticos com questões ambientais complexas, os estudantes não apenas aprimoram suas habilidades práticas em modelagem e análise de dados, mas também aprimoram habilidades críticas como pensamento sistêmico, solução de problemas e colaboração entre disciplinas. Essa abordagem não apenas prepara os estudantes para lidar com desafios globais em ascensão, mas também os capacita a se tornar agentes ativos de mudanças positivas em suas comunidades e no mundo.

Quanto à problemática dessa pesquisa: Como podemos, então, preparar os indivíduos para lidar de forma efetiva com esses problemas ambientais? Compreende-se que, para preparar indivíduos para lidar com os desafios ambientais, é crucial introduzir princípios de sustentabilidade em todos os níveis educacionais. Isso implica em adotar uma abordagem interdisciplinar que conecte matemática, ciências e humanidades, aprimorando capacidades analíticas e práticas. Experiências práticas, como projetos de sustentabilidade e envolvimento comunitário, são fundamentais para aplicar o conhecimento teórico na solução de problemas reais. Além disso, incentivar a conscientização ambiental e incentivar o envolvimento ativo dos alunos como agentes de mudança são fundamentais para cultivar um comportamento sustentável e responsável na sociedade.

O propósito deste artigo é enfatizar a importância dos princípios matemáticos na compreensão e solução de problemas ambientais complexos no contexto da educação para a sustentabilidade. A conclusão desse objetivo enfatiza que a matemática na educação para a sustentabilidade não é apenas uma questão de aplicação técnica de conceitos matemáticos a problemas ambientais, mas também uma forma de desenvolver uma consciência crítica e uma compreensão profunda dos desafios ambientais globais. Ao usar métodos matemáticos para modelar, analisar e resolver problemas ambientais complexos, os estudantes não somente aprendem técnicas, mas também são capacitados a se tornarem agentes de mudança informados e responsáveis em suas comunidades e na sociedade como um todo.

Portanto, é crucial fazer uma chamada para agir tanto para instituições de ensino quanto para os formuladores de políticas. É imperativo que as escolas revisem seus currículos para incorporar de forma mais robusta e integrada temas de sustentabilidade, usando a matemática como uma ferramenta poderosa para explorar e resolver problemas ambientais. Adicionalmente, é necessário criar ou adaptar políticas educacionais para apoiar essa integração, fornecendo recursos adequados, capacitando docentes constantemente e incentivando colaborações colaborativas entre instituições de ensino, comunidades e órgãos governamentais.

## REFERÊNCIAS

ABE, D.S. et al. (2000). **O processo de eutrofização artificial na Represa do Lobo (Itirapina-SP): condições atuais e perspectivas futuras**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL REPRESA DO LOBO-BROA – 30 ANOS, São Carlos, 2000. Resumos... São Carlos, IIE/CRHEA-USP/PPG-ERN-DEBE-UFSCar/IEA-USP, 26p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BÚRIGO, R. **Integração entre educação matemática e educação ambiental: Uma proposição no contexto da gestão do conhecimento.** Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

BURSZTYN, M. **Ciência, ética e sustentabilidade.** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.

COSTA, A. C. **Matemática e ações sustentáveis: possibilidades e contribuições.** Disponível em <https://www.gov.br/mast/pt-br/assuntos/noticias/2023/junho/matematica-e-acoes-sustentaveis-possibilidades-e-contribuicoes>. Acesso jun. 2024.

DIAS, G. F. **Educação ambiental, princípios e práticas.** São Paulo: Gaia Ltda, 2003.

FAN, C.; KO, C.; WANG, W. **An innovative modeling approach using Qual2K and HECRAS integration to assess the impact of tidal effect on River Water quality simulation.** Journal of Environmental Management, v.90, n.5, p.1824-1832, 2009.

FERREIRA, M. et al. **Promoting Sustainable Social Emotional Learning at School through Relationship-Centered Learning Environment, Teaching Methods and Formative Assessment.** Journal of Teacher Education for Sustainability, v. 22, n. 1, p. 21-36, 2020.

FERREIRA, F. **Como promover a inovação na educação?** Disponível em <https://www.proesc.com/blog/inovacao-na-educacao>. Acesso jun. de 2024.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas.** 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GMEINER, L. **Quando a educação encontra a inovação.** Disponível em <https://fastcompanybrasil.com/impacto/quando-a-educacao-encontra-a-inovacao/>. Acesso jun. 2024.

GERHARD, A.C.; Rocha Filho, J.B. **A Fragmentação dos Saberes na Educação Científica Escolar na Percepção de Professores de uma Escola de Ensino Médio**. Investigações em Ensino de Ciências – V17(1), pp. 125-145, 2012.

GRIZIOTI, M.; KYNIGOS, C. **Children as players, modders, and creators of simulation games: A design for making sense of complex real-world problems**. Interaction Design and Children, 2021.

GUITARRARA, P. **Principais problemas ambientais**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasil-escola.uol.com.br/geografia/principais-problemas-ambientais.html>. Acesso 02 jun. 2024.

IUCN. **Education for sustainability: a practical guide to preparing national strategies**. Gland: IUCN, 1993.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade racionalidade, complexidade, poder**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

LINDIM, C.; PINHO, J. L.; VIEIRA, J. M. P. **Analysis of spatial and temporal patterns in a large reservoir using water quality and hydrodynamic modeling**. Ecological Modelling, v.222, n.14, p. 2485-2494, 2011.

NASCIMENTO, R.L. ET AL. **Estudo de modelagem e simulação de uma fila em uma empresa salinera**. XXXIV ENEGEP, 2014.

NETO, H. G.; OLIVEIRA, J. B.; ANDRADE, C. R. F. **Modelagem e simulação computacional em uma empresa de confecção de roupas: um estudo sobre o desempenho de um processo produtivo**. XXXIV ENEGEP, 2014.

PADILHA, P. R. et al. (Org.). **Educação para a cidadania planetária: currículo inter-transdisciplinar em Osasco**. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 251 p, 2011.

POMBO, O. **O Conceito de Interdisciplinaridade e Conceitos Afins**. IN: POMBO, O.; GUIMARÃES, H. M.; LEVY, T. A Interdisciplinaridade: reflexão e experiência. Lisboa: Texto Editora, 1993a.

ROSSONI, L. **Modelagem e Simulação Soft em Estratégia**. Revista Produção on-line, v.6, n. 2, 2006. <<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v6i2.291>>.

RUIZ, L. **A importância dos materiais didáticos na educação**. Disponível em <<https://profeduca.com.br/a-importancia-dos-materiais-didaticos/>>. Acesso jun. 2024.

SILVA, M. R. F. **Ciência, natureza e sociedade: diálogo entre saberes**. São Paulo: Livraria da física, 2010.