



USO DA REALIDADE AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM EM GEOCIÊNCIAS EM CURSOS TÉCNICOS E DE ENGENHARIA CIVIL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6333

Autores: SHELDON CRISTIANO SOUZA DA SILVA, VINICIUS DANTAS

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados da aplicação da SARndbox, uma ferramenta de Realidade Aumentada, como recurso didático no ensino de Geociências para estudantes dos cursos técnicos e de Engenharia Civil do IFAL – Campus Maceió. A pesquisa avaliou a eficácia da SARndbox na aprendizagem de conceitos geomorfológicos, cartográficos e hidrológicos, por meio de atividades práticas e questionários aplicados antes e depois da interação com a ferramenta. Os dados revelaram melhora significativa no desempenho dos alunos, destacando a compreensão de conceitos abstratos e a retenção do conhecimento. Durante a 4ª Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica, um questionário com 94 participantes reforçou a percepção positiva da SARndbox em relação aos métodos tradicionais, evidenciando maior clareza, flexibilidade e engajamento. A pesquisa conclui que a SARndbox promove um aprendizado visual, interativo e significativo, recomendando seu uso como uma metodologia ativa eficaz.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa, Educação Profissional, Realidade Aumentada, Tecnologia Educacional, Ensino de Geociências

USO DA REALIDADE AUMENTADA PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM EM GEOCIÊNCIAS EM CURSOS TÉCNICOS E DE ENGENHARIA CIVIL

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços tecnológicos das últimas décadas, boa parte da educação brasileira ainda mantém práticas pedagógicas tradicionais, pouco influenciadas pelas potencialidades das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). No entanto, observa-se um crescente movimento de inserção dessas tecnologias no ambiente escolar, especialmente por meio de metodologias ativas que priorizam a aprendizagem por meio da experimentação e da simulação de fenômenos do mundo real. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece essa transformação ao destacar competências que envolvem o uso crítico e criativo das TDICs, reforçando a necessidade de atualização das práticas docentes, sobretudo no ensino de Geografia e áreas correlatas.

Nesse cenário, a Realidade Aumentada (RA) surge como uma ferramenta promissora, permitindo a sobreposição de informações virtuais ao mundo físico e favorecendo a construção de experiências educacionais mais imersivas e interativas. Segundo Milgram et al. (1994), a RA está situada em um ponto do contínuo entre o ambiente real e o virtual, possibilitando abordagens híbridas de ensino que ampliam a percepção e a compreensão dos alunos sobre os fenômenos espaciais. Aliada a interfaces tangíveis, como a Caixa de Areia Aumentada (SARndbox), a RA tem sido utilizada com êxito na simulação e manipulação de terrenos em tempo real, aproximando os alunos de conteúdos complexos como relevo, geologia, hidrologia e topografia.

A SARndbox, desenvolvida originalmente pela Universidade da Califórnia e adaptada em instituições como o Instituto Federal de Alagoas (IFAL - Campus Maceió), representa uma inovação educacional ao combinar visualização tridimensional com manipulação física, favorecendo a aprendizagem significativa. Estudos indicam seu potencial no desenvolvimento do pensamento espacial e na superação das limitações dos métodos convencionais, ao permitir que os alunos identifiquem formas de relevo e compreendam as interações entre os sistemas que compõem o espaço geográfico.

Metodologicamente, o projeto inclui a criação de um protótipo móvel da SARndbox, o que permite sua mobilização para diferentes ambientes escolares e amplia seu alcance pedagógico. Além disso, contempla o desenvolvimento de conteúdos específicos voltados ao ensino de Geociências, com foco em tópicos como geomorfologia, hidrologia e cartografia e a capacitação de professores para o uso efetivo da tecnologia em sala de aula. A proposta busca, assim, não apenas introduzir uma ferramenta inovadora, mas também fortalecer a formação docente e o planejamento pedagógico, visando à efetiva integração entre tecnologia e educação.

Dessa forma, este artigo propõe refletir sobre o uso da SARndbox como recurso didático nas aulas de Geografia e Engenharia Civil, analisando sua contribuição para o engajamento dos estudantes e para a melhoria na compreensão de conceitos espaciais por meio da integração entre tecnologia, inovação e prática educativa.

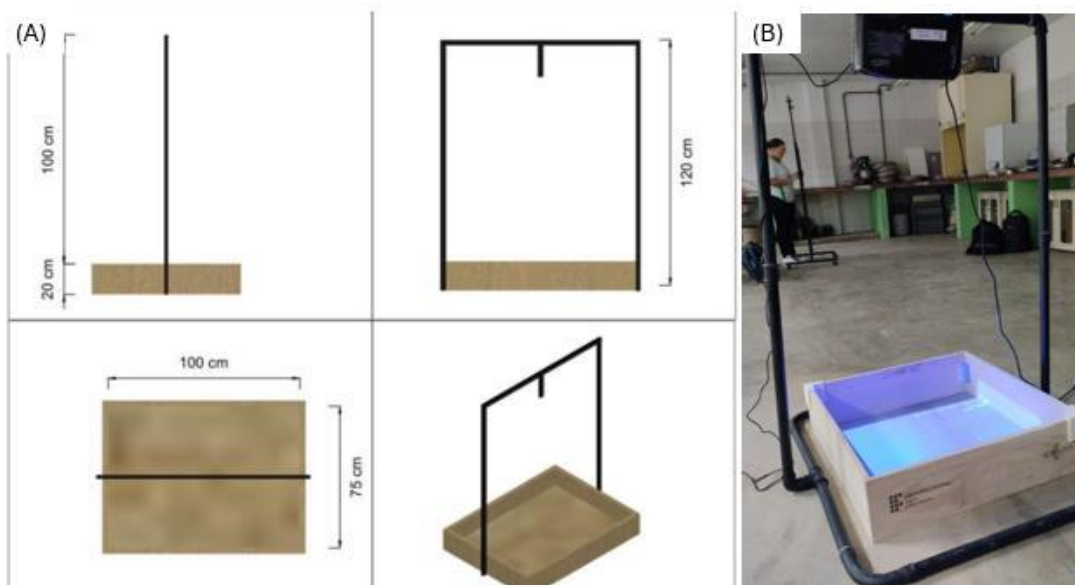
2 MATERIAIS E METODOS

O desenvolvimento do projeto foi estruturado em três etapas interdependentes: planejamento e levantamento de requisitos, design e construção do protótipo da SARndbox, e aplicação e avaliação pedagógica do recurso em sala de aula.

A primeira etapa consistiu em um levantamento detalhado das necessidades do projeto, com o objetivo de adaptar a Sandbox de Realidade Aumentada (SARndbox) para uma versão portátil, funcional e sustentável. Foram analisadas as limitações das versões tradicionais do equipamento e realizada uma revisão bibliográfica abrangente, incluindo manuais de montagem e artigos científicos sobre o uso educacional da SARndbox. Com base nessa análise, foram definidos os objetivos específicos, o escopo do projeto e um cronograma operacional, proporcionando clareza sobre os desafios e metas a serem alcançados.

Na etapa seguinte, passou-se ao design e à construção do protótipo conforme Figura 1. A concepção do equipamento priorizou o uso de materiais recicláveis e de baixo custo, como madeira (para a caixa de areia) e tubos de PVC, utilizados como suportes estruturais para o sensor Kinect e para o retroprojetor. O uso desses materiais visou garantir leveza, durabilidade e facilidade de transporte do protótipo, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade. A modelagem tridimensional do equipamento foi realizada com o auxílio dos softwares SketchUp e 3ds Max, permitindo o planejamento preciso da estrutura e facilitando ajustes antes da montagem física.

Figura 1 - (A) Modelagem 3D, (B) Construção do protótipo.



Fonte: O autor

O sistema foi composto por: um notebook com sistema operacional Linux Mint, um retroprojetor e um sensor de movimento Kinect para Xbox 360. O computador utilizado precisou atender a requisitos específicos para garantir o bom desempenho do software SARndbox, como a presença de uma placa de vídeo offboard (preferencialmente AMD/ATI Radeon ou Nvidia GeForce) e um processador Intel Core i5 ou superior. O software empregado foi o SARndbox versão 2.8, desenvolvido por Oliver Kreylos (2012), do Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia, Davis (UC Davis).

A terceira etapa envolveu a aplicação pedagógica da SARndbox e a avaliação de sua efetividade como ferramenta educacional. Contou-se com a participação de 40 alunos dos

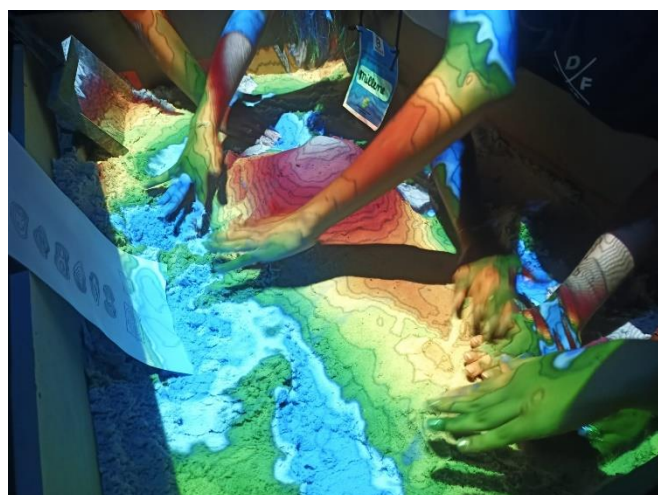
curso técnicos e superiores em Edificações, Estradas e Engenharia Civil do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió (IFAL).

Inicialmente, foi realizada uma aula expositiva dialogada abordando os fundamentos conceituais das áreas de cartografia, geomorfologia e hidrologia. Os conteúdos apresentados incluíram noções de escala cartográfica, leitura de mapas, formas de relevo, escoamento superficial e o conceito de bacias hidrográficas, incluindo suas divisões, interações com o relevo e importância para o planejamento urbano e ambiental. Esses conteúdos serviram como base teórica para a atividade prática.

Logo após essa exposição teórica, foi aplicada uma atividade de avaliação inicial, que na análise de mapas topográficos contendo representações de diferentes feições do relevo, como encostas, vales, planícies e delimitações de bacias topográficas. Os estudantes deveriam identificar corretamente essas formas.

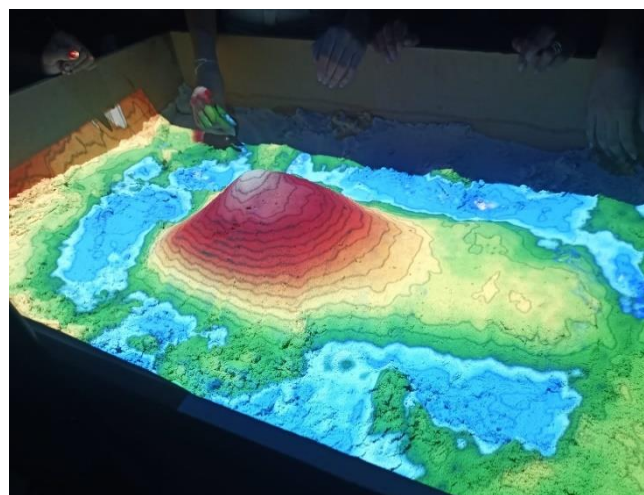
Em seguida, os discentes participaram de uma atividade prática com a SARndbox, onde puderam visualizar as formas de relevo e escoamento hídrico em tempo real, com simulações de preenchimento de bacias hidrográficas conforme Figura 2 e 3.

Figura 2 - Formas de relevo criadas pelos participantes da atividade.



Fonte: Autor

Figura 3 - Relevo projetado pelo SARndbox.



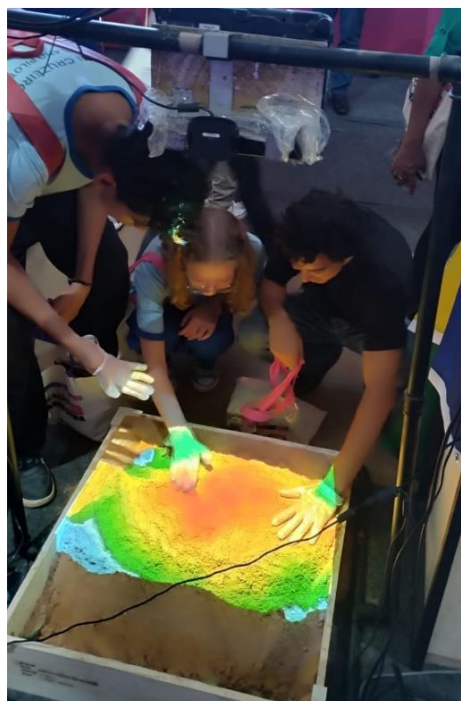
Fonte: Autor

Após essa atividade interativa, a mesma avaliação foi reaplicada, com o objetivo de analisar a retenção do conteúdo e a assimilação dos conceitos a médio prazo.

Por fim, foi realizada uma análise quali-quantitativa e comparativa das respostas obtidas nos dois momentos avaliativos. Essa etapa buscou verificar a efetividade da SARndbox como recurso didático e avaliar seu potencial na melhoria da capacidade de abstração dos discentes em relação aos conteúdos abordados.

Além das atividades com os alunos, o projeto foi apresentado durante a 4ª Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica, o que contribuiu significativamente para sua divulgação e validação junto à comunidade acadêmica. Na ocasião, foi aplicado um formulário com questionário a 94 participantes, com o objetivo de avaliar a eficácia da SARndbox em comparação aos métodos tradicionais de ensino, como livros didáticos e aulas expositivas. Os resultados obtidos forneceram importantes sugestões para aprimoramento da ferramenta, além de reforçar a percepção positiva de seu impacto no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 4 - Apresentação do projeto durante 4ª Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica



Fonte: Autor

Assim, a metodologia adotada garantiu o desenvolvimento de uma versão viável e inovadora da SARndbox, com aplicação prática no ensino de Engenharia Civil e Geociências, reafirmando seu potencial como recurso didático acessível, sustentável e tecnologicamente eficiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados obtidos por meio das atividades aplicadas antes e depois da interação com a SARndbox permitiu avaliar o impacto pedagógico da ferramenta no processo de aprendizagem dos estudantes dos cursos de Edificações, Estradas e Engenharia Civil do IFAL – Campus Maceió. A abordagem adotada visou estimular tanto a assimilação teórica quanto a aplicação prática dos conhecimentos em Geociências, com foco nas temáticas de cartografia, geomorfologia e hidrologia.

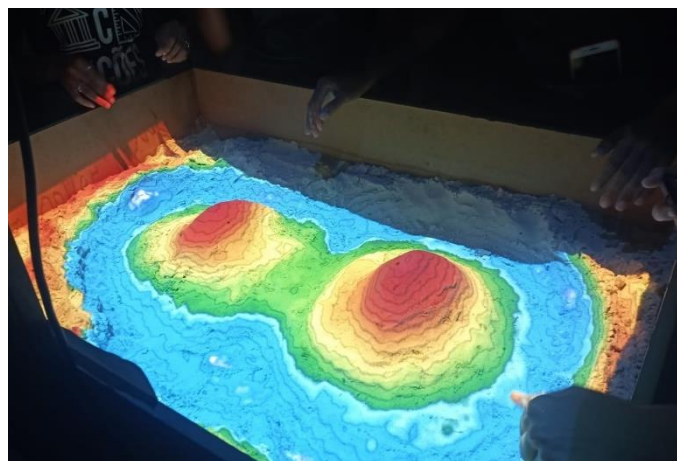
Os conceitos trabalhados durante a intervenção pedagógica foram organizados em dois grupos principais. O primeiro grupo abrangeu feições do relevo de identificação mais intuitiva, como planícies, vales, morros, encostas e platôs. Já o segundo grupo englobou formas e conteúdo que exigem maior nível de abstração cognitiva por parte dos alunos, como morros testemunhos, tabuleiros dissecados e conservados, além de noções fundamentais da hidrologia, como delimitação de bacias hidrográficas, divisores de águas, talwegues e direções de escoamento. Estas unidades geomorfológicas e hidrológicas, além de suas características formais, são definidas pelo contexto litoestrutural e pelos processos atuantes na dinâmica da paisagem, como o grau de dissecção do relevo e a organização da drenagem.

Durante a atividade inicial, aplicada com material impresso, os 40 discentes do IFAL – Campus Maceió, organizados em 10 grupos com 4 integrantes cada, trabalharam com 10 temas relacionados à Geomorfologia, Cartografia e Hidrologia, representados em cartas

topográficas, totalizando 100 respostas. Na segunda etapa, após a atividade prática com a SARndbox, os mesmos grupos participaram novamente da avaliação, respondendo ao mesmo conjunto de questões, gerando mais 100 respostas. A análise dos dados considerou a taxa de acerto nos dois momentos, antes e após a experiência interativa com a SARndbox, com o objetivo de avaliar o impacto do recurso didático na assimilação e retenção dos conteúdos abordados.

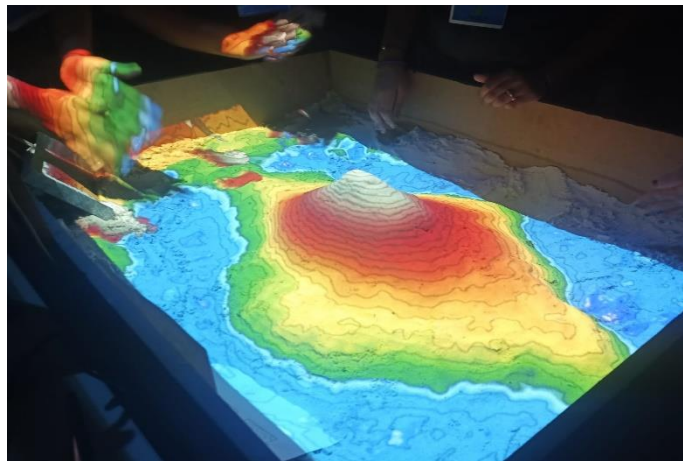
A diversidade de paisagens modeladas na areia (Figuras 4 e 5) revelou diferentes níveis de envolvimento dos grupos, estimulando a criatividade, o raciocínio espacial e a aprendizagem colaborativa. A Tabela 1 apresenta os resultados comparativos das taxas de acerto obtidas nos dois momentos da atividade, considerando as respostas dadas pelos grupos. Observa-se uma melhora consistente em todos os temas abordados, evidenciando a efetividade da ferramenta no processo de aprendizagem.

Figura 4 - Formas de relevo trabalhadas em sala
(Serras)



Fonte: Autor

Figura 5 - Formas de relevo trabalhadas em sala
(Morro testemunho)



Fonte: Autor

Tabela 1 - Comparação das respostas da atividade das cartas topográfica antes e após a interação com a SARndbox.

Tema	Acertos Antes	% Acertos Antes	Acertos Após	% Acertos Após	% Melhoria
Planícies	7	70%	10	100%	30%
Vales	6	60%	8	80%	20%
Morros	7	70%	9	90%	20%
Encostas	5	50%	7	70%	20%
Platôs	4	40%	7	70%	30%
Morros testemunhos	3	30%	6	60%	30%
Tabuleiros conservados	4	40%	6	60%	20%
Tabuleiros dissecados	3	30%	5	50%	20%
Escala cartográfica	5	50%	7	70%	20%
Bacias hidrográficas	4	40%	6	60%	20%

Fonte: Autor

Por exemplo, o reconhecimento de planícies atingiu 70% de acertos na primeira etapa e alcançou 100% após o uso da SARndbox, refletindo uma melhoria de 30%. Temas que inicialmente apresentaram maior dificuldade, como morros testemunhos, que obtiveram apenas 30% de acertos antes da atividade prática, tiveram uma evolução significativa para 60% após a interação com o recurso. Além disso, conceitos mais complexos e abstratos, como tabuleiros conservados e dissecados, também apresentaram avanços notáveis, passando de 40% para 60% e de 30% para 50%, respectivamente. A compreensão de temas relacionados à hidrologia, como bacias hidrográficas, melhorou de 40% para 60%, indicando que a ferramenta auxiliou no entendimento dos processos e da delimitação dessas unidades.

De modo geral, os resultados apontam que a SARndbox contribuiu significativamente para o aumento da capacidade dos alunos em identificar e compreender as formas de relevo e conceitos hidrológicos abordados, reforçando seu potencial como recurso didático interativo e eficaz.

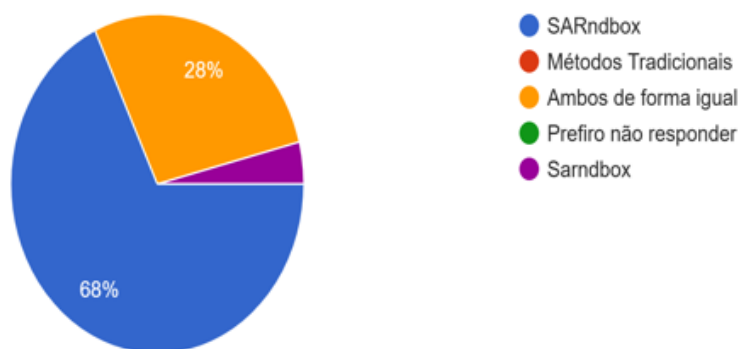
Complementarmente, durante a 4ª Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica, foi aplicado um questionário a 94 participantes com o intuito de avaliar a eficácia da SARndbox em comparação com os métodos tradicionais de ensino, como livros didáticos e aulas expositivas. Os dados coletados reforçam a relevância de metodologias inovadoras e interativas no processo de aprendizagem.

Os resultados indicam que 68% dos participantes consideraram a SARndbox mais eficaz para a compreensão dos conceitos geográficos e ambientais. Além disso, 88% afirmaram que a ferramenta proporcionou uma visão mais clara e prática de conteúdos que anteriormente eram apresentados de forma abstrata, enquanto os demais 12% relataram que essa clareza foi apenas parcial. Esse dado evidencia que a interação com a SARndbox pode tornar o aprendizado mais acessível e concreto.

Figura 6 - Comparando a SARndbox com os métodos tradicionais.

Comparando a SARndbox com os métodos tradicionais (como livros ou aulas), qual delas facilitou mais sua compreensão dos conceitos geográficos e/ou ambientais?

94 respostas

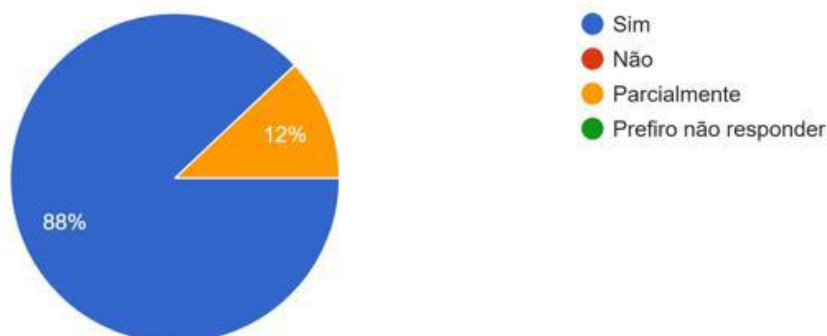


Fonte: Autor

Figura 7 - Clareza e Praticidade dos Conceitos: SARndbox vs. Métodos Tradicionais

A SARndbox proporcionou uma visão mais clara e prática dos conceitos que antes eram abordados de forma abstrata nos métodos tradicionais?

94 respostas



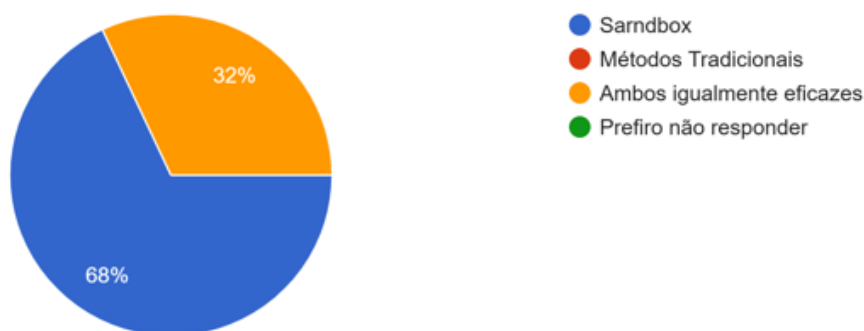
Fonte: Autor

A retenção dos conceitos a longo prazo também foi destacada: 68% dos respondentes apontaram a SARndbox como mais eficaz nesse aspecto, enquanto 32% consideraram ambos os métodos (tradicional e tecnológico) igualmente eficientes. Isso sugere que o uso combinado de ferramentas interativas e estratégias pedagógicas convencionais pode potencializar o aprendizado e a memorização dos conteúdos.

Figura 8 - Retenção de Conceitos a Longo Prazo: Comparativo entre Métodos

Qual método você considera mais eficaz para a retenção de conceitos a longo prazo?

94 respostas



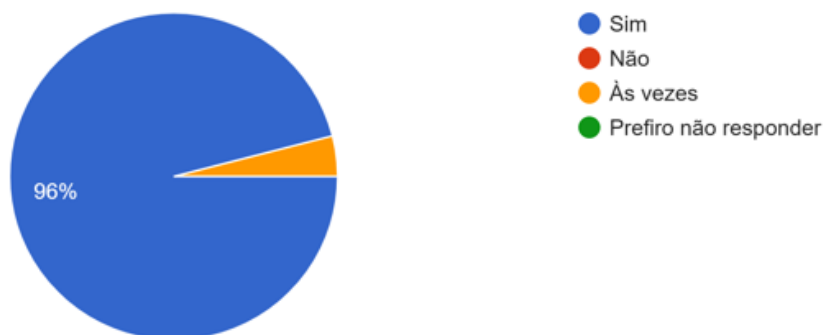
Fonte: Autor

Outro ponto relevante foi a percepção de flexibilidade no processo de aprendizagem. Um total de 96% dos participantes afirmou ter percebido maior flexibilidade no uso da SARndbox, quando comparado ao método tradicional. Essa flexibilidade, associada ao caráter interativo da ferramenta, favorece uma abordagem mais adaptada às necessidades individuais dos estudantes.

Figura 10 - Flexibilidade no Aprendizado: SARndbox vs. Métodos Tradicionais

Você percebeu mais flexibilidade no seu aprendizado com a SARndbox em comparação com os métodos tradicionais?

94 respostas



Fonte: Autor

Embora os resultados obtidos sejam promissores, é necessário ampliar a aplicação da metodologia em outros grupos de alunos, abordando temáticas mais complexas e com intervalos de tempo maiores entre as avaliações. Tal ampliação permitirá investigar a eficácia da ferramenta na retenção dos conteúdos a médio e longo prazo, bem como identificar eventuais limitações em sua aplicabilidade didática. Dessa forma, será possível consolidar a SARndbox como uma aliada estratégica no ensino de Geociências e em outras áreas que demandam visualização espacial e interpretação topográfica.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da SARndbox como recurso didático no ensino de Geociências demonstrou impacto positivo na aprendizagem dos estudantes, tanto em termos de assimilação imediata quanto na retenção a longo prazo. A melhoria nas taxas de acerto entre as avaliações pré e pós-intervenção, bem como a percepção positiva dos participantes em eventos de maior abrangência institucional, como a Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica, evidenciam o potencial da ferramenta em promover um aprendizado mais significativo, visual e interativo.

A combinação de elementos sensoriais, cognitivos e colaborativos favoreceu o desenvolvimento de habilidades espaciais e de interpretação de feições naturais complexas, o que é essencial para a formação de profissionais na área das engenharias e da construção civil. No entanto, a análise também indica que o uso da SARndbox deve ser articulado com outras metodologias, a fim de potencializar seus efeitos e garantir uma abordagem pedagógica mais ampla, eficaz e duradoura.

Recomenda-se, portanto, a ampliação do uso da SARndbox em contextos educacionais diversos, bem como a realização de novos estudos com amostras maiores e intervalos temporais mais longos, para avaliar a consolidação do conhecimento adquirido e a eficácia do recurso em diferentes níveis de ensino. Assim, consolida-se a SARndbox como uma importante aliada no processo de modernização do ensino técnico e superior, contribuindo para uma educação mais dinâmica, acessível e conectada às transformações tecnológicas e às necessidades do século XXI.

REFERÊNCIAS

KAWAMOTO, André Luiz Satoshi. **Manual de instalação, configuração e uso da caixa de areia de realidade aumentada (SARndbox)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Ciências da Computação e Departamento Acadêmico de Ambiental, Campo Mourão-PR, 2016.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: Ribeiro, M.W.S.; ZORZAL, E.R. (Org.). Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. 1 ed. Porto Alegre: SBC, 2011, v. 1.

KREYLOS, O. Augmented Reality Sandbox. 2012. Disponível em: <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

MILGRAM, Paul et al. **Augmented reality**: a class of displays on the reality-virtuality continuum. Telemanipulator And Telepresence Technologies, v. 2351, n. 1, p. 282-292, 21 dez. 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum. Acesso em: 13 de set. 2024.

USE OF AUGMENTED REALITY TO ENHANCE LEARNING IN GEOSCIENCES IN TECHNICAL AND CIVIL ENGINEERING COURSES

Abstract: *This study presents the results of applying SARndbox, an Augmented Reality tool, as an educational resource in the teaching of Geosciences to technical and Civil Engineering students at IFAL – Campus Maceió. The research evaluated the effectiveness of SARndbox in learning geomorphological, cartographic, and hydrological concepts through practical activities and questionnaires administered before and after interaction with the tool. The data revealed a significant improvement in student performance, highlighting the understanding of abstract concepts and knowledge retention. During the 4th National Week of Professional and Technological Education, a questionnaire with 94 participants reinforced the positive perception of SARndbox compared to traditional methods, demonstrating greater clarity, flexibility, and engagement. The study concludes that SARndbox promotes visual, interactive, and meaningful learning, recommending its use as an active and effective teaching methodology.*

Keywords: *Active Learning, Vocational Education, Augmented Reality, Educational Technology, Geoscience Education*

