



O potencial da Realidade Virtual (VR) para aprimorar a aprendizagem nas aulas de Geografia

Luís Roberto Cavalcanti da Silva¹ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9842-8264>

Thomaz de Souza Nino² - Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6346-5715>

¹ Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco – SEDUC-PE – Garanhuns, Pernambuco, Brasil*

² Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco – SEDUC-PE – Garanhuns, Pernambuco, Brasil**

Artigo recebido em 05/11/2024 e aceito em 30/04/2025

RESUMO

Este artigo investiga o uso da Realidade Virtual (VR) como ferramenta pedagógica em aulas de Geografia, com foco na confecção e utilização de óculos VR pelos próprios alunos. O papel crescente dessa tecnologia no ambiente educacional evidencia seu potencial para proporcionar experiências de aprendizagem mais interativas. A construção dos óculos VR utilizou materiais acessíveis, como placas de EVA e garrafas PET para as lentes, seguindo o modelo do *Google Cardboard*. Participaram 30 alunos, organizados em equipes, o que favoreceu a colaboração e o desenvolvimento de habilidades práticas durante a montagem. Após a confecção, os alunos usaram os óculos para explorar conteúdos geográficos virtuais, como paisagens e monumentos históricos, permitindo uma avaliação da eficácia dessa tecnologia no aprendizado. A maioria dos alunos relatou maior engajamento e interesse nas aulas, especialmente devido à visualização de conceitos complexos de maneira prática e interativa. No entanto, foram identificados desafios, como desconforto no uso prolongado dos óculos e dificuldades na criação de lentes eficientes. Apesar dessas limitações, o uso da VR se mostrou eficaz para aprimorar a compreensão dos conteúdos e promover habilidades como o trabalho em equipe e a resolução de problemas. A realidade virtual é uma ferramenta promissora para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, com potencial para transformar o ambiente educacional, desde que se superem os desafios técnicos e sejam aprimorados os recursos de mídia utilizados.

Palavras-chave: realidade virtual; tecnologia educacional; habilidades práticas; conteúdos virtuais; inovação pedagógica.

* Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, E-mail: luisresilva@gmail.com

** Especialista em Docência do Ensino Superior e Neuropsicologia, Faculdade FACUMINAS de Pós-Graduação, E-mail: thomazlattes@gmail.com

The potential of Virtual Reality (VR) to enhance learning in Geography classes

ABSTRACT

This article investigates the use of Virtual Reality (VR) as a pedagogical tool in Geography classes, focusing on the creation and use of VR glasses by the students themselves. The growing role of this technology in the educational environment highlights its potential to provide more interactive learning experiences. The construction of the VR glasses used accessible materials, such as EVA foam sheets and PET bottles for the lenses, following the Google Cardboard model. Thirty students participated, organized into teams, which fostered collaboration and the development of practical skills during the assembly. After the creation process, the students used the glasses to explore virtual geographic content, such as landscapes and historical monuments, allowing for an evaluation of the effectiveness of this technology in learning. Most students reported greater engagement and interest in the classes, especially due to the visualization of complex concepts in a practical and interactive way. However, challenges were identified, such as discomfort during prolonged use of the glasses and difficulties in creating efficient lenses. Despite these limitations, the use of VR proved effective in enhancing content comprehension and promoting skills like teamwork and problem-solving. Virtual reality is a promising tool to enrich the teaching-learning process, with the potential to transform the educational environment, provided that technical challenges are overcome and media resources are improved.

Keywords: virtual reality; educational technology; practical skills; virtual content; pedagogical innovation.

El potencial de la Realidad Virtual (VR) para mejorar el aprendizaje en las clases de Geografía

RESUMEN

Este artículo investiga el uso de la Realidad Virtual (VR) como herramienta pedagógica en las clases de Geografía, centrándose en la creación y uso de gafas VR por parte de los propios estudiantes. El creciente papel de esta tecnología en el entorno educativo resalta su potencial para proporcionar experiencias de aprendizaje más interactivas. La construcción de las gafas VR utilizó materiales asequibles, como placas de EVA y botellas de PET para las lentes, siguiendo el modelo de *Google Cardboard*. Participaron 30 estudiantes, organizados en equipos, lo que favoreció la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas durante el montaje. Tras su fabricación, los estudiantes utilizaron las gafas para explorar contenidos geográficos virtuales, como paisajes y monumentos históricos, lo que permitió evaluar la eficacia de esta tecnología en el aprendizaje. La mayoría de los estudiantes reportaron una mayor participación e interés en las clases, especialmente debido a la visualización de conceptos complejos de forma práctica e interactiva. Sin embargo, se identificaron desafíos, como la incomodidad por el uso prolongado de gafas y las dificultades para crear lentes eficientes. A pesar de estas limitaciones, el uso de la realidad virtual demostró ser eficaz para mejorar la comprensión del contenido y promover habilidades como el trabajo en equipo y la resolución de problemas. La realidad virtual es una herramienta prometedora para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, con potencial para transformar el entorno educativo, siempre y cuando se superen los desafíos técnicos y se mejoren los recursos mediáticos utilizados.

Palabras clave: realidad virtual; tecnología educativa; habilidades prácticas; contenido virtual; innovación pedagógica.

INTRODUÇÃO

O constante avanço tecnológico impulsiona o surgimento de novos métodos e conceitos, além de sua aplicação em diversas áreas. Com a realidade virtual, não foi diferente. Essa tecnologia, em contínua evolução, vem ganhando espaço e tornando-se cada vez mais relevante em diversos campos. Seu principal objetivo, de acordo com Kamińska *et al.* (2019), é simular um ambiente virtual que proporcione aos usuários uma experiência imersiva. Nos últimos anos, essa ferramenta tem se mostrado especialmente significativa, aprimorando experiências em jogos, treinamentos, educação e saúde. Embora ainda relativamente recente, seu desenvolvimento contínuo promete expandir significativamente suas aplicações (Varinlioğlu, 2020; Petkov *et al.*, 2019; Thampan *et al.*, 2023).

Para entender o contexto dessa evolução, é importante voltar às décadas de 1950 e 1960, que marcaram os primeiros esforços na concepção da realidade virtual. Durante esse período, pesquisadores se dedicaram a experimentos e à exploração de conceitos inovadores voltados à criação de ambientes simulados por meio de dispositivos eletrônicos (Gutierrez, 2023). Esses esforços iniciais, segundo Kari e Kosa (2023), foram fundamentais para o desenvolvimento da realidade virtual como a conhecemos hoje. Nesse sentido, um marco significativo foi o desenvolvimento do sistema ‘*The Sword of Damocles*’, criado por Ivan Sutherland em 1968, que consistia em um capacete exibindo gráficos estereoscópicos, proporcionando uma sensação de imersão (Lee *et al.*, 2022; Kari e Kosa, 2023; Xia e Pan, 2022).

À medida que a tecnologia avançava, Kari e Kosa (2023); Xia e Pan (2022) destacam que a realidade virtual passou por avanços significativos ao longo de sua evolução, impulsionada pelas melhorias nas capacidades de processamento e gráficos dos computadores. Esses avanços permitiram o desenvolvimento de dispositivos mais sofisticados, capazes de simular a realidade de maneira ainda mais precisa. Além disso, o surgimento de tecnologias como sensores de movimento, interfaces táteis e sistemas de rastreamento ocular tem contribuído para uma interação mais natural e imersiva com os ambientes virtuais (Lee *et al.*, 2022; Petkov *et al.*, 2019; Thampan *et al.*, 2023).

Com esses avanços, a aplicação da realidade virtual expandiu-se para uma ampla gama de áreas do conhecimento e entretenimento. Um exemplo notável é seu crescente uso na medicina, conforme destacado por Chen *et al.* (2019) e Moglia *et al.* (2016), especialmente no treinamento de cirurgiões, no planejamento de procedimentos complexos e na cirurgia assistida por robôs (RAS). Além disso, a realidade virtual é empregada no campo da reabilitação física, auxiliando na recuperação de pacientes

com lesões neurológicas por meio de diversos métodos e dispositivos modernos, visando reestabelecer as funções motoras afetadas (Mesa-Gresa *et al.*, 2018; Hao *et al.*, 2022).

Paralelamente, com os avanços contínuos na tecnologia de realidade virtual, o setor de entretenimento, especialmente nos jogos eletrônicos, tem conquistado cada vez mais espaço, proporcionando aos jogadores experiências mais profundas e envolventes (Yuan, 2023). Varinlioğlu (2020) destaca que a introdução de dispositivos como os óculos de realidade virtual (VR) transformou a maneira como os jogos são vivenciados, inserindo os jogadores em ambientes tridimensionais nos quais podem interagir com personagens e objetos de forma mais realista. Além disso, Thampan *et al.* (2023) ressaltam que os avanços na captura de movimentos e na tecnologia de feedback tátil ampliam ainda mais a imersão, permitindo que os jogadores explorem mundos virtuais abertos e participem, de forma online, de eventos cooperativos e competitivos com jogadores de todo o mundo.

A realidade virtual surge como uma ferramenta promissora também na educação, oferecendo um potencial significativo para aprimorar e expandir as experiências em uma ampla variedade de temas, no processo de ensino e aprendizagem. Diversos estudos demonstram que a imersão proporcionada pela realidade virtual pode melhorar consideravelmente a compreensão e a retenção de conteúdos escolares (Chen, 2016). Para testar essa hipótese, Chuang (2023) realizou um experimento com alunos do ensino médio em aulas de biologia, utilizando a tecnologia de realidade virtual. Os resultados revelaram que os estudantes que participaram das aulas imersivas apresentaram um desempenho significativamente superior em testes de conhecimento, em comparação aos que seguiram métodos tradicionais de ensino.

Adicionalmente, várias pesquisas como a de Merchant *et al.* (2014), que foi realizada com estudantes universitários utilizando simulações em jogos e mundos virtuais, revelam que os participantes não apenas demonstraram maior interesse e motivação, mas também uma melhor compreensão dos conceitos abordados. Esses resultados reforçam o potencial da realidade virtual como uma ferramenta eficaz para aprimorar a educação, contribuindo para a criação de ambientes de aprendizagem mais inclusivos, envolventes e personalizados (Bhutoria, 2022).

Com isso, o uso de óculos VR em sala de aula tem gerado intenso debate e interesse entre especialistas da educação e tecnologia, principalmente devido ao seu potencial de transformar o processo de aprendizagem e proporcionar experiências educacionais mais envolventes e interativas (Filatro, 2021). Diferente dos recursos tradicionais utilizados no ambiente escolar, como livros didáticos e vídeos, a realidade virtual oferece experiências que rompem as barreiras físicas da sala de

aula (Allcoat e Von Mühlenen, 2018). Além disso, ela acrescenta uma nova dimensão ao aprendizado, permitindo que os alunos imerjam em cenários realistas, explorem ambientes complexos e interajam com objetos e personagens virtuais, promovendo uma aprendizagem ativa e mais significativa (Rehman *et al.*, 2023).

Dessa forma, o sentido de imersão proporcionado pelos óculos VR permite a simulação de experiências que seriam inacessíveis ou muito dispendiosas para serem realizadas no mundo real. Essa tecnologia revela-se especialmente útil em disciplinas como Biologia, Química, História e Geografia, nas quais os alunos podem explorar lugares distantes, vivenciar eventos históricos ou até mesmo realizar experimentos virtuais (Elkoubaiti e Mrabet, 2018). Em aulas de Biologia, por exemplo, os estudantes podem explorar o corpo humano em detalhes tridimensionais, enquanto nas aulas de História, têm a oportunidade de ser 'transportados' para importantes eventos históricos, vivenciando-os como se estivessem presentes. Em Química, podem realizar experimentos complexos, como reações químicas, em um ambiente seguro e controlado, sem os riscos associados aos materiais reais. Já em Geografia, podem observar fenômenos naturais e paisagens longínquas sem sair da sala de aula. Essas experiências autênticas não só possibilitam uma compreensão mais profunda dos temas estudados, mas também estimulam o interesse e a curiosidade dos alunos (Liao *et al.*, 2023).

Por outro lado, uma das principais vantagens da utilização dos óculos VR na sala de aula é a personalização do aprendizado. Esses equipamentos permitem que cada aluno explore o conteúdo de acordo com seu próprio modo e ritmo, adaptando-se às suas necessidades e preferências individuais (Radiah *et al.*, 2021). Isso cria um ambiente de aprendizado mais inclusivo, onde os estudantes podem desenvolver suas habilidades e competências distintamente, aumentando sua motivação e engajamento (Soler *et al.*, 2023). Além disso, essa abordagem pode ser especialmente benéfica para estudantes com dificuldades de aprendizado ou necessidades especiais, ao oferecer uma experiência de aprendizagem mais acessível. Dessa forma, possibilita que esses estudantes visualizem conceitos abstratos de maneira mais tangível e participem ativamente das atividades virtuais (Chang *et al.*, 2023; Zhu *et al.*, 2023).

No entanto, para que a implementação dos óculos VR em sala de aula seja bem-sucedida, é necessário enfrentar alguns desafios. Um dos principais é o alto custo desses dispositivos, que pode representar uma barreira significativa para muitas instituições educacionais (La Plata *et al.*, 2023). Ainda assim, é fundamental garantir a disponibilidade desses equipamentos em larga escala, assegurando que todos os alunos tenham acesso a essa tecnologia (Furtado e Nunes, 2021). Com isso, é essencial oferecer treinamento adequado para os educadores, permitindo que eles aproveitem ao

máximo os recursos da realidade virtual em suas aulas. Esse investimento em formação é crucial para superar esses e outros desafios, promovendo um compromisso contínuo com a inovação educacional (Wang *et al.*, 2023).

Resumidamente, a utilização dos óculos VR na sala de aula oferece experiências educacionais envolventes, interativas e personalizadas. Embora ainda existam desafios a serem superados, essa tecnologia tem o potencial de transformar o processo de ensino-aprendizagem, estimulando a criatividade, a imaginação e a capacidade de resolução de problemas, tornando a aprendizagem mais cativante, significativa e eficaz (Lin *et al.*, 2023).

Assim, esta pesquisa foi realizada com o objetivo investigar e explorar o potencial dos óculos VR como uma ferramenta inovadora para aprimorar o processo de aprendizagem em sala de aula, com ênfase nas aulas de Geografia. Nesse sentido, buscou-se compreender como essa tecnologia pode proporcionar experiências educacionais imersivas, capazes de estimular a criatividade, a imaginação e a capacidade de resolução de problemas dos alunos. Paralelamente, buscou-se analisar os desafios e obstáculos associados à implementação dos óculos VR no ambiente escolar, assim como avaliar a eficácia desses dispositivos no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e competências dos estudantes.

METODOLOGIA

Para os objetivos deste estudo serem alcançados, foi implementada uma metodologia metódica, composta por uma sequência de atividades específicas voltadas para aulas de Geografia. Essas atividades foram iniciadas por meio de um diálogo aprofundado e produtivo entre os alunos, permitindo a exploração e discussão dos conceitos intrínsecos à realidade virtual, bem como do funcionamento dos óculos VR.

Nesse contexto, abordou-se de forma enfática o projeto *Google Cardboard* (Figura 1), um dispositivo de realidade virtual desenvolvido pela *Google* e lançado em 2014. Esse projeto visa facilitar a construção de um dispositivo de realidade virtual de baixo custo, utilizando qualquer smartphone como tela. Associado a aplicativos de realidade virtual, o *Google Cardboard* permite experiências simples e básicas, ainda assim satisfatórias, que possibilitam contemplar conteúdos dimensionados em perspectiva de 360 graus (Google, 2017).

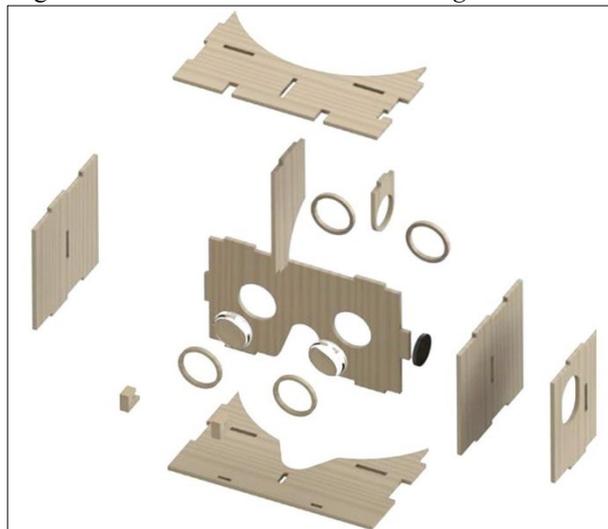
Figura 1: Óculos VR *Google CardBoard*.



Fonte: Google (2017).

Na etapa subsequente, 30 estudantes de uma turma de 1º ano do ensino médio da Escola de Referência em Ensino Médio Henrique Dias, da rede pública estadual de Garanhuns-PE, foram divididos em equipes de 5 membros e incumbidos de confeccionar seus próprios óculos VR, utilizando como base o modelo do *Google Cardboard* de corte a laser das peças (Figura 2) proposto por Ruiz (2014). No entanto, em vez de utilizar MDF (placa de fibra de madeira de média densidade), as peças foram cortadas manualmente em placas de EVA (acetato-vinilo de etileno) de 5 mm, material escolhido pela sua facilidade de acesso e manuseio.

Figura 2: Modelo de corte a laser do *Google Cardboard*



Fonte: Ruiz (2014).

Para garantir que os alunos realizassem o processo de construção adequadamente, foram fornecidos os materiais necessários, bem como instruções detalhadas sobre moldagem, corte e

montagem do equipamento.

Nesse sentido, a confecção das lentes necessárias para o funcionamento dos óculos VR foi baseada no projeto delineado por Santillan Jr. (2016), que consiste no uso de garrafas PET transparentes com curvatura no gargalo, essencial para a modelagem biconvexa das lentes, as quais são preenchidas com água para funcionar adequadamente.

Assim, a metodologia para a confecção das lentes biconvexas incluiu as seguintes etapas:

1. Seleção do material: utilizou-se uma garrafa PET transparente vazia, com uma curvatura adequada para a confecção das lentes biconvexas;
2. Molde e desenho do círculo: a tampa da garrafa, com aproximadamente 25 mm de diâmetro, serviu como molde para desenhar círculos na curvatura da garrafa, que funcionaram como guia para o recorte das peças circulares de plástico;
3. Recorte das peças: com o auxílio de uma tesoura e estilete, foram recortadas quatro peças circulares da garrafa de plástico para cada unidade de óculos VR, considerando que duas peças juntas formariam uma única lente biconvexa;
4. Combinação das peças: duas peças de plástico transparente foram unidas para criar uma lente biconvexa, fixando-as entre si com fita adesiva;
5. Selagem dos lados expostos: para evitar vazamentos e garantir a integridade das lentes, os lados expostos da circunferência do plástico foram cuidadosamente selados com massa epóxi, aguardando o tempo necessário para a massa secar completamente;
6. Remoção das fitas e selagem final: as fitas adesivas foram removidas e o restante dos lados das lentes foi selado, deixando apenas um pequeno orifício aberto para a injeção de água;
7. Injeção de água: para finalizar o processo, uma seringa de 3 ml foi preenchida com água limpa e injetada cuidadosamente na forma biconvexa, garantindo seu completo preenchimento. Após isso, o orifício foi fechado com massa epóxi, assegurando a vedação total da lente.

Adotou-se essa metodologia visando confeccionar lentes biconvexas de maneira acessível e com baixo custo de produção, permitindo sua aplicação em experimentos e atividades tanto no campo da realidade virtual quanto na óptica. É importante ressaltar que o uso de materiais alternativos e de fácil obtenção, como garrafas PET e fita adesiva, favorece a replicabilidade do experimento e sua implementação em contextos educacionais, proporcionando uma abordagem prática e didática no

ensino de conceitos científicos.

Após a construção dos óculos VR, os alunos foram orientados a instalar o aplicativo *Google Cardboard* e acessar, por meio de navegadores web, conteúdos de realidade virtual relacionados aos temas abordados nas aulas de Geografia. Dessa forma, tiveram a oportunidade de vivenciar, mesmo que virtualmente, diferentes lugares e paisagens desconhecidas, como monumentos históricos, ecossistemas exóticos e cidades de diversas partes do mundo. Essa experiência ofereceu aos alunos uma demonstração da interação que a realidade virtual pode proporcionar aos conceitos geográficos, tornando o aprendizado mais concreto e atraente.

Posteriormente, ao final das atividades, cada grupo de alunos realizou uma apresentação geral à turma por meio de um seminário, no qual compartilharam suas experiências e aprendizados adquiridos com a utilização dos óculos VR. Esse momento também incluiu uma reflexão sobre os impactos da tecnologia na compreensão dos conteúdos geográficos, além de suas habilidades de observação, análise espacial e pensamento crítico em relação à experiência vivenciada.

Durante a realização das atividades e o compartilhamento das experiências, foram coletadas informações relevantes através da observação dos alunos, registros escritos e aplicação de questionários (Tabela 1). As respostas dos questionários foram tabuladas e analisadas qualitativamente, permitindo a identificação de temas comuns e padrões nas percepções dos alunos sobre o uso dos óculos VR como ferramenta auxiliar na aprendizagem. Além disso, foram registradas e analisadas as adversidades, contratempos e limitações técnicas enfrentadas pelos alunos durante a execução das tarefas, assim como no uso dos óculos VR nas aulas de Geografia no ambiente escolar.

Tabela 1: Questionário aplicado aos estudantes que utilizaram os óculos de realidade virtual.

Questões	
01.	Qual é a sua opinião geral sobre o uso dos óculos de realidade virtual nas aulas?
02.	Como você descreveria sua experiência ao usar os óculos de realidade virtual como ferramenta de aprendizagem?
03.	Quais aspectos específicos você mais gostou ao utilizar os óculos de realidade virtual nas aulas?
04.	Quais foram os principais benefícios que você percebeu ao usar os óculos de realidade virtual como parte do processo de aprendizagem?
05.	Houve algum desafio ou dificuldade que você enfrentou ao usar os óculos de realidade virtual? Se sim, por favor, descreva.

Fonte: dos autores (2023).

Essa abordagem não apenas forneceu uma visão abrangente da experiência dos alunos, mas também destacou áreas para aprimoramento na implementação da realidade virtual em contextos

educacionais, possibilitando um ajuste contínuo na metodologia e no uso da tecnologia para otimizar o aprendizado.

Para avaliar a eficácia dos dispositivos de realidade virtual confeccionados em relação ao desenvolvimento do conhecimento, habilidades e competências dos estudantes, foram realizadas diversas atividades avaliativas, incluindo testes, trabalhos individuais e debates em sala de aula. Dessa forma, os resultados dessas avaliações puderam ser comparados com os desempenhos anteriores dos alunos nas mesmas atividades sem o uso da VR, permitindo uma análise mais precisa da influência dessa metodologia no processo de aprendizagem.

Com base nessa metodologia, os alunos conseguiram construir seus próprios óculos VR, adquirindo conhecimento prático sobre o processo de montagem e também sobre a confecção das lentes necessárias ao seu funcionamento. Essa experiência prática possibilitou-lhes explorar os conceitos da realidade virtual de maneira concreta, vivenciando a interação entre tecnologia e conteúdos geográficos de forma mais ampla e tangível.

Além disso, ao participar ativamente da confecção dos óculos, os alunos desenvolveram habilidades de trabalho em equipe, resolução de problemas e criatividade. O processo de construção fomentou a colaboração entre os estudantes e incentivou o pensamento crítico, à medida que enfrentaram desafios técnicos e buscaram soluções em grupo. Essa dinâmica contribuiu para um ambiente de aprendizado mais engajador e significativo.

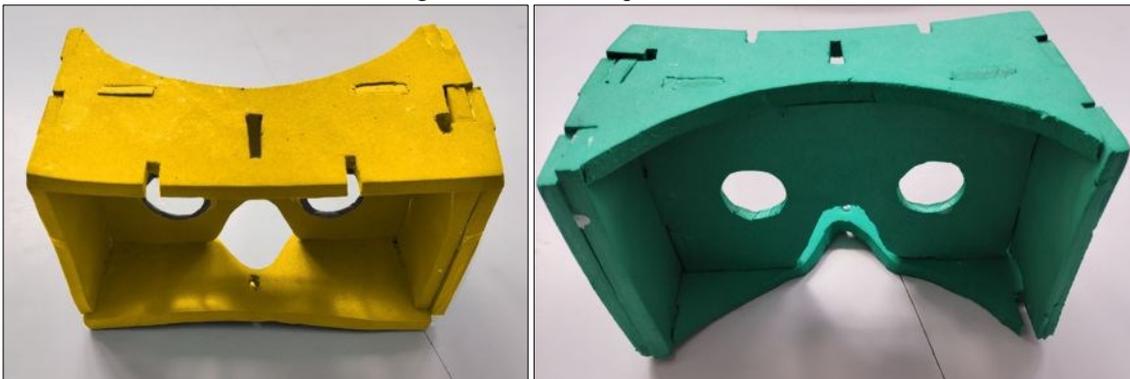
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a introdução dos conceitos de realidade virtual e dos óculos VR, os alunos debateram em sala de aula sobre seu funcionamento, demonstrando curiosidade e entusiasmo pelo tema. Essa discussão despertou o interesse deles em explorar como essa tecnologia pode ser utilizada para vivenciar mundos virtuais. Durante as aulas, os estudantes assimilaram os conceitos apresentados e compreenderam o projeto *Google Cardboard*, interagindo ativamente entre si e com o professor. Essa interação foi marcada pelo compartilhamento de ideias, levantando questões e trocando informações sobre a aplicabilidade da realidade virtual em diferentes contextos, além da maneira como poderiam usá-la para aprimorar a compreensão dos conteúdos estudados na disciplina de Geografia.

Dando continuidade a essa exploração prática, após alguns dias de trabalho e estudo dos moldes

para recorte dos óculos VR, as equipes de alunos conseguiram construir seus próprios dispositivos (Figura 3). Isso evidenciou a habilidade deles nas tarefas de moldagem, recorte e montagem manual do equipamento, permitindo que explorassem sua criatividade ao personalizar os óculos. Essa abordagem prática foi fundamental para estimular o trabalho em equipe, pois cada membro se encarregou de uma parte do processo, colaborando para os grupos superarem as dificuldades e encontrarem soluções para os desafios do corte preciso e da montagem eficiente do equipamento (Figura 4).

Figura 3: Óculos VR produzidos



Fonte: dos autores (2023).

Figura 4: Equipes trabalhando na confecção dos óculos VR.



Fonte: dos autores (2023).

A confecção das lentes revelou-se como a tarefa mais desafiadora para os alunos na conclusão dos óculos VR, levando mais tempo do que o inicialmente previsto. Isso se deve à complexidade do corte da garrafa PET nos locais apropriados e à falta de familiaridade da maioria dos estudantes com o manuseio da massa epóxi, essencial para a vedação das lentes após a inserção da água (Figura 5). No entanto, com um acompanhamento mais atencioso e próximo durante o processo, alguns alunos

conseguiram, finalmente, produzir lentes adequadas e funcionais para os óculos VR que estavam construindo (Figura 6).

Figura 5: Construção das lentes para os óculos VR.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 6: Lentes finalizadas.



Fonte: dos autores (2023).

Além disso, aqueles alunos que se destacaram nesse aspecto foram encarregados de oferecer suporte a outros grupos que enfrentaram dificuldades maiores. Essa dinâmica colaborativa permitiu que todos os grupos superassem os desafios, resultando na conclusão bem-sucedida dessa etapa em sala de aula. Dessa maneira, os alunos adquiriram conhecimentos técnicos e práticos sobre o funcionamento e a montagem dos óculos VR, entendendo, assim, a importância do trabalho em equipe e da troca de informações em projetos que estimulam a colaboração e a criatividade.

Esse processo colaborativo fortaleceu o aprendizado coletivo e incentivou a construção de vínculos entre os alunos, promovendo um ambiente de aprendizado mais coeso e motivador. A experiência de enfrentar dificuldades e buscar soluções em conjunto ressaltou a relevância das habilidades interpessoais, essenciais tanto no contexto educacional quanto na vida profissional futura dos estudantes.

Após a conclusão da confecção dos óculos VR, os estudantes demonstraram grande expectativa e entusiasmo ao experimentar a nova tecnologia. Esse momento gerou uma interação significativa, não apenas entre os participantes que estavam testando ativamente os dispositivos, mas também entre os espectadores (Figura 7), que se envolveram, fazendo perguntas e trocando impressões. Essa dinâmica colaborativa foi fundamental para criar uma atmosfera vibrante e positiva, na qual todos se sentiam parte da experiência.

Figura 7: Experimentação dos óculos VR.



Fonte: dos autores (2023).

Ademais, essa participação coletiva foi essencial para garantir que as simulações fossem conduzidas de maneira eficaz. Os alunos se apoiaram mutuamente, trocando dicas sobre como utilizar os óculos e discutindo suas impressões sobre as experiências vivenciadas. Dessa forma, a troca de ideias enriqueceu a atividade, permitindo que os estudantes explorassem diferentes perspectivas e aprofundassem sua compreensão dos conteúdos geográficos apresentados.

Assim, a interação também reforçou a importância do trabalho em equipe, destacando como a colaboração pode melhorar a qualidade da aprendizagem. Os alunos se familiarizaram com a tecnologia e desenvolveram habilidades interpessoais valiosas, como comunicação e cooperação. Essa

experiência prática foi fundamental para enriquecer o aprendizado acadêmico, fortalecendo o senso de comunidade entre os estudantes.

Com a conclusão da experiência, os alunos tiveram a oportunidade de socializar suas vivências (Figura 8), destacando de maneira significativa as dificuldades enfrentadas e as soluções encontradas ao longo do processo. Esse momento de troca possibilitou uma reflexão coletiva sobre os desafios superados, além de reforçar a eficácia da experiência no processo de ensino-aprendizagem, evidenciando a importância do trabalho colaborativo.

Figura 8: Apresentação e socialização da experiência.



Fonte: dos autores (2023).

Nesse contexto, durante as discussões, os alunos puderam compartilhar suas perspectivas individuais, o que consolidou o aprendizado e enriqueceu a compreensão mútua dos conceitos abordados. Essa diversidade de opiniões e experiências ajudou a evidenciar o impacto positivo da prática na construção do conhecimento, além de fornecer percepções sobre como a tecnologia pode ser integrada de maneira eficaz ao currículo escolar.

Como resultado, o compartilhamento das vivências permitiu que os alunos reconhecessem suas próprias trajetórias de aprendizado, identificando, além de suas conquistas, as áreas em que poderiam melhorar. Essa autorreflexão é fundamental para o desenvolvimento de competências críticas, como a autoconfiança e a capacidade de autoavaliação, essenciais para o crescimento acadêmico e pessoal.

Essa experiência coletiva também fortaleceu os laços entre os estudantes, promovendo um ambiente de apoio mútuo, onde todos se sentiram valorizados e ouvidos. O fortalecimento da comunidade escolar resultou em um espaço mais inclusivo e colaborativo, onde a troca de conhecimentos e experiências se tornou um pilar fundamental para o aprendizado contínuo e a

formação integral dos alunos.

Além das experiências compartilhadas, os resultados da utilização dos óculos VR nas aulas de Geografia foram analisados com base nas respostas obtidas em um questionário aplicado após o uso do equipamento. Os dados coletados revelaram percepções importantes sobre a eficácia e os desafios da tecnologia no processo de aprendizagem, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2: Respostas mais frequentes no questionário.

Questão	Resposta	Recorrência
1. Opinião geral sobre o uso dos óculos.	“Foi uma experiência ótima, me senti mais animado.”	4 vezes
	“Achei bem legal e facilitou o aprendizado.”	4 vezes
	“Os óculos eram desconfortáveis após um tempo.”	4 vezes
2. Experiência ao usar os óculos.	“Ajudou a fixar melhor o conteúdo.”	3 vezes
	“Facilitou a visualização do que antes era só teoria.”	3 vezes
	“A experiência foi interessante, mas houve problemas com as lentes.”	2 vezes
3. Aspectos específicos que mais gostaram.	“Poder ver paisagens diferentes e monumentos históricos.”	4 vezes
	“Poder ver os lugares como se estivesse lá foi ótimo.”	3 vezes
	“A interação com o conteúdo de forma mais realista foi interessante.”	3 vezes
4. Principais benefícios percebidos.	“Facilitou a visualização de mapas e conceitos.”	4 vezes
	“Tornou o aprendizado mais divertido e interativo.”	3 vezes
	“Ajudou a entender melhor os conteúdos geográficos.”	3 vezes
5. Desafios ou dificuldades enfrentadas	“As lentes embaçavam durante o uso.”	5 vezes
	“Tive dificuldade para ajustar o foco e a posição dos óculos.”	4 vezes
	“Os óculos ficaram desconfortáveis após um tempo de uso.”	4 vezes

Fonte: dos autores (2023).

As respostas à primeira questão revelam que muitos estudantes descreveram o uso dos óculos de realidade virtual como uma experiência “incrível” e “animadora”. Além de se sentirem mais envolvidos com as aulas, alguns alunos notaram que a tecnologia realmente os ajudou a compreender melhor o conteúdo. No entanto, o desconforto causado pelo uso prolongado dos óculos foi uma preocupação mencionada, sugerindo a necessidade de melhorias no design do equipamento para melhorar a experiência.

Na segunda questão, vários estudantes destacaram como os óculos facilitaram a assimilação de temas complexos. Dentre eles, três destacaram a facilidade que a tecnologia ofereceu ao visualizar conceitos abstratos, anteriormente restritos à teoria. No entanto, alguns relatos mencionaram

dificuldades com a qualidade das lentes, reforçando a importância de ajustes técnicos no dispositivo para aprimorar a experiência de imersão e aprendizagem.

Em relação à terceira questão, os alunos valorizaram a oportunidade de observar paisagens exóticas e monumentos históricos como se estivessem in loco. Essa sensação foi amplamente apreciada, refletindo o potencial da realidade virtual em proporcionar uma visão de mundo mais rica e inclusiva. A capacidade de interagir de forma realista com o conteúdo também foi destacada positivamente, contribuindo para um aprendizado mais envolvente e significativo.

No que diz respeito aos benefícios percebidos, a quarta questão revelou que os óculos de realidade virtual facilitaram a compreensão de temas geográficos mais complexos. Para esse propósito, foi utilizada a plataforma *Google Earth VR*, que possibilitou a exploração interativa de lugares distintos. Estruturas de cânions, processos de formação de montanhas e padrões de urbanização foram analisados de forma imersiva, como se os alunos estivessem realmente no local estudado. Paralelamente, o aplicativo *VR Space* proporcionou uma exploração do Sistema Solar que simulava uma verdadeira viagem espacial, na qual os estudantes assumiam o papel de astronautas.

Essas experiências imersivas foram amplamente elogiadas pelos alunos, que destacaram a possibilidade de visualizar simulações tridimensionais de alta qualidade e explorar uma ampla gama de cenários. Relataram que essa abordagem transformou conceitos abstratos em algo mais tangível e acessível, facilitando a assimilação de conteúdos que, tradicionalmente, seriam mais difíceis de entender apenas com materiais didáticos convencionais.

Além disso, os óculos de realidade virtual proporcionaram uma conexão mais direta entre a teoria apresentada em sala de aula e sua aplicação prática. Essa interação reforçou o engajamento dos alunos e promoveu um aprendizado significativo, evidenciando o potencial dessas tecnologias como ferramentas pedagógicas inovadoras e eficazes.

A dinâmica interativa das aulas foi outro aspecto elogiado, sugerindo que a tecnologia, além de tornar as aulas mais interessantes, contribuiu para uma melhor retenção dos conteúdos aplicados em sala.

Por outro lado, a análise dos desafios enfrentados pelos estudantes revela que a experiência apresentou algumas dificuldades. A principal reclamação, registrada na quinta questão, foi o embaçamento das lentes, relatado por cinco estudantes. Além disso, quatro alunos mencionaram dificuldades em ajustar o foco e a posição dos óculos, enquanto outros destacaram o desconforto após

o uso prolongado. Esses pontos ressaltam, mais uma vez, a necessidade de aprimoramentos no projeto para melhorar a ergonomia, garantindo, assim, uma experiência mais confortável e fluida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos traçados, a implementação da realidade virtual, combinada com a proposta de os próprios alunos criarem e montarem seus óculos, resultou num aumento significativo no engajamento e no interesse durante as aulas. Essa abordagem promoveu o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a criatividade, o trabalho em equipe e a capacidade de resolução de problemas.

No entanto, alguns desafios foram identificados ao longo do processo. A construção das lentes e o conforto dos óculos foram os principais problemas enfrentados. Muitos alunos relataram desconforto ao usar o equipamento, o que pode ser atribuído aos materiais utilizados na confecção. Outro desafio foi a criação e diversificação do material de mídia empregado, tanto em termos de produção quanto de variedade de conteúdo, o que limitou, de certa forma, a experiência proposta.

Apesar dessas limitações, o projeto se mostrou extremamente significativo para os estudantes, estimulando uma participação ativa ao longo de todo o processo. A curiosidade e expectativa em torno do uso dos óculos VR criaram um ambiente de entusiasmo entre os alunos. No entanto, para que o potencial dessa ferramenta seja plenamente explorado, será necessário ampliar e diversificar a produção de materiais que justifiquem seu uso em sala de aula.

Ao final do período de implementação, observou-se um aumento expressivo nas notas e no desempenho dos alunos, além de um entusiasmo renovado em relação aos conteúdos de Geografia. Os estudantes relataram que a experiência de aprendizagem foi mais imersiva e interativa, reforçando a importância da integração de tecnologias inovadoras no ensino. Assim, o uso de óculos de realidade virtual se mostrou uma prática promissora para enriquecer o aprendizado, permitindo que os alunos conectem teoria e prática de maneira eficaz.

Esses resultados abrem caminhos para futuras pesquisas sobre a eficácia da realidade virtual como recurso pedagógico e sugerem melhorias tecnológicas que possam atender melhor às necessidades dos estudantes, contribuindo para uma experiência de aprendizado ainda mais envolvente e acessível.

REFERÊNCIAS

- ALLCOAT, D.; VON MÜHLENEN, A. Learning in virtual reality: effects on performance, emotion and engagement. **Research in Learning Technology**, v. 26, p. 2140-2153, 2018. <http://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>.
- BHUTORIA, A. Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: a systematic review using a human-in-the-loop model. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 3, p. 100068-100086, 2022. <http://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>.
- CHANG, C.-Y.; KUO, H.-C.; DU, Z. The role of digital literacy in augmented, virtual, and mixed reality in popular science education: a review study and an educational framework development. **Virtual Reality**, v. 27, n. 3, p. 2461-2479, 2023. <http://doi.org/10.1007/s10055-023-00817-9>.
- CHEN, R.; ARMIJO, P. R.; KRAUSE, C.; SIU, K. C.; OLEYNIKOV, D. A comprehensive review of robotic surgery curriculum and training for residents, fellows, and postgraduate surgical education. **Surgical Endoscopy**, v. 34, n. 1, p. 361-367, 2019. <http://doi.org/10.1007/s00464-019-06775-1>.
- CHEN, Y. L. The effects of virtual reality learning environment on student cognitive and linguistic development. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 25, n. 4, p. 637-646, 2016. <http://doi.org/10.1007/s40299-016-0293-2>.
- CHUANG, T.-F.; CHOU, Y.-H.; PAI, J.-Y.; HUANG, C.-N.; BAIR, H.; PAI, A.; YU, N.-C. Using virtual reality technology in biology education. **The American Biology Teacher**, v. 85, n. 1, p. 23-32, 2023. <http://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.23>.
- ELKOUBAITI, H.; MRABET, R. How are augmented and virtual reality used in smart classrooms? **Proceedings of the 2Nd International Conference on Smart Digital Environment**, p. 189-196, 2018. <http://doi.org/10.1145/3289100.3289131>.
- FILATRO, A. **Educação a distância e tecnologias aplicadas à educação**. 1. ed. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2021. v. 1, 104p.
- FURTADO, G. R.; NUNES, R. C. O uso da realidade virtual no processo de ensino-aprendizagem da reação de combustão. **Revista Ciência & Ideias**, v. 12, n. 1, p. 175-190, 2021. <http://doi.org/10.22047/2176-1477/2021.v12i1.1319>.
- Google. **Google Cardboard: Virtual Reality (VR) Headset**. 2017. Disponível em: <https://vr.google.com/cardboard/>. Acesso em: 01/07/2023.
- GUTIERREZ, N. The ballad of morton heilig: on vr's mythic past. **Journal of Cinema and Media Studies**, v. 62, n. 3, p. 86-106, 2023. <http://doi.org/10.1353/cj.2023.0027>.
- HAO, J.; YAO, Z.; HARP, K.; GWON, D. Y.; CHEN, Z.; SIU, K.-C. Effects of virtual reality in the early-stage stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Physiotherapy Theory and Practice**, p. 1-20, 2022. <http://doi.org/10.1080/09593985.2022.2094302>.

KAMIŃSKA, D.; SAPIŃSKI, T.; WIAK, S.; TIKK, T.; HAAMER, R.; AVOTS, E.; HELMI, A.; OZCINAR, C.; ANBARJAFARI, G. Virtual reality and its applications in education: survey. **Information**, v. 10, n. 10, p. 318-338, 2019. <http://doi.org/10.3390/info10100318>.

KARI, T.; KOSA, M. Acceptance and use of virtual reality games: an extension of hmsam. **Virtual Reality**, v. 27, n. 3, p. 1585-1605, 2023. <http://doi.org/10.1007/s10055-023-00749-4>.

LA PLATA, A. R. M.; FRANCO, Pablo A. C.; SÁNCHEZ, J. A. R. Applications of virtual and augmented reality technology to teaching and research in construction and its graphic expression. **Sustainability**, v. 15, n. 12, p. 9628- 9647, 2023. <http://doi.org/10.3390/su15129628>.

LEE, S. E.; CHEN, D.; CHIGULLAPALLY, N.; CHUNG, S.; LEE, A. L.; RAMOS, A.; SHRAVAH, V.; RICO, T.; YOUN, M.; NGUYEN, D. The future of virtual reality and deep learning in visual field testing. **Emerging Advancements for Virtual and Augmented Reality in Healthcare**, p. 233-248, 2022. <http://doi.org/10.4018/978-1-7998-8371-5.ch014>.

LIAO, C.-H. D.; WU, W.-C. V.; GUNAWAN, V.; CHANG, T.-C. Using an augmented-reality game-based application to enhance language learning and motivation of elementary school EFL students: a comparative study in rural and urban areas. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 33, n. 2, p. 307-319, 2023. <http://doi.org/10.1007/s40299-023-00729-x>.

LIN, Y.-H.; LIN, H.-C. K.; WANG, T.-H.; WU, C.-H. Integrating the STEAM-6E model with virtual reality instruction: the contribution to motivation, effectiveness, satisfaction, and creativity of learners with diverse cognitive styles. **Sustainability**, v. 15, n. 7, p. 6269-6286, 2023. <http://doi.org/10.3390/su15076269>.

MERCHANT, Z.; GOETZ, E. T.; CIFUENTES, L.; KEENEY-KENNICUTT, W.; DAVIS, T. J. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: a meta-analysis. **Computers & Education**, v. 70, p. 29-40, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>.

MESA-GRESA, P.; GIL-GÓMEZ, H.; LOZANO-QUILIS, J. A.; GIL-GÓMEZ, J. Effectiveness of virtual reality for children and adolescents with autism spectrum disorder: an evidence-based systematic review. **Sensors**, v. 18, n. 8, p. 2486-2501, 2018. <http://doi.org/10.3390/s18082486>.

MOGLIA, A.; FERRARI, V.; MORELLI, L.; FERRARI, M.; MOSCA, F.; CUSCHIERI, A. A systematic review of virtual reality simulators for robot-assisted surgery. **European Urology**, v. 69, n. 6, p. 1065-1080, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.09.021>.

PETKOV, T.; MITKOVA, M.; SURCHEV, S.; POPOV, S.; TODOROV, M.; SOTIROVA, E.; SOTIROV, S.; BOZOV, H.; MINKOV, M.; TANKOV, I. An application of virtual reality technology in education. **2019 29Th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (Eaeie)**, p. 1-7, 2019. <http://doi.org/10.1109/eaeeie46886.2019.9000415>.

RADIAH, R.; MÄKELÄ, V.; PRANGE, S.; RODRIGUEZ, S. D.; PIENING, R.; ZHOU, Y.; KÖHLE, K.; PFEUFFER, K.; ABDELRAHMAN, Y.; HOPPE, M. Remote VR Studies: a framework

for running virtual reality studies remotely via participant-owned hmds. **Acm Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 28, n. 6, p. 1-36, 2021. <http://doi.org/10.1145/3472617>.

REHMAN, M. S. U.; ABOUELKHIER, N.; SHAFIQ, M. T. Exploring the effectiveness of immersive virtual reality for project scheduling in construction education. **Buildings**, v. 13, n. 5, p. 1123-1141, 2023. <http://doi.org/10.3390/buildings13051123>.

RUIZ, M. **Laser cut Google CardBoard**. 2014. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:540474/files>. Acesso em: 01/07/2023.

SANTILLAN JR., R. **How to make a virtual reality headset**. 2016. Disponível em: <https://maker.pro/custom/projects/diy-virtual-reality-headset>. Acesso em: 01/07/2023.

SOLER, A. H.; NICOLÁS, A. M. B.; MAXIMIANO, R. F.; GALLEGO, S. M. Development of social and environmental competences of teachers in training using sound and visual landscape. **Education Sciences**, v. 13, n. 6, p. 593-624, 2023. <http://doi.org/10.3390/educsci13060593>.

THAMPAN, A.; RAZAK, A.; ABHAY, K.; AKASH, R.; MANU, M. Evolution of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). **International Journal of Research Publication and Reviews**, v. 4, n. 4, p. 5449-5454, 2023.

VARINLIOĞLU, G. Understanding virtual reality applications in digital heritage through teos. **Megaron / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal**, v. 15, n. 1, p. 161-170, 2020. <http://doi.org/10.14744/megaron.2019.85619>.

WANG, X.; YOUNG, G. W.; PLECHATÁ, A.; GUCKIN, C. M.; MAKRANSKY, G. Utilizing virtual reality to assist social competence education and social support for children from under-represented backgrounds. **Computers & Education**, v. 201, p. 104815-10481518, 2023. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104815>.

XIA, X.; PAN, Y. Interactive relationships in the future of virtual reality. **Lecture Notes in Computer Science**, p. 222-230, 2022. http://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4_17.

YUAN, L. Regarding the immersion of VR, what do we need to do to make it better? **Highlights in Science, Engineering and Technology**, v. 39, p. 121-130, 2023. <http://doi.org/10.54097/hset.v39i.6511>.

ZHU, Z.; LIU, Z.; ZHANG, Y.; ZHU, L.; HUANG, J.; VILLANUEVA, A. M.; QIAN, X.; PEPLER, K.; RAMANI, K. LearnIoT VR: an end-to-end virtual reality environment providing authentic learning experiences for internet of things. **Proceedings of the 2023 Chi Conference on Human Factors in Computing Systems**, n. 447, p. 1-17, 2023. <http://doi.org/10.1145/3544548.3581396>.