

O Método Científico e a Compreensão das Variáveis Ambientais no Contexto Educacional: Uma Revisão

The scientific method and understanding environmental variables in the educational context: a review

Henrique Nicolau Grillaud Maranholi¹

Flávia Maria de Moura Santos²

RESUMO: A compreensão dos sistemas climáticos urbanos e a educação ambiental são cruciais para um futuro sustentável. A modelagem climática e os jogos escolares surgem como ferramentas promissoras para o ensino de ciências ambientais. O objetivo deste estudo é desenvolver uma discussão acerca da integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares como procedimento científico e possível abordagem interdisciplinar para o ensino de ciências ambientais. Foram selecionados estudos recentes que abordam a modelagem climática, jogos escolares e ensino de ciências, utilizando bases de dados. Os estudos revisados demonstram que a combinação dessas ferramentas promove a compreensão dos sistemas climáticos urbanos, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, e estimula a consciência ambiental. A integração da modelagem e jogos representa uma estratégia promissora, permitindo a aplicação prática de conceitos teóricos e a tomada de decisões informadas. Pesquisas futuras devem explorar o potencial dessa abordagem em diferentes contextos e desenvolver novos recursos para enriquecer a aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem de sistemas climáticos urbanos, Jogos escolares, Ensino de ciências ambientais, Aprendizagem interdisciplinar.

ABSTRACT: Understanding urban climate systems and environmental education are crucial for a sustainable future. Climate modeling and school games emerge as promising tools for teaching environmental sciences. The objective of this study is to develop a discussion about the integration of modeling urban climate systems and school games as a scientific procedure and possible interdisciplinary approach to teaching environmental sciences. Recent studies were selected that

¹ Doutorando em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professor do quadro efetivo da Secretaria de Educação de Mato Grosso SEDUC/MT, na disciplina de Geografia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6454-8196>. E-mail: henrique.maranholi@sou.ufmt.br

² Doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professora Associado II do quadro efetivo, lotada no Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6009-6185>. E-mail: flavia_mms@hotmail.com

address climate modeling, school games and science teaching, using databases. The studies reviewed demonstrate that the combination of these tools promotes understanding of urban climate systems, the development of problem-solving and critical thinking skills, and stimulates environmental awareness. The integration of modeling and games represents a promising strategy, allowing the practical application of theoretical concepts and informed decision-making. Future research should explore the potential of this approach in different contexts and develop new resources to enrich learning.

KEYWORDS: Urban climate systems modeling, Educational games, Environmental science education, Interdisciplinary learning.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos sistemas climáticos urbanos é fundamental para enfrentar os desafios ambientais enfrentados pelas cidades modernas e promover um desenvolvimento urbano sustentável. Ao mesmo tempo, a educação ambiental e a aprendizagem interdisciplinar são cruciais para capacitar os alunos a se tornarem cidadãos conscientes e engajados com a sustentabilidade urbana. Nesse contexto, a integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares surge como uma abordagem promissora para enriquecer o ensino de ciências ambientais.

A modelagem de sistemas climáticos urbanos oferece uma oportunidade única para os alunos explorarem a complexidade e as interações dos elementos climáticos em um ambiente urbano. Essa abordagem permite que eles investiguem como a geometria da cidade, o uso do solo, a vegetação e outros fatores influenciam a formação de ilhas de calor, os padrões de vento e a qualidade do ar nas áreas urbanas. Ao simular diferentes cenários e experimentar variáveis climáticas, os alunos podem desenvolver uma compreensão mais aprofundada das mudanças climáticas e dos impactos locais.

Por outro lado, os jogos escolares têm o potencial de engajar os alunos de forma ativa e lúdica, promovendo a aprendizagem significativa e a motivação intrínseca. Ao combinar a modelagem de sistemas climáticos urbanos com jogos educacionais, é possível criar experiências de aprendizagem envolventes e contextualizadas. Os jogos podem permitir que os alunos apliquem seus conhecimentos em situações práticas, tomem decisões e enfrentem desafios relacionados à sustentabilidade urbana.

Considerando a relevância desta discussão, emerge a seguinte indagação: de que forma essa modelagem pode ser efetivamente incorporada ao ensino de ciências ambientais, adotando

Revista Interdisciplinar

uma abordagem interdisciplinar que fomente a compreensão dos sistemas climáticos, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a conscientização ambiental?

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo explorar a integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares como procedimento científico e possível abordagem interdisciplinar para o ensino de ciências ambientais. Serão analisados estudos e pesquisas recentes que abordam a eficácia dessa abordagem no desenvolvimento de competências científicas, habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e consciência ambiental dos alunos.

Através dessa revisão, busca-se identificar as melhores práticas, estratégias de implementação e desafios enfrentados na integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares. Neste artigo, discutiremos a importância do método científico no ensino de ciências ambientais e climatologia, apresentando exemplos de pesquisas e práticas pedagógicas que utilizam essa abordagem para promover a compreensão das variáveis ambientais e a construção de soluções para os desafios climáticos. Analisaremos como o método científico pode ser aplicado em diferentes contextos educacionais.

2. MODELAGEM DE SISTEMAS CLIMÁTICOS URBANOS

Na ciência das mudanças climáticas, os modelos têm uma dupla função: não apenas prever os climas futuros, mas também atribuir as causas das mudanças climáticas no passado. Através da utilização de modelos que simulam cenários em que os efeitos antropogênicos na atmosfera são excluídos, os cientistas conseguem discernir as consequências das emissões dos gases de efeito estufa da variabilidade natural do clima. Essa abordagem permite uma análise mais precisa e detalhada das influências humanas no sistema climático e contribui para uma melhor compreensão das mudanças ocorridas ao longo do tempo (Miguel e Monteiro, 2014).

Ao utilizar modelos climáticos, os cientistas podem criar simulações que representam as condições atmosféricas e ambientais em diferentes períodos do passado, estimando como o clima teria se comportado sem as atividades humanas que têm impulsionado o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Comparando essas simulações com observações reais, os cientistas podem identificar a contribuição específica das atividades humanas para o aquecimento global e outras alterações climáticas.

Revista Interdisciplinar

Essa capacidade de atribuir causas às mudanças climáticas é crucial para informar políticas de mitigação e adaptação. Ao compreender as fontes das mudanças climáticas, os governos e a comunidade internacional podem tomar decisões embasadas em evidências científicas, buscando reduzir as emissões de gases de efeito estufa e tomar medidas para enfrentar os impactos já observados e futuros das mudanças climáticas.

Dessa forma, os modelos climáticos desempenham um papel essencial na ciência das mudanças climáticas, permitindo uma análise abrangente e rigorosa das causas e consequências do aquecimento global. Ao avançar em nosso conhecimento sobre o clima passado e futuro, esses modelos contribuem para o desenvolvimento de estratégias eficazes para enfrentar um dos maiores desafios do nosso tempo: a crise climática (Tian-Jun *et al.*, 2021).

A modelagem de sistemas climáticos urbanos é uma abordagem que permite compreender e simular o comportamento do clima em ambientes urbanos complexos, considerando as interações entre elementos climáticos e fatores urbanos. Estudos recentes têm demonstrado a importância dessa abordagem para o planejamento urbano sustentável e a mitigação dos impactos ambientais.

Um exemplo relevante é o estudo de Inouye *et al.* (2015), o estudo discute a dinâmica espacial do uso do solo e crescimento urbano no litoral norte de São Paulo, usando modelagem baseada em celulares autômatos CA³ e simulações *EGO Dynamic*⁴. Os resultados desses estudos indicam que a modelagem numérica pode ser uma ferramenta eficaz para avaliar o impacto de diferentes fatores, como o uso do solo, a cobertura vegetal e o design urbano, nas condições térmicas em áreas urbanas. No entanto, é importante notar que a eficácia da modelagem depende da qualidade dos dados de entrada e da precisão dos modelos utilizados.

Outro estudo de interesse é o de Santos, Varejão e Silva (2011), que utiliza a modelagem para analisar o impacto da ampliação de uma avenida na qualidade do ar de seu entorno e prever as consequências do aumento populacional e da poluição atmosférica. A partir do estudo, é possível

³ Autômato celular (CA), é um modelo discreto de computação estudado na teoria dos autômatos. Autômatos celulares também são chamados de espaços celulares, autômatos de mosaico, estruturas homogêneas, estruturas celulares, estruturas de mosaico e arranjos iterativos.

⁴ Constitui-se como uma plataforma gratuita e avançada para modelagem ambiental, capaz de criar desde modelos espaciais estáticos simples até complexas simulações dinâmicas com iterações aninhadas, multitransições, feedbacks e algoritmos espaciais.

Revista Interdisciplinar

apreender a importância da configuração urbana e da distribuição na melhoria da ventilação e na redução da concentração de poluentes atmosféricos.

Esses estudos reforçam a importância da configuração urbana e da distribuição espacial na melhoria da ventilação e na redução da concentração de poluentes atmosféricos. A modelagem de sistemas climáticos urbanos permite considerar as interações complexas entre elementos climáticos e fatores urbanos, fornecendo informações valiosas para a tomada de decisões informadas no planejamento e projeto urbano (Teixeira, Porangaba e Amorim, 2019).

Este procedimento desempenha um papel crucial na compreensão dos processos climáticos nas áreas urbanas e no planejamento de cidades mais sustentáveis, por exemplo. Através dessa abordagem, é possível avaliar os impactos das mudanças ambientais, desenvolver estratégias de adaptação e mitigação e promover um ambiente urbano mais saudável e resiliente. A modelagem oferece uma ferramenta valiosa para os profissionais envolvidos no planejamento urbano, permitindo uma abordagem baseada em evidências para a tomada de decisões relacionadas ao clima e à sustentabilidade urbana.

3. O ENSINO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E A CLIMATOLOGIA: PERCEPÇÕES E CONSTRUÇÃO CIENTÍFICA

A observação sensível do tempo atmosférico pode ser utilizada no ensino de geografia, física, biologia e áreas afins para analisar o tempo atmosférico conforme nossas sensações corpóreas e observações sensíveis. Isso permite ao professor estimular o educando a relacioná-las com os dados coletados pelas estações climatológicas e meteorológicas, que frequentemente são divulgados na mídia. Dessa forma, os alunos podem compreender melhor a dinâmica atmosférica e valorizar os profissionais que trabalham com a leitura dos dados e registro nas estações climatológicas, além de desenvolver a cidadania. Na perspectiva de como o tempo e o clima estão presentes em nosso cotidiano (Ayoade, 2004) descreve que:

O estudo do tempo e do clima ocupa posição central e importante no amplo campo da ciência ambiental. Os processos atmosféricos influenciam em todas as partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera. Do mesmo modo, os processos e as outras partes do ambiente não podem ser ignorados pelo estudante do tempo e do clima. Os quatro domínios globais - a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera - não se superpõem uns aos outros, mas continuamente permutam matéria e energia entre si. O clima influencia as plantas, os animais (incluindo o homem) e o solo. Ele influencia as rochas através do intemperismo, enquanto as forças externas que

modelam a superfície da Terra são basicamente controladas pelas condições climáticas (Ayoade, 2004, p. 20).

O ensino de ciências ambientais e climatologia deve ser abordado de forma interdisciplinar, conectando conhecimentos. Além disso, é importante que o ensino seja pautado em metodologias ativas e práticas, que envolvam os alunos em atividades de observação, experimentação, análise de dados e resolução de problemas reais.

A utilização de tecnologias e recursos educacionais, como simulações computacionais, softwares de modelagem climática e jogos educativos, pode enriquecer o ensino e proporcionar uma experiência mais imersiva e dinâmica para os alunos. Essas abordagens permitem que os estudantes explorem cenários e interações complexas do sistema climático, compreendendo melhor as causas e consequências das mudanças climáticas.

O principal recurso didático para o aprendizado desta temática, está disponível no próprio ambiente, que todos os dias se torna um laboratório para o ensino-aprendizagem dos conceitos de tempo atmosférico e clima [...] com a exploração do ambiente, faz-se necessário o registro das informações coletadas, a análise da mesma, a comparação com os dados coletados nas estações climatológicas e assimilam um pouco de suas sensações através destas correlações. Ou seja, existe relação entre os dados registrados e divulgados pelas estações climatológicas e meteorológicas, as sensações corpóreas de frio, calor e; os conceitos de temperatura alta, temperatura baixa, entre outros (Junior, Malysz e Lopes, 2016, p. 348).

Os desafios ambientais que enfrentamos atualmente exigem a formação de uma nova geração de cidadãos conscientes e responsáveis, que possam tomar decisões informadas e contribuir para a preservação e recuperação do meio ambiente. Neste sentido, discussões acerca das ciências ambientais e climatologia desempenham um papel fundamental na educação para a capacitação de alunos com conhecimentos e habilidades essenciais para enfrentar os desafios do século XXI e promover um futuro mais sustentável e resiliente.

4. JOGOS ESCOLARES NO ENSINO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS, COM ÊNFASE EM CLIMATOLOGIA

Os jogos escolares têm sido amplamente explorados como uma estratégia educacional para promover a aprendizagem de ciências ambientais de forma lúdica e engajadora. Estudos recentes têm investigado o uso de jogos como ferramentas de ensino, avaliação e sensibilização ambiental (Santos, 2023). Os jogos digitais podem ser desenvolvidos pelos próprios alunos, sob orientação do professor de disciplinas voltadas para discussões ambientais. A utilização de jogos

Revista Interdisciplinar

digitais como recurso didático para a Educação Ambiental pode ser feita de diversas formas e com objetivos diferentes, como por exemplo, por meio de quizzes com questões ambientais. A ideia é que os jogos sejam utilizados como um recurso complementar e auxiliar no processo de ensino, proporcionando uma aprendizagem cativante e lúdica.

Diante dos problemas ambientais, que tomam proporções cada vez mais graves, a Necessidade do investimento na Educação Ambiental cresce na mesma medida. Os impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas e os hábitos da sociedade, vem sendo pauta para discussões nas escolas há anos, sendo incluídos na educação do estudante. Assim, a utilização de jogos digitais como componente na Educação Ambiental, ao se adequar ao estilo de vida da grande maioria dos jovens, trazendo o espaço virtual e implementando-o na sala de aula, tem a tendência de prender mais facilmente a atenção e conseguir o interesse dos alunos (Santos, 2023, p. 230).

Um estudo interessante foi feito por (França e Da Silva, 2019), em que apresentam uma visão geral dos softwares educacionais feitos com Realidade Virtual Aumentada. De acordo com os autores, todas as regiões do Brasil possuem laboratórios e pesquisadores que se dedicam a RVA, com experimentos voltados para diversas áreas, indo do ensino básico ao superior, perpassando pelas indústrias, áreas do entretenimento e outras.

Outro estudo de destaque é o de (Zezzo, Oliveira e Coltri, 2020), que investiga o uso de jogos digitais para promover a aprendizagem sobre mudanças climáticas. Os resultados mostram que os jogos podem facilitar a compreensão dos alunos sobre os impactos das mudanças climáticas e estimular seu envolvimento em ações para mitigar esses impactos.

A integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares apresenta um potencial promissor para enriquecer o ensino de ciências ambientais. Essa abordagem interdisciplinar permite que os alunos experimentem a dinâmica dos sistemas climáticos urbanos de forma prática e envolvente, promovendo uma compreensão mais profunda dos desafios e soluções relacionados questões atuais de grande relevância.

[...] o jogo oportuniza a divulgação do conhecimento científico à comunidade e seu envolvimento, difundindo as temáticas tratadas, como Climatologia, Geografia e Geociências. A divulgação do conhecimento influencia também nos cuidados que os jovens e demais usuários do jogo passam a ter com o meio ambiente e como se portam em sociedade (Zezzo, Oliveira e Coltri, 2020, p. 7).

Revista Interdisciplinar

Nesta linha de raciocínio, se faz importante a alfabetização científica⁵, uma vez que esta pode contribuir para uma discussão comprometida sobre o clima e suas mudanças. Além disso, a climatologia é uma oportunidade para desenvolver a própria ciência, o que é fundamental para capacitar os estudantes a interpretar e transformar o mundo com base em conhecimentos concretos. Por fim, esta é uma ferramenta importante para tornar os estudantes questionadores e racionais, capazes de viver e intervir na sociedade de maneira responsável (Zezzo, Oliveira e Coltri, 2020).

5. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Critérios de elegibilidade

Foram selecionados estudos com base nos seguintes critérios de inclusão: (a) utilização de procedimentos sólidos de pesquisa em climatologia; (b) utilização de modelagem e/ou representação; (c) Regionalismo ou similaridade com o clima da Cidade de Cuiabá; (d) Desempenho da pesquisa – foram analisados os resultados dos artigos acerca de se o procedimento utilizado obteve êxito. Ainda como critérios foram especificados o período de publicação dos artigos – 2014 a 2024 – e artigos publicados em inglês ou português. Além disso, somente foram considerados para a seleção aqueles artigos que estivessem disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES ou na Internet de forma gratuita.

Fontes De Informação e Busca

As buscas foram feitas prioritariamente nas bases de dados SciELO e Web of Science. Na base de dados Web of Science, a busca foi feita na aba de pesquisa básica, preenchendo o espaço destinado para busca de palavras-chave e escolhendo o campo “Tópico”, o qual faz buscas nas seguintes seções de um texto: título, resumo, palavras-chave do autor e palavras adicionais (tradução livre do termo original em inglês Keywords Plus). Foram utilizados três desses espaços visto que, para o presente estudo, três palavras-chave foram escolhidas, combinadas e agrupadas

⁵ Alfabetização Científica (AC), é um conceito contemporâneo, que reflete o pensamento crítico das pessoas em relação ao entendimento sobre o domínio básico das ciências e sua utilização. Teve início na década de 1950, com a publicação do livro “Science Literacy: Its Meaning for American Schools”, do professor Paul Hurd.

Revista Interdisciplinar

por meio do operador booleano AND (Tabela 1). Para criar os outros espaços de busca, clicava-se em “+ Adicionar linha”.

Para a base de dados SciELO, foi utilizada a plataforma scielo.org com acesso pelo Portal de Periódicos da CAPES, acima citado. Nesta base de dados, a busca foi feita na opção “Pesquisa avançada” preenchendo o espaço destinado para busca de palavras-chave e escolhendo o campo “Todos os índices”, que faz busca das seguintes informações: título, resumo, periódico, financiador, autor e ano de publicação. As mesmas combinações de palavras-chave utilizadas na busca feita na Web of Science foram utilizadas na SciELO. Também foi utilizado o operador booleano AND, e, para criar os outros espaços de busca, clicava-se em “Adicionar outro campo +”. Para ambas as bases de dados, as palavras-chave poderiam ocorrer no título, no resumo e/ou no corpo do texto.

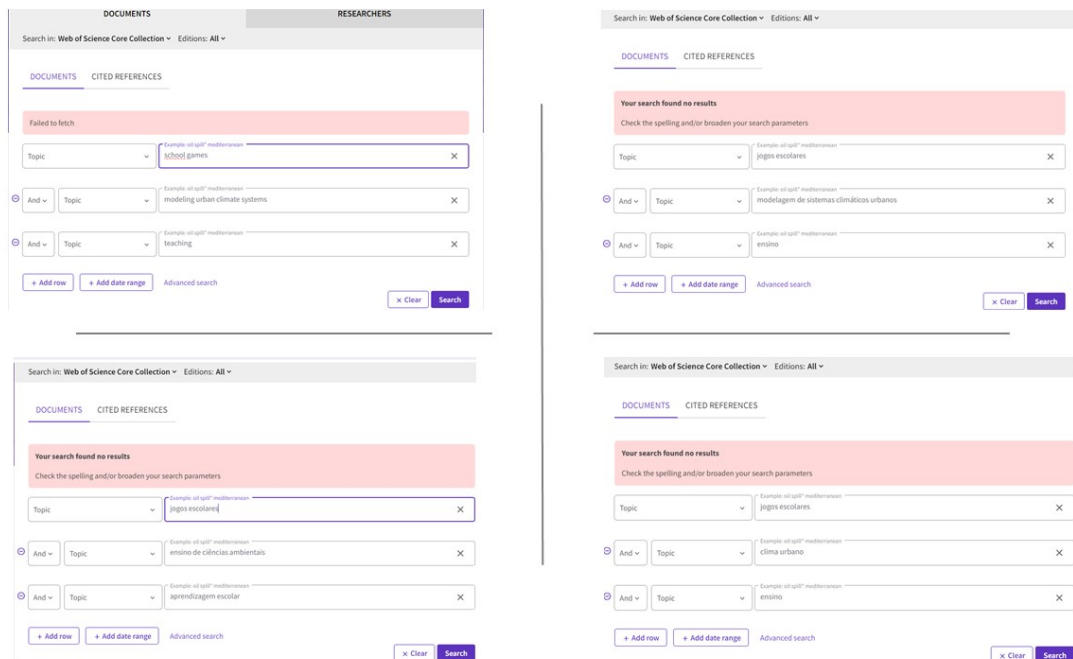
Tabela 1 - Combinações das Palavras-Chave Utilizadas nas Bases de Dados Web of Science e SciELO

1	“school games” AND	“modeling urban climate systems” AND	“teaching”
2	“school games” AND	“environmental science teaching” AND	“school learning”
3	“school games” AND	“urban climate” AND	“teaching”
4	“jogos escolares” AND	“modelagem de sistemas climáticos urbanos” AND	“ensino”
5	“jogos escolares” AND	“ensino de ciências ambientais” AND	“aprendizagem” “escolar”
6	“jogos escolares” AND	“clima urbano” AND	“ensino”

Fonte: Pesquisa direta

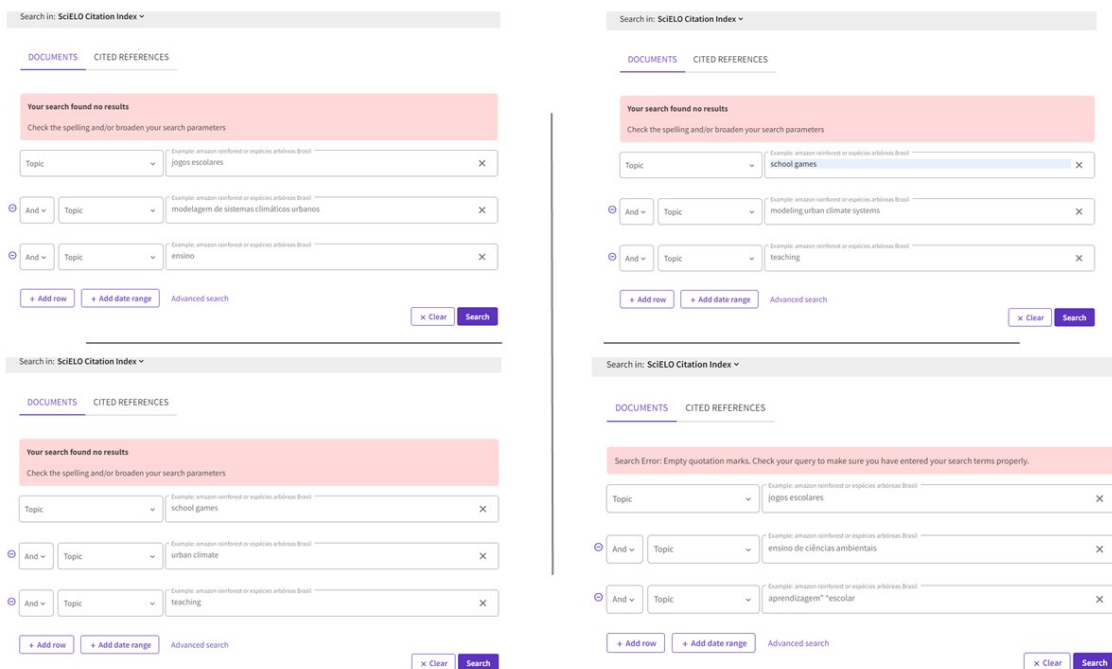
Entretanto, as pesquisas 1, 4, 5 e 6 não retornaram resultados tanto na base de dados da plataforma Web of Science (fig. 1), quanto na base de dados da plataforma Scielo (Fig. 2). Para a plataforma Web of Science, a pesquisa 2 retornou 16 artigos e a pesquisa 3 retornou 2 artigos. Para a plataforma Scielo, a pesquisa 2 retornou 2 artigos e a pesquisa 3 retornou 1 artigo. Desta forma, foi necessário buscar artigos publicados em revistas brasileiras por meio da plataforma Google Scholar, onde foram utilizadas as mesmas palavras-chave.

Figura 1 - Resultados para as pesquisas 1, 4, 5 e 6 na plataforma Web of Science



Fonte: Pesquisa direta

Figura 2 - Resultados para as pesquisas 1, 4, 5 e 6 na plataforma SciELO



Fonte: Pesquisa direta

Além dos textos retornados das plataformas pesquisadas, foram selecionadas 3 pesquisas que desenvolveram práticas para análise e discussão nesta revisão.

6. DISCUSSÕES

Os estudos revisados evidenciam que a integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares permite aos alunos relacionar conceitos teóricos complexos com situações práticas do ambiente urbano (Tabela 2). Isso promove uma compreensão mais profunda dos sistemas climáticos urbanos e dos desafios da sustentabilidade urbana.

Tabela 2 - Caracterização geral dos estudos da revisão de literatura, com Periódico, identificação dos autores, Ano da publicação e Título do trabalho

N	Autores	Ano de publicação	Título do artigo
1	Helder de Lucena Pereira, Adriano Lima da Silva, Tatiane Maria do Nascimento, Victor Leoni Cardoso Saraiva, Gilberlândio Nunes da Silva	2024	Entrelaçando saberes: Investigando a interrelação entre indivíduo e meio ambiente no ensino de química
2	Rogério Pires Santos	2023	Gamificação como componente na educação ambiental: desenvolvimento e aplicação a partir da plataforma Genially©.
3	Carolina Bastos Marques Lopes, Francisco Dourado, Lucio Silva de Souza	2023	Mapeamento do perigo de inundação em bacia urbana com poucos dados hidrológicos.
4	Hung-Tai Tsou, Mukti Trio Putra	2023	How gamification elements benefit brand love: the moderating effect of immersion.
5	Bruna Costa de Souza e Juarez Melgaço Valadares	2022	O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos.
6	Rafaela Bruno Ichiba e Taitiany Kárita Bonzanini	2022	Aprendendo vermicompostagem: o uso de jogos digitais na educação infantil.
7	Umema Zafar, Madiha Khattak, Hamna Zafar, Huma Rehman.	2022	Let's Play Games: A Comparison of Case-Based Learning Approach With Gamification Technique.
8	Larissa Vieira Zizzo, Jessica Patrícia de Oliveira, Priscila Pereira Coltri	2021	Alfabetização científica e Climatologia: proposta de um livro a partir dos princípios do Desenho Universal de Aprendizagem (DUA).

Revista Interdisciplinar

9	Jéssica Patricia Oliveira, Larissa Vieira Zezzo, Priscila Pereira Coltri	2020	Clima em jogo: uma ferramenta pedagógica para aprendizagem de conceitos em Geociências, com ênfase na Climatologia.
10	José Eugenio Rodríguez Fernández, Vânia Pereira, Isabel Condessa, Beatriz Pereira	2020	Avaliação de um programa de intervenção em escolas: aprender através do jogo.
11	Luiz Gustavo Franco, Danusa Munford	2020	O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula.
12	Rhonan M. de Sousa, Marcelo R. Viola, Sin C. Chou, Marcos V. G. Alves, Junior C. Avanzi	2019	Projeções climáticas regionalizadas para o estado do Tocantins, Brasil, nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.
13	Carlos R. França, Tatiana da Silva	2019	A Realidade Virtual e Aumentada e o Ensino de Ciências.
14	Can Bülent Karakuş	2019	<i>The Impact of Land Use/Land Cover (LULC) Changes on Land Surface Temperature in Sivas City Center and Its Surroundings and Assessment of Urban Heat Island.</i>
15	Danielle C. F. Teixeira, Gislene F. O. Porangaba, Margarete C. de C. T. Amorim	2019	Representação de ilhas de calor por modelagem espacial em cidades de pequeno porte do oeste paulista.
16	Nathan F. da S. Caldana, Paulo H. Caramori, Angela B. F. da Costa, Glauco M. F. da Silva	2019	Ocorrência, frequência e danos das precipitações de granizo na região metropolitana de Curitiba.
17	Myenne M. A. Tsutsumi, Paulo R. K. Goulart, Mauro D. S. Júnior, Verônica B. Haydu, Érika L. de O. Jimenez	2019	Avaliação de jogos educativos no ensino de conteúdos acadêmicos: uma revisão sistemática da literatura.
18	Janilci Serra Silva, Richarde Marques da Silva, Celso Augusto Guimarães Santos	2018	<i>Spatiotemporal impact of land use/land cover changes on urban heat islands: A case study of Paço do Lumiar, Brazil.</i>
19	Nadia Cristina Valentini, Licia Pierosan, Mary E. Rudisill, Peter A. Hastie	2017	<i>Mastery and exercise play interventions: motor skill development and verbal recall of children with and without disabilities.</i>

Revista Interdisciplinar

20	Angélica Ramos da Luz, Daniela Brusamarelo, Dilene Gomes de Miranda, Luciene Lima de Assis Pires	2016	Perspectivas no Âmbito Científico, Tecnológico e Social Abordados no Contexto Educacional
21	Pedro França Junior, Sandra Bazzo Malysz, Claudivan Sanches Lopes	2016	Práticas de ensino em climatologia: observação sensível do tempo atmosférico.
22	E A Edwards, J Lumsden, C Rivas, L Steed, L A Edwards, A hiyagarajan, R Sohanpal, H Caton, C J Griffiths, M R Munafò, S Taylor, R T Walton	2016	Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps.
23	Carlos E. N. Inouye, Wilson C. de Sousa Jr., Debora M. de Freitas, Eliane Simões	2015	<i>Modelling the spatial dynamics of urban growth and land use changes in the north coast of São Paulo, Brazil</i>
24	Suely F. S. Lima, Lindon F. Matias, Teresa G. Florenzano	2015	Contribuição na elaboração de atlas escolares para a Aprendizagem ubíqua.
25	María S. Rivera Maulucci, Bryan A. Brown, Salina T. Grey, Shayna Sullivan	2014	<i>Urban Middle School Students' Reflections on Authentic Science Inquiry.</i>
26	Carolina de R. Maciel, Vanessa de S. Luz, Flávia M. de M. Santos, Marta C. de J. A. Nogueira e José de S. Nogueira	2014	Interação das variáveis microclimáticas e cobertura do solo em região urbana e limítrofe-urbana na cidade de Cuiabá/MT.

Fonte: Pesquisa direta

A aplicação de jogos digitais e gamificação se destaca como uma tendência crescente, visando promover o engajamento e a aprendizagem em contextos como educação ambiental, ensino de ciências e até mesmo em aplicativos de saúde.

Na área da educação, a utilização de jogos e recursos digitais tem se mostrado eficaz no desenvolvimento de habilidades motoras, na aprendizagem de conteúdos acadêmicos e na promoção da interação social entre alunos. O uso de plataformas como o Genially© e a criação de jogos digitais específicos para educação infantil demonstram o potencial dessas ferramentas para tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo.

No campo das geociências, as pesquisas abordam temas como mapeamento de riscos de inundação, mudanças climáticas, ilhas de calor e eventos climáticos extremos. O uso de modelagem hidrológica e hidrodinâmica, imagens de satélite e dados de estações meteorológicas contribui para

Revista Interdisciplinar

a compreensão e previsão de fenômenos climáticos, auxiliando na tomada de decisões e no planejamento urbano.

Em outra análise, também é possível aferir que a pesquisa se estende a outras áreas, como marketing, onde a modelagem de equações estruturais investiga a relação entre elementos de gamificação e o amor à marca, e saúde, com a comparação de metodologias de aprendizagem em pequenos grupos.

Exemplos De Aplicações Práticas E Algumas Ponderações

Estudo de caso: "Climate City"

Referência: (Arslan, Moseley e Cigdemoglu, 2011)

O estudo descreve a criação e implementação de um jogo digital chamado "Climate City". O jogo foi desenvolvido com o objetivo de ensinar conceitos sobre sistemas climáticos urbanos e promover a tomada de decisões relacionadas à sustentabilidade urbana. Os alunos assumiram o papel de gestores urbanos e tiveram que lidar com desafios como mudanças climáticas, poluição do ar e aumento da temperatura.

Os resultados do estudo mostraram que o jogo contribuiu para a compreensão dos alunos sobre os sistemas climáticos urbanos e as interações entre os fatores ambientais e urbanos. Além disso, o jogo promoveu o desenvolvimento de habilidades de tomada de decisão e pensamento crítico, incentivando a busca por soluções sustentáveis.

Ao enfrentar os desafios apresentados no jogo, os alunos são estimulados a analisar diferentes opções, avaliar suas consequências e tomar decisões informadas. Essas habilidades são essenciais para que os alunos se tornem cidadãos conscientes e responsáveis, capazes de tomar decisões sustentáveis em relação ao ambiente urbano.

O uso de jogos educacionais como o "Climate City" oferece uma abordagem mais engajadora e imersiva para o ensino de conceitos complexos. Os jogos permitem que os alunos experimentem situações reais e assumam papéis ativos no processo de aprendizagem, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais motivador e estimulante (Zezzo, Oliveira e Coltri, 2020).

No entanto, é importante reconhecer que o uso de jogos educacionais como ferramentas de ensino possui desafios e limitações. A criação de jogos de qualidade requer tempo, recursos e

Revista Interdisciplinar

conhecimentos especializados. É necessário garantir que os jogos sejam cuidadosamente projetados e alinhados aos objetivos educacionais, a fim de promover uma aprendizagem efetiva.

Projeto prático: "Design Urbano Sustentável"

Referência: (Boragine, 2023)

O trabalho propôs uma abordagem prática e interdisciplinar para o ensino de ciências ambientais, envolvendo a modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares. Os alunos foram desafiados a projetar um bairro sustentável, levando em consideração aspectos como o uso do solo, a cobertura vegetal e a eficiência energética.

Através da modelagem computacional e do uso de jogos de simulação, os alunos puderam explorar diferentes cenários e avaliar o desempenho ambiental de seus projetos. Essa abordagem proporcionou aos alunos a oportunidade de compreender, de maneira prática e concreta, as complexas interações entre os elementos do ambiente urbano e o clima. Os resultados mostraram que essa abordagem promoveu uma compreensão mais aprofundada dos sistemas climáticos urbanos, bem como o desenvolvimento de habilidades de design e pensamento sistêmico.

Os alunos desenvolveram uma compreensão mais aprofundada dos sistemas climáticos urbanos, reconhecendo a importância de fatores como o uso do solo e a cobertura vegetal na mitigação dos impactos ambientais. Bem como desenvolveram habilidades de design, pensamento sistêmico e tomada de decisão, uma vez que tiveram que considerar múltiplos aspectos e encontrar soluções integradas para projetar um bairro sustentável.

Há que se considerar a estratégia de abordagem interdisciplinar adotada nesse projeto também, por ser uma característica relevante. Ao combinar a modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares, os alunos foram expostos a uma variedade de conhecimentos e habilidades de diferentes disciplinas, como ciências, matemática, geografia e design. Essa integração tem a capacidade de promover uma visão mais abrangente e contextualizada do tema, incentivando a colaboração e a troca de ideias entre os alunos.

Destaca-se que o ensino de algumas questões das Geociências contribui para o raciocínio científico, corroborando para o desenvolvimento de questões integradas, das ciências naturais e sociais. Além disso, através do jogo, o aluno pode "interagir" diretamente com o meio em que vive, ou seja, com os sistemas naturais da Terra, podendo alterá-lo geologicamente e climatologicamente, em diferentes escalas (Zezzo, Oliveira e Coltri, 2020, p. 7)

Revista Interdisciplinar

Por fim, o projeto apresenta uma abordagem promissora para o ensino de ciências ambientais, integrando a modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares. Essa abordagem permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais aprofundada dos sistemas climáticos urbanos, bem como habilidades de design e pensamento sistêmico. A combinação dessas abordagens interdisciplinares promove uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, preparando os alunos para enfrentar os desafios da sustentabilidade urbana no futuro.

Atividade prática: "Investigação científica"

Referência: (Rivera Maulucci *et al.*, 2014)

Este artigo apresenta um estudo sobre a experiência de seis estudantes do ensino médio urbano em um programa de investigação científica autêntica. O estudo destaca seis dimensões da investigação científica autêntica e explora como a experiência desses estudantes foi moldada por suas identidades culturais e conhecimentos prévios, a saber:

Baseando-se em dados que incluem entradas de diários de ensino, pastas de trabalho dos alunos e entrevistas de grupo focal semiestruturadas com seis participantes, as descobertas exploram seis dimensões da investigação científica autêntica, uma abordagem para a investigação científica na qual: (a) os alunos desenvolvem experiências autênticas e pessoalmente relevantes acerca do conhecimento científico; (b) os conhecimentos prévios dos alunos moldam suas indagações; (c) as relações dos alunos com a ciência e o interesse sustentado pela ciência são transformados; (d) as identidades dos alunos como cientistas em potencial são afirmadas; (e) os alunos se envolvem na ciência como um empreendimento social; e (f) os alunos desenvolvem um senso de investigação (Rivera Maulucci *et al.*, 2014, p1)

Os resultados mostram que a investigação científica autêntica pode ser uma ferramenta poderosa para envolver os estudantes em sua aprendizagem e desenvolver seu senso de investigação e expertise científica. O estudo destaca a importância de reconhecer e valorizar os conhecimentos e experiências dos estudantes em suas investigações científicas.

Embora não haja uma receita única para implementar o ensino investigação, é possível fazer algumas sugestões e reflexões que podem ser úteis para professores que desejam adotar essa abordagem em suas aulas (Franco e Munford, 2020). Existem diversas maneiras de incorporar atividades de investigação científica em sala de aula, algumas delas incluem:

Observação e Análise: Os alunos podem realizar observações detalhadas de fenômenos naturais ou experimentos, registrando suas observações em cadernos de ciências. Em seguida, podem analisar os dados coletados para tirar conclusões e identificar padrões.

Revista Interdisciplinar

Experimentação: Proporcionar aos alunos a oportunidade de conduzir experimentos, seguindo o método científico, é uma forma eficaz de envolvê-los na investigação científica. Eles podem formular suas próprias perguntas, criar hipóteses, realizar o experimento e analisar os resultados.

Projetos de Pesquisa: Os alunos podem desenvolver projetos de pesquisa sobre temas científicos de seu interesse. Eles podem buscar informações em fontes confiáveis, analisar dados, elaborar relatórios e apresentar seus resultados para a turma.

Aprendizado Baseado em Problemas: Os alunos podem ser apresentados a problemas ou desafios da vida real, que requerem uma abordagem científica para serem resolvidos. Eles precisam aplicar seus conhecimentos e habilidades de investigação para encontrar soluções para esses problemas.

Simulações e Modelagem: O uso de simulações computacionais e modelagem é uma forma poderosa de investigação científica em sala de aula. Os alunos podem criar modelos para simular fenômenos complexos, explorar cenários e testar diferentes variáveis.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica evidenciou o potencial da integração da modelagem de sistemas climáticos urbanos e jogos escolares no ensino de ciências ambientais. As pesquisas analisadas demonstraram que essa abordagem interdisciplinar promove uma compreensão mais profunda dos sistemas climáticos urbanos, desenvolve habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, e estimula a consciência ambiental dos alunos.

A modelagem de sistemas climáticos urbanos permite aos alunos explorar a complexidade das interações climáticas em ambientes urbanos, enquanto os jogos escolares proporcionam um ambiente de aprendizagem lúdico e engajador. A combinação dessas ferramentas possibilita a aplicação de conceitos teóricos em situações práticas, a tomada de decisões informadas e o enfrentamento de desafios relacionados à sustentabilidade urbana.

Por fim, a convergência entre a modelagem de sistemas climáticos urbanos e a utilização de jogos no contexto escolar configura-se como uma estratégia pedagógica com elevado potencial, não apenas para o ensino de ciências ambientais, mas também para a área específica da climatologia. As análises realizadas sobre estudos práticos nessa área evidenciam resultados significativos no que

Revista Interdisciplinar

tange ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes e à sua conscientização acerca de questões ambientais, preparando-os para assumirem o papel de cidadãos informados e proativos na construção de um futuro marcado pela sustentabilidade.

Recomenda-se que pesquisas futuras explorem ainda mais o potencial dessa abordagem, investigando diferentes contextos educacionais, avaliando o impacto a longo prazo na aprendizagem dos alunos e desenvolvendo novas ferramentas e recursos que possam enriquecer ainda mais essa experiência de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ARSLAN, Harika Ozge; MOSELEY, Christine; CIGDEMOGLU, Ceyhan. **Taking attention on environmental issues by an attractive educational game**: Enviropoly. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 28, p. 801-806, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811025857>.

AYOADE, Johnson Olaniyi. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 10ª edição. Ed. BERTRAND. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos, 332p. Rio de Janeiro, 2004.

BORAGINE, Lisa Heller. Roll the Dice: Using Game-Based Learning to Teach Sustainability in Higher Education. In: **Educating the Sustainability Leaders of the Future**. Cham: Springer Nature Switzerland, p. 59-73, 2023.

CALDANA, Nathan Felipe da Silva; CARAMORI, Paulo Henrique; DA COSTA, Angela Beatriz Ferreira; SILVA, Glauco Marighella Ferreira da. Ocorrência, frequência e danos das precipitações de granizo na região metropolitana de Curitiba. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia - MG v. 20, n. 70. p. 263–275. 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/42823>.

DA LUZ, Angélica Ramos; BRUSAMARELO, Daniela; DE MIRANDA, Dilene Gomes; DE ASSIS PIRES, Luciene Lima. Perspectivas no âmbito científico, tecnológico e social abordados no contexto educacional. **Cadernos Cajuína**, 1(2), 81-91. 2016. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/381>.

DA SILVA, Josilda da Conceição Novacoski; GOMES, Marquiana de Freitas Vilas Boas. Os saberes disciplinares na prática profissional dos professores de geografia. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 73, p. 284–295, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/49264>.

DE LUCENA PEREIRA, Helder; DA SILVA, Adriano Lima; DO NASCIMENTO, Tatiane Maria; SARAIVA, Victor Leoni Cardoso; DA SILVA, Gilberlândio Nunes. Entrelaçando saberes: investigando a interrelação entre indivíduo e meio ambiente no ensino de química. **Cadernos**

Revista Interdisciplinar

Cajuína, 9(2), e249226-e249226. 2024. Disponível em:

<https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/248>.

DE SOUZA, Rhonan Martins; VIOLA, Marcelo Ribeiro; CHOU, Sin Chan; ALVES, Marcos Vinícius Giongo; AVANZI, Junior Cesar. Projeções climáticas regionalizadas para o estado do Tocantins, Brasil, nos Cenários RCP 4.5 E RCP 8.5. **Revista Brasileira de Climatologia**, 24. 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14134>.

EDWARDS, ELIZABETH ANN; LUMSDEN, J., RIVAS, C., STEED, L., EDWARDS, L. A., THIYAGARAJAN, A., SOHANPAL, R; CATON, H; GRIFFITHS, C J; MUNAFÒ, M R; TAYLOR, S; WALTON, R. T. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. **BMJ open**, 6(10), e012447. 2016. Disponível em: <https://bmjopen.bmj.com/content/6/10/e012447.short>.

FRANÇA, Carlos Roberto; DA SILVA, Tatiana. A Realidade Virtual e Aumentada e o Ensino de Ciências. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 10, 2019. Disponível em:

<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/414>.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 687-719, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19262>.

ICHIBA, Rafaela Bruno; BONZANINI, Taitiany Kárita. Aprendendo vermicompostagem: o uso de jogos digitais na educação infantil. **Ciência & Educação** (Bauru), 28, e22031. 2022.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/przpPvJx9vLjBkwQxDqWnGd/>.

INOUYE, Carlos Eduardo Nakao; DE SOUSA JR, Wilson Cabral; DE FREITAS, Débora Martins; SIMÕES, Eliane. Modelling the spatial dynamics of urban growth and land use changes in the north coast of São Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 108, p. 147-157, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569114004001>.

JÚNIOR, Pedro França; MALYSZ, Sandra Bazzo; LOPES, Claudivan Sanches. Práticas de ensino em climatologia: observação sensível do tempo atmosférico. **Revista brasileira de climatologia**, 19. 2016. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/13924>.

KARAKUŞ, Can Bülent. The impact of land use/land cover (LULC) changes on land surface temperature in Sivas City Center and its surroundings and assessment of Urban Heat Island. **Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences**, 55(4), 669-684. 2019. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13143-019-00109-w>.

Revista Interdisciplinar

LIMA, Suely Franco Siqueira; MATIAS, Lindon Fonseca; FLORENZANO, Teresa Gallotti. Contribuição na elaboração de atlas escolares para a aprendizagem ubíqua. **Caminhos de Geografia**, 16(56). 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/29978>.

LOPES, Carolina Bastos Marques; DOURADO Francisco; SOUZA Lucio Silva de. Mapeamento do perigo de inundação em bacia urbana com poucos dados hidrológicos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, 24(92), 226-246. 2023. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/63476>.

MACIEL, Carolina de Rezende; LUZ, Vanessa de Souza; SANTOS, Flávia Maria de Moura; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque; NOGUEIRA, José de Souza. Interação das variáveis microclimáticas e cobertura do solo em região urbana e limítrofe-urbana na cidade de Cuiabá/MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 15, n. 51 Set/2014 p. 199–215. 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/25992>.

MIGUEL, Jean; MONTEIRO, Marko. Por que devemos nos interessar por modelos climáticos?. *ClimaCom Cultura Científica - pesquisa, jornalismo e arte*. Vol. 01 - Ano 01, 2014.

OLIVEIRA, Jéssica Patricia; ZEZZO, Larissa Vieira; COLTRI, Priscila Pereira. Alfabetização científica e climatologia: proposta de um livro a partir dos princípios do Desenho Universal de Aprendizagem (DUA). **Terrae Didática**, v. 17, p. e021019-e021019, 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8664831>.

RIVERA MAULUCCI, Maria S.; BROWN, Bryan A.; GREY, Salina T.; SULLIVAN, Shayna. Urban middle school students' reflections on authentic science inquiry. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 9, p. 1119-1149, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265211248_Urban_Middle_School_Students'_Reflections_on_Authentic_Science_Inquiry.

RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, José Eugenio; PEREIRA, Vânia; CONDESSA, Isabel; PEREIRA, Beatriz. Avaliação de um programa de intervenção em escolas: Aprender através do jogo. **Revista Portuguesa de Educação**, 33(1), 56-74. 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/18349>.

SANTOS, Alexandre Rosa dos; VAREJÃO, André Schwartz; SILVA, Kmila Gomes da. Modelagem do impacto da ampliação da Avenida Fernando Ferrari (Vitória-ES) na qualidade do ar em sua redondeza. **Sociedade & Natureza**, v. 23, p. 249-262, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/yb65wKyLG6DDQGPMFpTKQML/?lang=pt&format=html>.

SANTOS, Rogerio Pires. Gamificação como componente na Educação Ambiental: desenvolvimento e aplicação a partir da Plataforma Genially©. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 1, p. 228-242, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13688>.

Revista Interdisciplinar

SILVA, Janilci Serra; DA SILVA, Richarde Marques; SANTOS, Celso Augusto Guimarães. Spatiotemporal impact of land use/land cover changes on urban heat islands: A case study of Paço do Lumiar, Brazil. **Building and Environment**, 136, 279-292. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132318301768>.

SOUZA, Bruna Costa de; VALADARES, Juarez Melgaço. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência & Educação** (Bauru), 28, e22002. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wrqqtgiQtkWx5XvJhkxhYFn/?lang=pt>.

STEINKE, Ercília Torres. Utilização da multimídia no ensino fundamental como instrumento de ensino de temas em climatologia. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, p. 127–139, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26454>.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; PORANGABA, Gislene Figueiredo Ortiz; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Representação de ilhas de calor por modelagem espacial em cidades de pequeno porte do oeste paulista. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 70, p. 243-262, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/42805>.

TIAN-JUN, Zhou; ZI-MING, Chen; XIAO-LONG, Chen; MENG, Zuo; JIE, Jiang; SHUAI, Hu. Interpreting IPCC AR6: Future global climate based on projection under scenarios and on near-term information. **Advances in Climate Change Research**, v. 17, n. 6, p. 652, 2021. Disponível em: <http://www.climatechange.cn/EN/Y2021/V17/I6/652>.

TSOU, Hung-Tai; PUTRA, Mukti Trio. How gamification elements benefit brand love: the moderating effect of immersion. **Marketing Intelligence & Planning**, 41(7), 1015-1036. 2023. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/search?q=How+gamification+elements+benefit+brand+love%3A+the+moderating+effect+of+immersion&showAll=true>.

TSUTSUMI, Myenne Mieko Ayres; GOULART, Paulo Roney Kilpp; JÚNIOR, Mauro Dias Silva; HAYDU, Verônica Bender; DE OLIVEIRA JIMENÉZ, Érika Larissa. Avaliação de jogos educativos no ensino de conteúdos acadêmicos: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Portuguesa de Educação**, 33(1), 38-55. 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/19130>.

VALENTINI, Nadia Cristina; PIEROSAN, Licia; RUDISILL, Mary E; HASTIE, Peter A. Mastery and exercise play interventions: motor skill development and verbal recall of children with and without disabilities. **Physical Education and Sport Pedagogy**, 22(4), 349-363. 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17408989.2016.1241223>.

ZAFAR, Umemma; KHATTAK, Madiha; ZAFAR, Hamna; REHMAN, Huma. Let's Play Games: A comparison of case-based learning approach with gamification technique. **Cureus**, 14(8). 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9433787/>.



ZEZZO, Larissa Vieira; DE OLIVEIRA, Jéssica Patrícia; COLTRI, Priscila Pereira. Clima em jogo: uma ferramenta pedagógica para aprendizagem de conceitos em Geociências, com ênfase na Climatologia. **Terrae didática**, v. 16, p. e020003-e020003, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8656203>.

