



Interatividade e aprendizagem: contribuições da caixa de areia interativa para o desenvolvimento pedagógico

Beatriz Paiva Isensee | beatriz.pi2009@aluno.ifsc.edu.br¹
Matheus Henrique Reis Machado | matheus.hrm24@aluno.ifsc.edu.br²
Eli Eric Freitas Pinheiro | eli.ep2009@aluno.ifsc.edu.br³
Liamar Bonatti Zorzanello | liamar.zorzanello@ifsc.edu.br⁴

Edital nº 001/2025 - DIREN

Trabalho de Ensino

DT 2 - Meio Ambiente, Agroindústrias, Territórios e Sustentabilidade Socioambiental

Resumo:

O projeto de ensino “Caixa e-Água” caracteriza-se pelo desenvolvimento e uso de uma caixa de areia interativa, a qual faz uso de sensores de profundidade e projeção, simulando, em tempo real, a hidrografia e a topografia do relevo modelado pelo usuário. A proposta combina tecnologia, geografia e educação ambiental e tem como objetivo facilitar a compreensão de processos naturais, como o escoamento superficial, a formação de bacias hidrográficas e a relação entre relevo e dinâmica da água. A metodologia compreende o levantamento de dados geográficos, construção da estrutura física, a instalação de sensores de captura de relevo, configuração de software de projeção mapeada e a realização de testes e calibração para funcionamento do sistema. A interatividade acontece quando o usuário modifica a superfície da areia e simultaneamente observa as alterações simuladas, em tempo real, no ambiente. Como resultados obtidos destaca-se a utilização da ferramenta como recurso didático para o ensino de geografia e educação ambiental, promovendo maior engajamento do estudante, favorecendo aprendizagem significativa pelo processo de experimentação. Além disso, o projeto permite simular situações como enchentes e alterações no uso do solo, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência ambiental. Assim, o projeto “Caixa e-Água” evidencia o potencial das tecnologias interativas na educação, integrando teoria e prática para ilustrar e facilitar o ensino.

Palavras-chave: educação ambiental; tecnologia interativa; hidrografia; relevo; simulação digital.

Introdução

A incorporação de tecnologias digitais no contexto educacional tem promovido transformações significativas nas formas de ensinar e aprender. No campo da geografia e educação ambiental, o uso de tecnologias interativas tem se mostrado eficaz para a

¹ Estudante do curso técnico integrado em Informática do IFSC - Câmpus Gaspar;

² Estudante do curso técnico integrado em Informática do IFSC - Câmpus Gaspar;

³ Estudante do curso técnico integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar;

⁴ Docente de Geografia do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Gaspar.

compreensão de fenômenos naturais, especialmente quando envolvem simulações baseadas em física para representar o comportamento da água sobre diferentes superfícies (Gutierrez et al., 2018).

As caixas de areia interativas (AR Sandbox) destacam-se como inovação pedagógica relevante. Esses dispositivos combinam sensor de profundidade (Microsoft Kinect), projetor digital e software de processamento, permitindo que usuários manipulem fisicamente a areia e observem imediatamente as alterações no relevo projetado, incluindo simulações de rios, lagos e elevações. A projeção utiliza cores diferentes para representar altitudes variadas, facilitando a compreensão visual dos conceitos topográficos.

O projeto "Caixa e-Água" teve como objetivo o desenvolvimento de uma caixa de areia interativa e, conseqüentemente, desvendar seus usos, alinhando os conteúdos teóricos com a simulação digital. Utilizou-se da pesquisa bibliográfica para entender o processo de construção do equipamento e para estudo dos conhecimentos teóricos que podem ser trabalhados com a caixa. Além disso, ateu-se ao processo de escolha e teste dos materiais, como empenho em pesquisar soluções possíveis para as dificuldades encontradas e para manter-se dentro do orçamento existente.

Fundamentação teórica

A aplicação de ferramentas tecnológicas interativas no âmbito educacional tem demonstrado ser método eficiente para uma aprendizagem profunda e relevante, incentivando o envolvimento dinâmico dos alunos. Segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1980), o conhecimento é construído quando novas informações são relacionadas a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel, 1980). Ferramentas que permitem visualização e manipulação de fenômenos abstratos facilitam essa ancoragem conceitual.

Na geografia, a representação visual de eventos naturais simplifica a assimilação de formações do relevo, sistemas de drenagem e ciclo da água. As caixas de areia interativas baseiam-se em modelos digitais de terrenos e projeção mapeada, reproduzindo dinâmicas naturais de maneira imediata. O sistema AR Sandbox foi

originalmente desenvolvido pela Universidade da Califórnia em Davis (UC Davis) para o ensino de ciências da Terra e educação ambiental (Kelley et al., 2013).

O funcionamento da caixa de areia interativa baseia-se na captura contínua da superfície por um sensor de profundidade, cujos dados são processados em tempo real para gerar uma representação topográfica colorida, conforme a escala hipsométrica. O software AR Sandbox utiliza algoritmos físicos para simular o escoamento da água, considerando gravidade e geometria do terreno (Gutierrez et al., 2018). Essa abordagem favorece a aprendizagem por experimentação, promovendo maior engajamento e facilitando a compreensão de conceitos abstratos (Dewey, 1938; Piaget, 1973). Além disso, a interação direta com a simulação permite que estudantes e educadores explorem as consequências das intervenções humanas no ambiente, estimulando reflexões sobre planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e sustentabilidade.

Há diversas maneiras de aplicação, pode-se destacar sua utilização em aulas de geografia, abordando o assunto de topografia, geomorfologia e bacias hidrográficas, também é possível utilizá-la em educação ambiental. Em ambas, a visualização 3D está presente, facilitando a compreensão.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do projeto foi dividido em cinco fases principais:

Fase 1 – Levantamento de dados geográficos: foram coletados dados topográficos e hidrológicos da região do Vale do Itajaí a partir de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do United States Geological Survey (USGS), incluindo curvas de nível, cartas hidrográficas e modelos digitais de elevação. Esses dados subsidiaram a modelagem do relevo e a simulação de eventos como enchentes e deslizamentos.

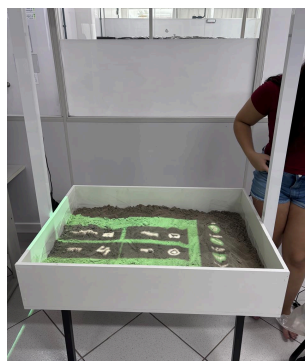
Fase 2 - Construção da estrutura física: estrutura projetada em MDF (120×90×30 cm), escolhida pela relação custo-benefício e resistência. Incluiu corte e montagem das peças, tratamento com selador impermeável, construção de torre para fixação do projetor e sensor a 1,8 m de altura, e preenchimento com areia fina e clara (Figura 1).

Fase 3 - Instalação de sensores: Utilização do Microsoft Kinect (Xbox 360) posicionado verticalmente sobre o centro da caixa, com conexão USB e instalação dos drivers (libfreenect) em sistema Linux.

Fase 4 - Configuração de software: Software AR Sandbox (código aberto) operando em Ubuntu 20.04. Etapas incluíram instalação de dependências (OpenCV, OpenGL, libfreenect), compilação do código-fonte, calibração do sensor e projetor, configuração da escala de cores hipsométricas e ajuste dos parâmetros de simulação de água.

Fase 5 - Testes e calibração: Testes de iluminação, desempenho (mínimo 30 FPS), usabilidade, ajustes de calibração e documentação dos procedimentos. Na Figura 1, pode-se observar a estrutura construída e o início dos testes de calibração.

Figura 1 – Estrutura da Caixa de areia



Fonte: Elaborado pelos autores.

O funcionamento da caixa ocorre por meio da interação entre usuário e equipamento. Assim, quando o usuário modela a areia, o sensor captura a profundidade, o software processa e calcula a topografia, atribui cores por altitude, e o projetor exibe a visualização. Quando o usuário posiciona a mão sobre a superfície (simulando chuva), o software calcula o escoamento de água em tempo real.

Resultados e discussões

A construção do projeto permitiu integrar, em uma única interface, modelagem física do relevo, captura por sensor de profundidade e projeção digital em tempo real. A

aplicação de diferentes cores para distinguir os diferentes níveis de altitude, facilitando a leitura do relevo.

Os resultados iniciais indicam que a ferramenta possui potencial para apoiar aulas de geografia (Figura 2). Além de favorecer a compreensão de conceitos físicos e cartográficos, a proposta também permite discutir intervenções humanas na paisagem, planejamento urbano e prevenção de riscos socioambientais.

Figura 2 – Testes do funcionamento da Caixa de areia



Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram encontradas algumas dificuldades, principalmente em relação à configuração do software, executado em sistema operacional Linux, foi necessário aprender comandos básicos e o funcionamento do sistema para que o programa pudesse ser usado.

Outra limitação observada durante o desenvolvimento do projeto foi a altura da estrutura da caixa, no início dificultava a visualização e interação, porém o aumento fixo da estrutura dificultava a passagem por portas, sendo necessário desenvolver uma solução ajustável, permitindo alterar a altura do projeto.

Os testes realizados até o momento concentraram-se na validação técnica do equipamento, verificando o funcionamento da projeção, do sensor e das simulações de água. Embora os resultados indiquem potencial para utilização em atividades educacionais, ainda não foram realizadas aplicações sistemáticas com estudantes, o que constitui uma etapa futura do projeto.

Considerações finais



O projeto 'Caixa e-Água' demonstrou ser uma proposta viável de integração entre tecnologia e educação, com potencial para apoiar o ensino de geografia, hidrografia e educação ambiental. A articulação entre modelagem física do relevo e projeção digital possibilita a visualização interativa de fenômenos naturais, contribuindo para a compreensão de processos como escoamento superficial, formação de bacias hidrográficas e dinâmica da água sobre diferentes superfícies.

Os testes iniciais indicam que a ferramenta pode tornar as aulas mais dinâmicas e contextualizadas, favorecendo a aproximação entre teoria e prática. Além disso, o protótipo apresenta potencial para estimular a reflexão crítica sobre ocupação do espaço, ocorrência de enchentes e preservação ambiental. Como continuidade do trabalho, considera-se importante realizar aplicações com o público-alvo e utilizar instrumentos de avaliação pedagógica, a fim de verificar de forma mais objetiva sua contribuição para a aprendizagem.

Referência ao fomento recebido

O projeto obteve fomento do IFSC câmpus Gaspar, conforme edital 001/2025 - DIREN.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology**: A Cognitive View. 2. ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1980. Disponível em: <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.112045>. Acesso em: 17 abr. 2026.

DEWEY, J. **Experience and Education**. New York: Macmillan, 1938. Disponível em: <https://archive.org/details/experienceeducat0000dewe>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GUTIERREZ, A.; HERNANDEZ, J.; MARTINEZ, L. Physics-based water simulation for interactive sandboxes. **Computers & Graphics**, v. 74, p. 123–132, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2018.05.012>. Acesso em: 17 abr. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Gaspar** (SC). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/gaspar.html> . Acesso em: 17 abr. 2026.



KELLEY, D. D.; HANSON, B.; SANTOS, J. AR Sandbox: An Interactive Tool for Earth Science Education. **Journal of Geoscience Education**, v. 61, n. 4, p. 421-428, 2013. Disponível em: <https://www.usgs.gov/youth-and-education-in-science/augmented-reality-ar-sandbox>. Acesso em: 17 abr. 2026.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1973. Disponível em: https://openlibrary.org/books/OL35664733M/A_Formação_do_Símbolo_na_Criança. Acesso em: 17 abr. 2026.

USGS – United States Geological Survey. **TopoView**. Disponível em: <https://ngmdb.usgs.gov/topoview/>. Acesso em: 17 abr. 2026.