

Realidade Aumentada e Geografia Escolar: Uma Nova Possibilidade de Ensino-Aprendizagem de Geomorfologia para o Ensino Médio

Pereira de Oliveira, G. (UFPE) ; Silva Santos, R. (UFPE) ; Lira, D.R. (UFPE) ; Menezes Júnior, E.M. (UFPE) ; Silva, W.F. (UFPE)

RESUMO

O uso da Realidade Aumentada por meio da interface tangível -SARndbox- surge como opção ao processo de ensino-aprendizagem na Geografia Escolar. Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar a eficácia do uso desta ferramenta no ensino de Geomorfologia à alunos do Ensino Médio. Para isso, foram selecionados 54 estudantes do 1º Ano de uma escola pública da Região Metropolitana do Recife. A atividade didática foi dividida em três etapas: aula expositiva dialogada, atividade diagnóstica, interação com a SARndbox e reaplicação da atividade diagnóstica. Observou-se grande engajamento dos alunos na atividade, porém, os resultados quantitativos foram limitados, mostrando dificuldades na identificação aos tipos de formas de relevo, como pedimentos, o que sugere dificuldades relacionadas a questões processuais. Em relação ao pensamento e raciocínio espacial, os alunos mostraram habilidades esperadas.

PALAVRAS CHAVES

Interfaces Tangíveis; formas de relevo; metodologias ativas; feições geomórficas; ensino-aprendizagem

ABSTRACT

The use of Augmented Reality through the tangible interface -SARndbox- appears as an option for the teaching-learning process in School Geography. In this research, the objective was to evaluate the effectiveness of using this tool in teaching Geomorphology to high school students. For this, 54 students of the 1st year of a public school in the Metropolitan Region of Recife were selected. The didactic activity was divided into three stages: expository dialogued class, diagnostic activity, interaction with the SARndbox and reapplication of the diagnostic activity. There was a great engagement of the students in the activity, however, the quantitative results were limited, showing difficulties in identifying the types of landforms, such as pediments, which suggests difficulties related to procedural issues. Regarding thinking and spatial reasoning, students showed expected skills.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicações - TDICs, legou aos professores de Geografia uma significativa diversidade de ferramentas para a emulação em meio digital de diversas variáveis e processos geoespaciais. Esse progresso é perceptível nas diretrizes específicas que tratam das competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes dos diversos níveis de ensino, que no caso do Brasil é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). A apropriação dos avanços tecnológicos pelos professores, cresce conforme novos recursos vão se tornando disponíveis, como interfaces tangíveis, globos virtuais, aplicativos para dispositivos móveis, entre outras ferramentas. O uso desses equipamentos é incorporado ao arcabouço prático e metodológico dos docentes, numa tentativa de rompimento com as metodologias tradicionais e maior disseminação das denominadas metodologias ativas. Essas são entendidas como formas de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem a partir de experiências reais e/ou simuladas, discutindo-se problemas advindos da prática social e aventando-se sobre possíveis soluções (BERBEL, 2011). Tomando como referência a simulação de processos reais, o que é destacado na definição supracitada de Berbel (2011), a Realidade Aumentada (AR, do inglês Augmented Reality) se apresenta como uma importante ferramenta na fomentação dessas experiências. A diversidade de softwares, sejam para computadores ou smartphones, permite a emulação da realidade de uma crescente coleção de fenômenos espaciais, propiciando uma ruptura de paradigmas tradicionalistas

de ensino. Num momento em que as metodologias ativas ganham crescente destaque nos campos teórico-metodológico e prático, ferramentas modernas de modelagem virtual da realidade, como softwares de AR, interfaces tangíveis, globos virtuais, dentre outros, se mostram promissoras. Na ciência geográfica, trabalha-se com uma ampla gama de sistemas e processos espaciais interconectados, o que torna ainda mais desafiador para o educador ser compreendido pelos alunos. Há a necessidade de se desenvolver nos educandos o pensamento espacial, compreendendo esse como um conjunto de processos mentais de representação, análise e elaboração de inferências a partir das relações entre os diferentes sistemas que compõem o espaço geográfico (UTTAL; MILLER; NEWCOMBE, 2013). A realidade aumentada (RA), quando bem empregada, pode auxiliar no processo de modelagem espacial, aproximando os alunos de experiências do seu cotidiano e, conseqüentemente, tornando os conteúdos mais acessíveis. Ao usar o ensino de geomorfologia como exemplo, percebe-se que os avanços tecnológicos atuais têm um papel importante no processo de superação do ensino tradicional das formas de relevo, onde os alunos são limitados a uma percepção 1D e/ou 2D (visão em planta), destacando-se aqui os estudos que tratam do Google Earth (PEREIRA; SILVA, 2012) e de aplicativos de modelagem tridimensional do relevo para smartphones (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019; BARBOZA; RONDINI, 2020; CARVALHO; LIAO, 2020). Entre as ferramentas digitais disponíveis para o ensino de geomorfologia, na perspectiva de metodologias ativas e integradas, destaca-se a SARndbox (KREYLOS, 2012), que combina realidade aumentada e interface tangível (PETRASOVA et al., 2018; HOFIERKA et al., 2022). Seu uso para fins didáticos é amplamente reconhecido pela literatura especializada (NAWAZ; KUNDU; SATTAR, 2017; PETRASOVA et al., 2018; SANTOS et al., 2018; GEORGE; HOWITT; OAKLEY, 2020; SOLTIS et al., 2020; BOS; MILLER; BULL, 2021; HOFIERKA et al., 2022). Este estudo visa preencher a falta de pesquisas que avaliam o impacto do uso da SARndbox na qualidade do ensino de Geomorfologia em diferentes níveis de ensino. O objetivo deste estudo é entender como o uso de interfaces tangíveis, especificamente a SARndbox, podem ajudar a melhorar o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos relacionados à Geomorfologia.

MATERIAL E MÉTODOS

A proposta presente envolveu três etapas distintas: 1 - aquisição de materiais e montagem da Caixa de Areia de AR (SARndbox); 2 - consistiu em uma aula expositiva e dialogada para apresentação dos temas aos envolvidos; 3 - avaliar a efetividade do recurso de ensino utilizado. É importante destacar que as etapas foram realizadas conforme o ritmo e conhecimento prévio dos alunos participantes. Para a construção da SARndbox foi feita a aquisição dos seguintes materiais: um notebook (com placa de vídeo offboard, processador Intel® Core™ 2 Duo, memória RAM mínima de 2Gb, HD com espaço mínimo de 20Gb e Sistema Operacional Linux Mint), um retroprojetor, um sensor de movimento e profundidade para vídeo game (modelo Kinect para XBOX 360, composto por uma câmera de detecção de vídeo RGB com resolução de 640x480, sensor de profundidade 3D e microfone multi-vetorial), um suporte de ferro para o retroprojetor e para o Kinect, uma caixa de madeira (dimensões de 72,5 cm de largura x 95,5 cm de comprimento x 20 cm de profundidade), uma mesa para servir de suporte para o notebook e para a caixa de madeira e, por fim, areia de construção civil (preferencialmente fina e branca). O software utilizado (SARndbox versão 2.8) foi desenvolvido por Oliver Kreylos (2012), do Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia Davis (UC Davis) (MEZZOMO; KAWAMOTO; BRAZ, 2020). O seu download pode ser feito no seguinte endereço eletrônico: <<https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>>. Tendo em vista o uso desse programa ao invés de outros disponíveis, optou-se por denominar o equipamento desenvolvido neste estudo de SARndbox, mesma nomenclatura usada na Rede SARndbox Brasil (UTFPR, 2021), ao invés de AR Sandbox para fins de padronização. Mais detalhes sobre a montagem da SARndbox podem ser encontrados no trabalho de Mezzomo, Kawamoto e Braz (2020). A etapa seguinte consistiu na avaliação da efetividade da SARndbox como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de temáticas voltadas para a Geomorfologia, bem como Cartografia e Hidrografia. Contou-se com a participação de 54 alunos de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio Colégio de Aplicação da UFPE (Cap-UFPE), localizado no município do Recife, Pernambuco. Estes foram divididos em dez grupos que variaram de cinco a seis integrantes. Para os alunos participantes, foi realizada uma aula expositiva dialogada sobre os conteúdos abordados antes da aplicação da atividade. Essa

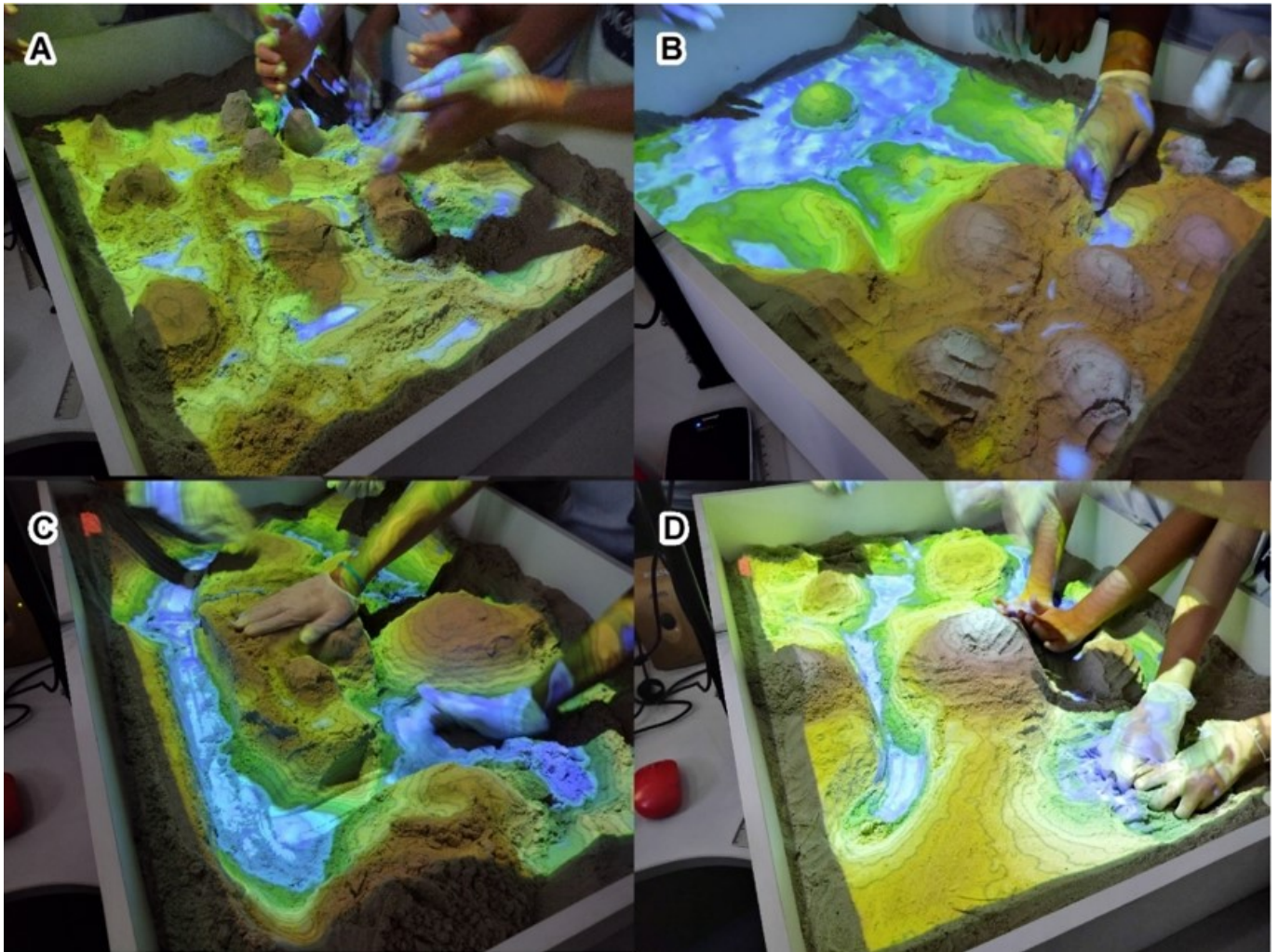
aula incluiu noções básicas de Cartografia, Geomorfologia e Hidrografia, como escala cartográfica, leitura de cartas e mapas, formas de relevo e escoamento superficial. Imediatamente após a aula, a atividade de avaliação foi aplicada, que consistiu em um conjunto de três cartas topográficas representando o terreno através de curvas de nível e três blocos diagramas com representação em visão oblíqua da paisagem. Nesse material, algumas feições gerais do relevo, como encostas, vales, planícies, pedimentos, topos, foram indicadas para que os alunos pudessem nomeá-las corretamente. No tocante às paisagens analisadas, optou-se por contextos morfoclimatológicos diversificados, analisando-se desde áreas semiáridas a domínios caracterizados por maior umidade. Num segundo momento os discentes envolvidos foram convidados a participar de uma atividade prática envolvendo a SARndbox, onde esses tiraram suas dúvidas acerca da leitura de cartas topográficas e formas de relevo. A atividade de avaliação foi aplicada novamente uma semana após o momento interativo, buscando-se analisar se houve melhoria na capacidade de assimilação a longo prazo dos conhecimentos trabalhados. Por fim, foram realizadas uma análise qualitativa e comparativa das respostas obtidas nos dois momentos da atividade. Essa etapa teve como objetivo 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como produto inicial do presente estudo, destacam-se as atividades desenvolvidas para a aplicação junto às turmas participantes da pesquisa. Optou-se por trabalhar com três áreas distintas: o planalto sedimentar do Araripe, no Cariri cearense; a planície fluvio-marinha do Recife e tabuleiros adjacentes; e os mares de morros da Zona da Mata Sul de Pernambuco. Para cada um desses recortes espaciais, elaborou-se uma carta topográfica e um bloco-diagrama contendo uma representação tridimensional do relevo (Figura 1). Em cada uma dessas representações foram indicadas feições geomórficas específicas para as quais foi atribuído um código composto de letra e número. Os conceitos trabalhados podem ser classificados em dois grupos, sendo o primeiro correspondente as formas de relevo cuja identificação é mais intuitiva, como planícies, vales, morros, encostas e platôs. As demais feições trabalhadas exigiram um nível maior de abstração, como morros testemunhos, pedimentos, tabuleiros conservados e tabuleiros dissecados. Além da forma, essas unidades também são definidas a partir do contexto litoestrutural e dos processos atuantes, como o grau de dissecção. Foram dez grupos e vinte formas a serem identificadas nas cartas topográficas, totalizando 200 respostas contabilizadas. Para os blocos tridimensionais, foram 18 feições para análise, contabilizando 180 respostas registradas. Trabalhou-se em cima da taxa de acerto dessas respostas nos dois momentos de aplicação das atividades com material impresso, antes e após a interação com a SARndbox. Mesmo não dispondo de biossensores para a captação da variação eletrodérmica dos discentes, variável que oscila com o nível de exaltação do indivíduo (SOLTIS et al., 2020), foi consideravelmente perceptível o engajamento dos alunos ao se depararem com a SARndbox. No decorrer da atividade, os participantes, divididos em grupos, foram instigados a relembrar os conceitos trabalhados em sala de aula, mas procurou-se mantê-los em um estado de imersão na dinâmica para poderem treinar seu senso de criatividade e aproveitar a experiência multissensorial. Das formas desenhadas na areia, visualizou-se uma diversidade de paisagens (Figura 2) elaboradas a partir de diferentes níveis de trabalho em grupo. A comparação das respostas da atividade com as cartas topográficas e blocos 3D, antes e após a interação com a SARndbox, é mostrada nas tabelas 1 e 2. No que diz respeito às cartas topográficas (Figura 3), onde o relevo é representado por meio das curvas de nível, essa foi a forma de representação mais facilmente assimilada pelos alunos, diferentemente do que se pensava em relação aos blocos diagramas tridimensionais. Os estudantes demonstraram um bom domínio da percepção em planta, baseada na visão 2D das feições geomórficas expressas pelas curvas de nível. A melhoria na taxa de acerto na atividade das cartas topográficas não foi significativa, indo de 53% para 58%, o que representa uma diferença de apenas 5 pontos percentuais. Esse aumento é pouco expressivo em comparação com outros estudos, como o de Hofierka et al. (2022), em que a pontuação inicial de 27,6% aumentou para 65,2%. Num primeiro momento, pode-se argumentar que a SARndbox necessita de mais adaptações para promover avanços significativos nos alunos, e que o tempo de interação não foi suficiente para promover mudanças reais. Contudo, os valores iniciais não foram baixos, indicando um bom nível de entendimento dos alunos do 1º ano do Ensino Médio sobre a

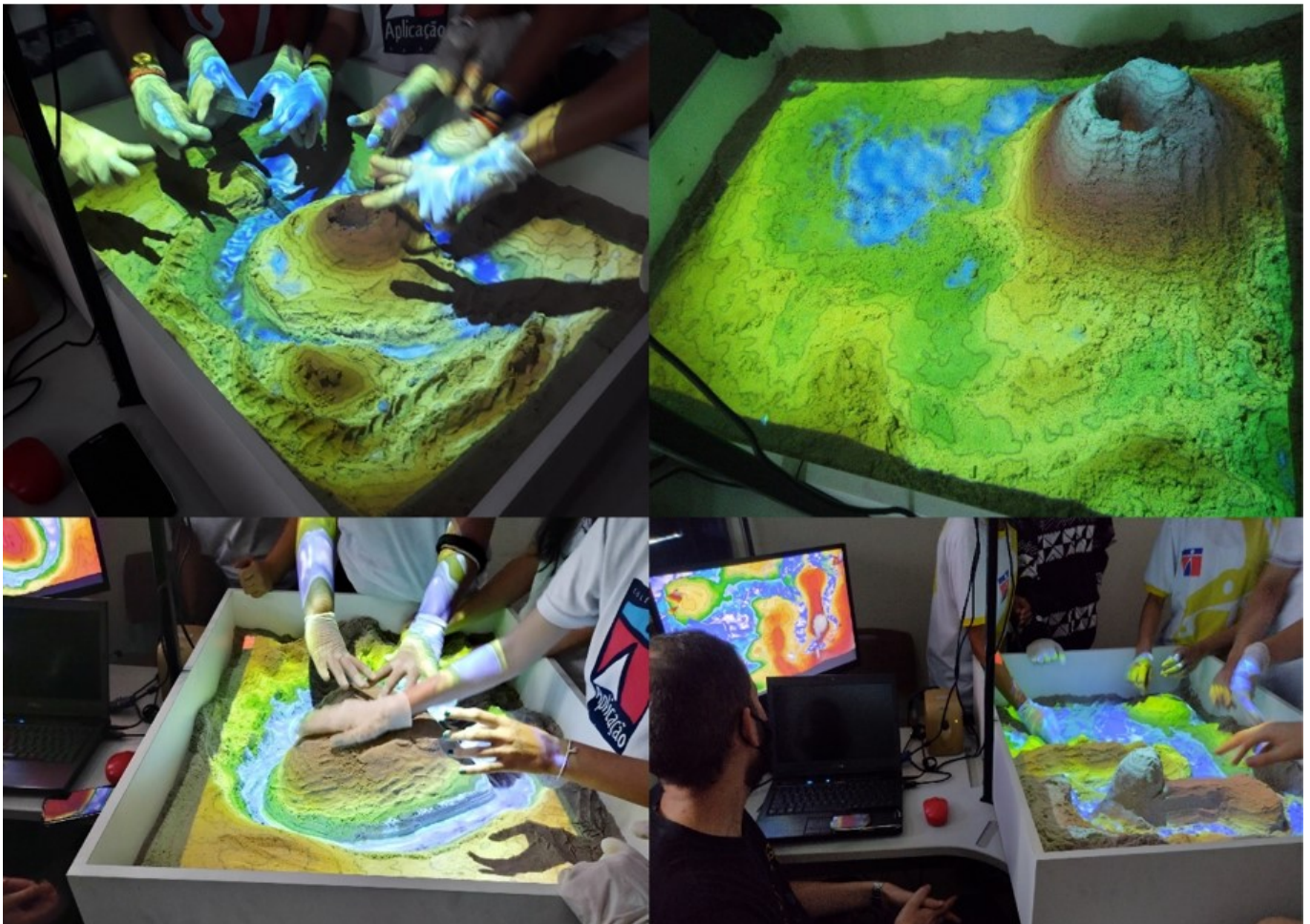
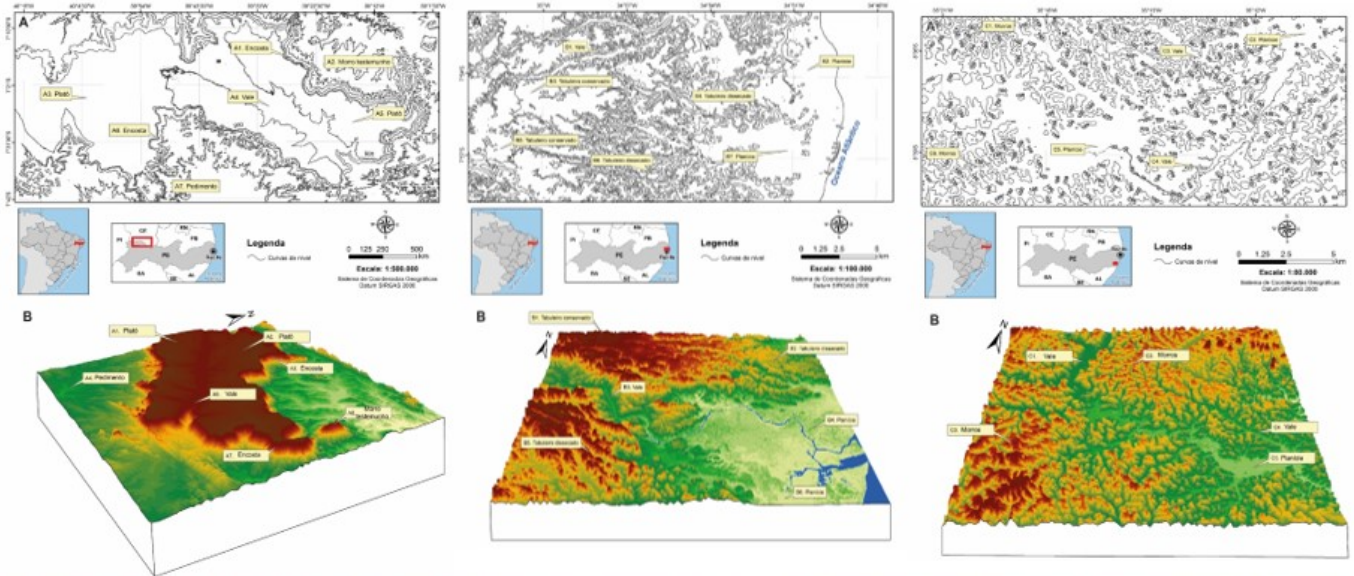
especialização e a morfologia do relevo na escola onde se realizou o estudo. Nos dois momentos de aplicação da atividade, foi notada uma dificuldade dos alunos em interpretar os blocos com a visão do relevo na perspectiva oblíqua (Figura 3). Apesar disso, a taxa de acertos, num universo de 180 questões, foi satisfatória em ambos os momentos, permanecendo estática em 58,9%. Na segunda aplicação dos exercícios, houve alterações no entendimento das formas, com algumas aumentando a taxa de acertos, como os morros testemunho e tabuleiros dissecados, e outras diminuindo, como os platôs e os vales. No entanto, os valores finais se contrabalancearam, mantendo a taxa final sem modificações. Os dados apresentados nos parágrafos anteriores mostram que não houve grandes aumentos nas taxas de acertos nos dois momentos de aplicação das atividades. Evans et al. (2018) também observaram resultados semelhantes, apontando um aumento no tempo das atividades de interação dos alunos com a SARndbox como uma possível forma de promover avanços mais significativos no processo de ensino- aprendizagem. É importante ressaltar que os grupos participantes da atividade tiveram contato com o equipamento por apenas 10 minutos, o que pode ser aumentado em futuras intervenções. A metodologia para a coleta dos dados também interferiu no resultado final. Apesar de estar se trabalhando com uma metodologia ativa, a qual mescla situações reais do mundo físico-natural com a tecnologia da realidade aumentada, foi pedido aos alunos o preenchimento de fichas impressas. Faz-se necessário a elaboração de um modelo avaliativo que também seja dinâmico e preze por um viés mais qualitativo em detrimento da simplificação quantitativa da análise de taxas de acerto. O formato de Oficina (laboratório ou workshop) se mostra compatível com a SARndbox. Como destaca Anastasiou e Alves (2005), nessa estratégia de ensino- aprendizagem a avaliação leva em consideração, além da participação dos estudantes e demonstração de domínio das habilidades visadas, atividades auto- avaliativas, descritivas e até mesmo a elaboração de produtos. Outras práticas podem se mostrar úteis, conforme o uso de RA no ensino de Geomorfologia for se consolidando e novas demandas se apresentem, exigindo assim cada vez mais o aprimoramento do processo avaliativo. Feições mais intuitivas, como vales, planícies e morros, foram assimiladas de maneira mais evidente pelos alunos. Além disso, essas formas de relevo são mais evidentes no entorno imediato dos discentes, cujas residências se distribuem pela Região Metropolitana do Recife e alguns municípios próximos situados na Zona da Mata Norte ou Zona da Mata Sul. Houve uma significativa dificuldade em abstrair os pedimentos, bem como em diferenciar tabuleiros dissecados dos conservados. A taxa de acertos dessas feições foi praticamente nula. A dificuldade de entendimento dos pedimentos é algo esperado, considerando que essa feição é comum à região semiárida do Sertão pernambucano, realidade paisagística díspar da conhecida pelos alunos. Distingui-los de uma planície, onde o relevo também varia de plano a suave ondulado, exige uma significativa noção processual, já que é o processo morfogenético predominante que os diferencia. Com relação aos tabuleiros costeiros, a maioria dos alunos conseguiu identificá- los. Contudo, novamente questões processuais dificultaram a diferenciação entre o modelado conservado e dissecado. Neste caso não é a distinção entre processos, mas a idade e magnitude de uma mesma dinâmica geomorfológica, que é a dissecação. Essas são noções complexas para a abstração de discentes do ensino médio e até mesmo do nível superior. Uma importante questão a ser discutida é como a SARndbox se relaciona com as competências e habilidades instituídas pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Este conjunto de normativas é o principal norteador das metodologias e práticas de ensino no âmbito da educação básica no Brasil. Com base nas interações visualizadas durante as atividades, identificou os principais componentes da estrutura da BNCC que puderam ser desenvolvidas. Apesar dos discentes envolvidos serem do Ensino Médio, destacaram-se também algumas proposições para o Ensino Fundamental (Anos Finais) que podem se beneficiar dos modelos de realidade aumentada. Outras temáticas, como às relacionadas à recursos hídricos, uso e cobertura da terra, dentre outros, também podem ser exploradas.

Figura 2



Formas de relevo trabalhadas em sala de aula transpostas para a SARndbox pelos discentes. A- Morros; B - Planície litorânea; C - Morro testemunho próx

Figura 1



blocos diagramas. carta topográfica e modelos tridimensionais

Figura 3

CARTAS TOPOGRÁFICAS (VISÃO 2D)				
Formas de relevo	Antes da SARndbox		Após a SARndbox	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
A1 – Encosta	8	2	9	1
A2 – Morro testemunho	2	8	4	6
A3 – Platô	1	9	4	5
A4 – Vale	7	3	6	4
A5 – Platô	7	3	7	3
A6 – Encosta	7	3	7	3
A7 – Pedimento	0	10	0	10
B1 – Vale	9	1	10	0
B2 – Planície	9	1	10	0
B3 – Tabuleiro conservado	0	0	0	0
B4 – Tabuleiro dissecado	0	10	1	9
B5 – Tabuleiro conservado	0	0	0	0
B6 – Tabuleiro dissecado	3	7	3	7
B7 – Planície	10	0	9	1
C1 – Morros	8	2	8	2
C2 – Planície	9	1	10	0
C3 – Vale	6	4	7	3
C4 – Vale	8	2	8	2
C5 – Planície	7	3	6	4
C6 – Morros	5	5	7	3
Total (200)	106 (53%)	94 (47%)	116 (58%)	84 (42%)

BLOCO DIAGRAMA (VISÃO 3D)				
Formas de relevo	Antes da SARndbox		Após a SARndbox	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
A1 – Platô	8	2	7	3
A2 – Platô	8	2	6	4
A3 – Encosta	9	1	8	2
A4 – Pedimento	0	10	0	10
A5 – Vale	1	9	0	10
A6 – Morro testemunho	6	4	9	1
A7 – Encosta	7	3	7	3
B1 – Tabuleiro conservado	0	10	0	10
B2 – Tabuleiro dissecado	1	9	1	9
B3 – Vale	9	1	9	1
B4 – Planície	10	0	10	0
B5 – Tabuleiro dissecado	1	9	2	8
B6 – Planície	10	0	10	0
C1 – Vale	8	2	8	2
C2 – Morros	5	5	5	5
C3 – Morros	7	3	7	3
C4 – Vale	8	2	8	2
C5 – Planície	8	2	9	1
Total (180)	106 (58,9%)	74 (41,1%)	106 (58,9%)	74 (41,1%)

TAXA DE ACERTOS POR FORMA DE RELEVO				
Formas de relevo (total)	Antes da SARndbox		Após a SARndbox	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Platô (40)	24 (64%)	16 (40%)	24 (64%)	16 (40%)
Morro testemunho (20)	8 (40%)	12 (60%)	13 (65%)	7 (35%)
Encosta (40)	31 (77,5%)	9 (22,5%)	31 (77,5%)	9 (22,5%)
Vale (80)	54 (67,5%)	26 (32,5%)	56 (70%)	24 (30%)
Pedimento (20)	0	20 (100%)	0	20 (100%)
Tabuleiro conservado (30)	0	30 (100%)	0	30 (100%)
Tabuleiro dissecado (40)	5 (12,5%)	35 (87,5%)	7 (17,5%)	33 (82,5)
Morros (40)	25 (62,5%)	15 (37,5%)	27 (67,5%)	13 (32,5%)
B2 – Planície (70)	63 (90%)	7 (10%)	64 (91,43%)	6 (8,57%)
Total (380)	210 (55,6%)	94 (44,74%)	222 (58,42%)	84 (42%)

6 ^o ANO - ENSINO FUNDAMENTAL	
UNIDADES TEMÁTICAS	Formas de representação e pensamento espacial.
OBJETOS DE CONHECIMENTO	Fenômenos naturais e sociais representados de diferentes maneiras.
HABILIDADES	(EF06GE09) Elaborar modelos tridimensionais, blocos-diagramas e perfis topográficos e de vegetação, visando à representação de elementos e estruturas da superfície terrestre.
1 ^o ANO - ENSINO MÉDIO	
COMPETÊNCIA GERAL	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA	Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.
HABILIDADES	(EM13CHS106) Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Tabelas de acertos e Competências

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática desenvolvida possibilitou a reflexão sobre definições conceituais e gerou perguntas sobre o uso de tecnologias no ambiente escolar. Primeiramente, é importante destacar que a Geografia Escolar deve rever as conceituações utilizadas em sala de aula, optando por definições intuitivas que sejam facilmente compreendidas pelos alunos. Conceituações complexas, como pedimentos e tabuleiros em seus diferentes níveis de dissecção, podem causar problemas de interpretação até mesmo no âmbito acadêmico e seu uso deve ser revisado e otimizado. A dinâmica para trabalhar com essas concepções está além de uma simples análise de formas e requer o entendimento da gênese e dos processos atuantes, o que pode ser de difícil abstração por parte dos educandos. Apesar das dificuldades logísticas, de recursos e de materiais para a implementação, o modelo SARndbox pode se tornar disponível para um público considerável de alunos da rede básica de ensino a partir de parcerias entre escolas e universidades. A cooperação mútua entre escolas e instituições acadêmicas, como ocorreu neste estudo, tem o potencial de promover avanços significativos na pesquisa e no desenvolvimento de práticas e metodologias ativas de ensino. É importante enfatizar que a tecnologia não deve ser o objetivo final, mas sim um recurso a ser utilizado para alcançar o verdadeiro objetivo, que é a disseminação do conhecimento geográfico de forma coerente e igualitária.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES por apoio financeiro, a PROEXC - UFPE e ao CAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AB'SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 5. ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2005.

BARBOZA, J. P. M.; RONDINI, C. A. Tecnologia no ensino de Geografia: uma reflexão acerca do uso do aplicativo “LandscapAR” no ensino-aprendizagem de curvas de nível. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 22, n. 79, p. 39-55, 2020.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BOS, D.; MILLER, S.; BULL, E. Using virtual reality (VR) for teaching and learning in geography: fieldwork, analytical skills, and employability. Journal of Geography in Higher Education, Taylor & Francis, p. 1-10, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. 600p.

CARVALHO, J. M. J; LIAO, T. Realidade Aumentada e Interdisciplinaridade: O uso do aplicativo LandscapAR no Ensino de Matemática e Geografia. EaD em Foco, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 1-13, 2020.

EVANS, M.; FLEMING, B.; THWALA, Z.; DRENNAN, G. Can the augmented reality sandbox help learners overcome difficulties with 3-D visualisation? Terrae Didactica, Campinas, v. 14, n. 4, p. 389-394, 2018.

GEORGE, R.; HOWITT, C.; OAKLEY, G. Young children’s use of an augmented reality sandbox to enhance spatial thinking. Children’s Geographies, Taylor & Francis v. 18, n. 2, p. 209-221, 2020.,

HOFIERKA, J.; GALLAY, M.; ŠUPINSKÝ, J.; GALLAYOVÁ, G. A tangible landscape modelling system for geography education. Education and Information Technologies, Springer, v. 27, n. 2, 2022.

KREYLOS, O. Augmented Reality Sandbox. 2012. Disponível em: <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

MEZZOMO, M. D. M.; KAWAMOTO, A. L. S.; BRAZ, G. A. G. Manual de instalação, configuração e uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox): versão atualizada. Campo Mourão – PR: Nova História Assessoria e Gestão Cultural, 2020. 58p.

NAWAZ, M.; KUNDU, S. N.; SATTAR, F. Augmented Reality Sandbox and constructivist approach for Geoscience teaching and learning. International Journal of Educational and Pedagogical Sciences, World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 11, n. 6, p. 1603-1606, 2017.

OLIVEIRA, E. A.; OLIVEIRA, R. C. S. O uso do aplicativo LandscapAR como recurso pedagógico para o ensino de Geografia. Geosaberes, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 100-114, 2019.

PEREIRA, J. S.; SILVA, R. G. S. O ensino de geomorfologia na educação básica a partir do cotidiano do aluno e o uso de ferramentas digitais como recurso didático. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 4, p. 69-79, 2012.

PETRASOVA, A.; HARMON, B.; PETRAS, V.; TABRIZIAN, P.; MITASOVA, H. Tangible modeling with open source GIS. 2. ed. Cham, Switzerland: Springer, 2018.

SANTOS, R. S.; SANTOS, G. C.; TAVARES, K. C. O.; RAFAEL, L. M.; LIRA, D. R.; SANTOS, C. A. Aplicação da SARndbox no ensino de Geomorfologia. *Revista de Geografia (Recife)*, Recife, v. 35, n. 4, p. 83-91, 2018.

SOLTIS, N. A.; MCNEAL, K. S.; ATKINS, R. M.; MAUDLIN, L. C. A novel approach to measuring student engagement while using an augmented reality sandbox. *Journal of Geography in Higher Education*, Taylor & Francis, v. 44, n. 4, p. 512-531, 2020.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: subject and system. In: SZABÓ, J; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (Eds.). *Anthropogenic Geomorphology: a guide to man-made landforms*. Dordrecht: Springer, 2010. p. 3-10.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. *Geossistemas*. Mercator, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

TUAN, Y. F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio*. Londrina: Eduel, 2012.

UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Projeto SARndbox. UTFPR-CM cria rede de colaboração denominada Rede Sarndbox Brasil. 2021. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/noticias/campo-mourao/projeto-sarndbox>. Acesso em: 03 mai. 2022.

UTTAL, D. H.; MILLER, D. I.; NEWCOMBE, N. S. Exploring and enhancing spatial thinking: links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics? *Current Directions in Psychological Science*, Association for Psychological Science, v. 22, n. 5, p. 367-373, 2013.