

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT14.022

REALIDADE AUMENTADA COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DE APRENDIZAGEM PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Gelbis Martins Agostinho¹
Poliana Campos Côrtes Luna²
Rayana Machado Vicente dos Santos Cruz³
Verusca Moss Simões dos Reis⁴

RESUMO

A integração de tecnologias emergentes no ambiente educacional oferece possibilidades para o engajamento e a aprendizagem dos alunos. A exploração em diferentes modos de ensino e aplicação de tecnologias emergentes, podem auxiliar no ensino e na aprendizagem. A Realidade Aumentada (RA) associada às metodologias ativas, apresenta um potencial significativo para enriquecer o ensino de temas complexos, como da Educação Ambiental. Para este estudo, o objetivo foi investigar o panorama das produções sobre Realidade Aumentada (RA) amparadas pelas metodologias ativas que facilitaram a compreensão e o engajamento dos alunos sobre temas de Educação Ambiental. A metodologia utilizada foi de modo descritiva e quali-quantitativa, amparada por procedimentos técnicos de bibliometria e análise sistemática dos resultados, apontando os principais achados sobre metodologias ativas que usaram a RA em um contexto voltado para a Educação Ambiental. Os resultados de pesquisa bibliográfica e bibliométrica informam que

- 1 Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, gelbismartins@gmail.com;
- 2 Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, polianaccluna@gmail.com;
- 3 Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, contatorayanacruz@gmail.com;
- 4 Pós-Doutora e Prof.^ª do Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, verusca.reis@uenf.br;

a RA possui potencial de engajamento e aprendizagem para os estudantes e está ganhando espaço na educação como um todo, porém sua aplicação específica para Educação Ambiental é escassa e ainda possui campo a explorar. Concluiu-se que existe margem para inovação e implementação de novas estratégias pedagógicas para Educação Ambiental e outras áreas do saber, e espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar na promoção de práticas educacionais interativas e eficazes.

Palavras-chave: Realidade aumentada, Educação ambiental, Estratégias pedagógicas.

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias emergentes tem transformado significativamente o campo educacional, oferecendo novas possibilidades para o ensino e aprendizado de temas complexos. Entre essas inovações, a Realidade Aumentada (RA), que possibilita a interação entre o mundo real e objetos virtuais, destaca-se como uma ferramenta que possui potencial de promover interatividade e estimular engajamento dos alunos ao integrar elementos virtuais ao ambiente físico, criando possibilidades como experiências imersivas e interativas (Azuma, 1997). Essa tecnologia é especialmente relevante no ensino de Educação Ambiental, uma área que abrange temas complexos como a preservação dos ecossistemas, mudanças climáticas e a gestão sustentável de recursos naturais.

A Educação Ambiental enfrenta desafios significativos em termos de engajamento e entendimento dos alunos, devido à complexidade dos temas que podem ser trabalhados em sala. A RA tem o potencial de superar essas barreiras ao promover a interatividade e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem (Batista et al., 2023). Explorar como a RA é utilizada como ferramenta educacional possibilita encontrar meios para potencializar metodologias inovadoras, tornando o aprendizado mais eficaz e envolvente, especialmente no contexto de temas ambientais.

O objetivo principal deste estudo foi investigar o panorama de produções em torno da Realidade Aumentada (RA) amparadas pelas metodologias ativas que potencializaram a compreensão e o engajamento dos alunos no ensino de Educação Ambiental. Esta pesquisa mapeou a produção científica existente, identificou padrões e tendências de pesquisa, além de destacar lacunas e oportunidades para a aplicação da RA como um recurso que aproxima o uso de metodologias ativas a temas ambientais complexos. O estudo também possibilitou levantar conhecimento para fornecer subsídios para futuras implementações dessa tecnologia no ambiente educacional.

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, complementada por uma análise bibliométrica na base de dados Scopus com recorte temporal de 2014 a 2024, de modo a observar a produção nos últimos dez anos sobre esse tema. Essa metodologia possibilitou observar o panorama sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) apoiada sobre metodologias ativas com o intuito de promover o aprendizado.

REALIDADE AUMENTADA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A Realidade Aumentada (RA) vem se destacando como uma das tecnologias promissoras no campo da educação, incluindo na integração com metodologias emergentes. Segundo Azuma (1997), a RA combina elementos do mundo real com o virtual, oferecendo uma interação em tempo real que possibilita ao educador engajamento e atenção em sala de aula. Essa característica tem sido explorada para tornar a aprendizagem concentrada e visualmente atraente, promovendo a aprendizagem dos alunos em diversos contextos educacionais (Zhang et al., 2022).

Estudos têm mostrado que a RA, ao integrar elementos digitais com o ambiente físico, pode melhorar significativamente a compreensão de conceitos complexos. Pompeu et al. (2024) destacam que essa tecnologia tem sido usada para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentais em estudantes, ao passo que Caldeira et al. (2024) enfatizam o potencial da RA em aumentar a retenção do conhecimento, principalmente quando utilizada em atividades práticas como estivessem interagindo em campo.

Além disso, a RA tem o potencial de melhorar a motivação dos estudantes. Segundo Messias (2017), o uso de aplicativos que integram RA em atividades educacionais torna o aprendizado mais lúdico e envolvente, o que favorece o desenvolvimento de atitudes positivas em relação ao aprendizado. Isso é corroborado por estudos de Prado, Araújo e Amaral (2020), que mostraram que a RA pode criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, facilitando a compreensão de temas complexos, como a ecologia e a sustentabilidade.

No contexto da educação no Brasil, o uso da RA permite aos alunos visualizarem e interagirem com cenários que visualmente sejam similares ou distintos do lugar onde moram. Conforme Filippo et al. (2007) apontam, a RA pode simular ambientes naturais e fenômenos que dificilmente seriam acessíveis em um contexto escolar tradicional. Isso proporciona uma experiência de aprendizado mais rica, permitindo aos alunos explorar o ambiente local mesclando com modelos virtuais (Figueredo, Pozzebon e Borges, 2004).

A tecnologia também possibilita a personalização do aprendizado, conforme destacado por Gomes et al. (2024), que afirmam que a RA pode ser adaptada para atender diferentes estilos de aprendizagem. Assim, além de promover a inclusão de alunos com diferentes capacidades, a RA contribui para o desenvolvimento de habilidades como a resolução de problemas e a colabora-

ção. Marques et al. (2024) reforçam esse ponto ao discutir o impacto positivo da RA na aprendizagem colaborativa, ao permitir que os alunos trabalhem juntos em simulações interativas.

A inclusão de tecnologias digitais, como a RA, no ensino de temas educacionais, também está alinhada às diretrizes de inovação pedagógica. Segundo Krause (2020), a RA permite a criação de cenários imersivos que estimulam os alunos a pensar criticamente sobre questões vividas em seu cotidiano, como ambientes que sofreram alteração ao longo do tempo. Dessa forma, o uso de RA no ensino não apenas facilita o aprendizado, mas também promove a compreensão de temas complexos, preparando-os para enfrentar desafios da vida.

A REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental tem se beneficiado significativamente das inovações tecnológicas, particularmente com o uso da Realidade Aumentada (RA). Como apontado por Pereira et al. (2019), a RA é capaz de mostrar de uma forma diferente aos alunos sobre ecologia e sustentabilidade, oferecendo aos estudantes uma maneira prática e interativa de explorar os temas abordados em sala de aula. Isso é especialmente importante nos momentos em que o ensino de questões ambientais se tornam cada vez mais relevantes devido às crises ecológicas globais (Salles e Machado, 2024).

A RA oferece uma alternativa para minimizar os desafios tradicionais da Educação Ambiental, como a abstração de conceitos complexos e a dificuldade de acessar ecossistemas distantes. Filippo et al. (2007) destacam que a simulação de ambientes naturais por meio da RA permite que os alunos interajam com diferentes elementos do ecossistema, entendendo melhor as relações entre os seres vivos e o ambiente. Essa abordagem ativa facilita a assimilação de conceitos abstratos, como a biodiversidade e o ciclo da água, o que contribui para um aprendizado mais significativo (Barbosa, 2020).

Além disso, o uso da RA promove uma aprendizagem mais engajada e motivada. De acordo com Filippo et al. (2007), a interação com elementos virtuais em contextos reais desperta o interesse dos estudantes, aumentando sua motivação para aprender. Este ponto é corroborado por Cruz-Cunha et al (2010), que observaram uma melhoria no desempenho acadêmico dos alunos ao utilizarem RA em suas atividades de educação ambiental. A integração entre o mundo

real e o digital proporciona uma aprendizagem envolvente e ao mesmo tempo uma experiência educacional satisfatória (Melo e Reis., 2024).

Outro ponto importante é o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Segundo Vasconcelos et al. (2016), a RA incentiva os alunos a pensar de forma crítica sobre os impactos humanos no meio ambiente, promovendo uma compreensão mais profunda dos desafios ecológicos que o mundo enfrenta. Ao interagir com simulações que mostram, por exemplo, o impacto da poluição em um rio ou floresta, os alunos podem desenvolver soluções criativas para mitigar esses problemas (Rezende et al., 2019).

A inclusão de RA no currículo de Educação Ambiental também promove a conscientização sobre a importância da sustentabilidade. Conforme argumentado por Krause (2020), a RA pode ser usada para ensinar os estudantes sobre práticas sustentáveis, como a reciclagem e a conservação de energia, de uma maneira interativa e visualmente atraente. Isso não só facilita a compreensão desses conceitos, mas também incentiva os alunos a adotar comportamentos ambientalmente responsáveis (Lopes et al 2019).

Por fim, a RA contribui para a personalização do ensino de Educação Ambiental. Batista et al. (2023) argumentam que a tecnologia pode ser adaptada para atender diferentes necessidades de aprendizagem, proporcionando uma experiência educacional inclusiva. Isso é especialmente relevante em um contexto de sala de aula diversificada, onde os alunos possuem diferentes estilos e ritmos de aprendizagem. A flexibilidade da RA permite que os educadores criem experiências personalizadas que atendam às necessidades individuais de cada aluno, promovendo uma educação mais equitativa e ao mesmo tempo atrativa.

METODOLOGIAS ATIVAS COM REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A aplicação de metodologias ativas na educação tem se mostrado uma alternativa bastante utilizada pelos professores para engajar os estudantes em processos de aprendizagem mais participativos e centrados no aluno. Essas metodologias colocam o estudante como protagonista do processo de aprendizagem, promovendo sua interação ativa com os conteúdos e o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração. No contexto da Educação Ambiental, esse

modelo de ensino torna-se bastante relevante, uma vez que permite que os alunos explorem temas complexos, como ecossistemas e mudanças climáticas, de maneira prática e interativa (Ewald, 2023, p. 6).

No contexto educacional, as metodologias ativas abrangem diversas abordagens que buscam promover um envolvimento direto e significativo do aluno com o conteúdo. Entre essas abordagens, destacam-se a Aprendizagem Baseada em Problemas, que incentiva o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas por meio da interação com questões reais (Dias e Sasaki, 2023); a Aprendizagem Baseada em Projetos, que facilita o aprendizado ativo ao permitir que os alunos realizem projetos práticos que integram diferentes áreas do conhecimento (Silveira Junior et al., 2020, p.13); e a Aprendizagem Colaborativa, que, segundo Pacheco, Lahm e Rocha Filho (2019), melhora a compreensão e o engajamento ao incentivar a cooperação entre os estudantes. Além disso, o modelo de Sala de Aula Invertida transforma a forma tradicional de ensino ao disponibilizar o conteúdo fora do ambiente escolar, reservando o tempo de aula para atividades práticas e discussões colaborativas (Silveira Junior et al., 2022, p.7). Essas metodologias, quando aplicadas em conjunto com tecnologias como a Realidade Aumentada, podem tornar a aprendizagem ainda mais imersiva e significativa, como apontam estudos recentes de Alencar de Freitas e Freitas da Silva (2023), que evidenciam o impacto positivo dessas práticas no ensino de temas complexos.

A Realidade Aumentada (RA), como uma ferramenta tecnológica que possibilita a sobreposição de elementos virtuais ao mundo real, é uma abordagem inovadora que pode ser utilizada em conjunto das metodologias ativas. Segundo Filippo et al. (2007), a RA contribui para que os alunos possam visualizar e interagir com simulações que facilitam a compreensão de conceitos abstratos e muitas vezes distantes de sua realidade e ambiente. Por exemplo, através da RA, os estudantes podem explorar ecossistemas complexos, observar o impacto da ação humana sobre o meio ambiente e, até mesmo, participar de experimentos simulados sem sair da sala de aula (Alencar de Freitas e Freitas da Silva, 2023). Isso torna o aprendizado mais acessível e significativo, especialmente em disciplinas como a Educação Ambiental, que frequentemente exige a visualização de processos complexos e interconectados.

No entanto, a adoção de RA nas práticas pedagógicas ainda enfrenta desafios, especialmente relacionados à formação de professores. De acordo com Guimarães e Martins (2013), muitos docentes demonstram insegurança ao

utilizar a RA em sala de aula. Gomes et al 2024 corroboram essa insegurança devido à falta de familiaridade com a tecnologia ou a ausência de formação adequada. Esses desafios são acentuados pela necessidade de reformular as práticas tradicionais de ensino, que frequentemente são centradas na transmissão de conteúdos pelo professor, para práticas em que o aluno é o agente ativo do aprendizado.

A personalização do ensino por meio da RA é um aspecto promissor das metodologias ativas. A RA permite que as experiências educacionais sejam adaptadas às necessidades individuais dos alunos, promovendo um aprendizado mais inclusivo e equitativo. Ferramentas de RA podem fornecer feedback em tempo real, permitindo que os alunos aprendam no seu próprio ritmo e segundo seu estilo de aprendizagem. Esse tipo de abordagem pode ser especialmente útil em contextos de Educação Ambiental, onde a aprendizagem colaborativa e a resolução de problemas são competências centrais (Ewald, 2023)

Outro aspecto relevante é que o uso de RA associada às metodologias ativas promove a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de habilidades além do conteúdo acadêmico tradicional. A RA pode ser integrada a diferentes áreas do conhecimento, permitindo que os alunos trabalhem de forma colaborativa em projetos que envolvam a investigação de problemas ambientais e a busca por soluções sustentáveis. A combinação de RA e metodologias ativas, nesse sentido, contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas que são cada vez mais valorizadas no contexto educacional e profissional (Alencar de Freitas e Freitas da Silva, 2023).

Em síntese, as metodologias ativas apoiadas pela RA podem oferecer aos alunos a oportunidade de participar ativamente de simulações que envolvem fenômenos ambientais em tempo real. Isso pode incluir a visualização de um cenário em declínio devido à poluição ou o impacto de diferentes práticas sobre o solo e a biodiversidade, dentre outras temáticas que envolvem a Educação Ambiental. Essas experiências trazidas pela RA são particularmente enriquecedoras, pois permitem que os estudantes participem de discussões e tomem decisões com base em dados visuais e informações complexas, estimulando o pensamento crítico e a tomada de decisões (Ewald, 2023; Alencar de Freitas e Freitas da Silva, 2023).

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A pesquisa foi conduzida em três fases. A primeira envolveu uma revisão de literatura sobre Realidade Aumentada (RA), Educação Ambiental e Metodologias Ativas, utilizou-se as bases de dados Google Scholar e Periódicos da CAPES, analisando as publicações dos últimos dez anos sobre o desenvolvimento das tecnologias educacionais. As palavras-chave utilizadas foram: “Realidade Aumentada”, “Educação Ambiental” e “Metodologias Ativas”. Conforme sugere Antonio Carlos Gil (2002), visou-se identificar os principais pontos relacionados da pesquisa, em relação ao uso da RA e metodologias ativas no contexto educacional e ambiental.

Na segunda fase, foi realizada uma análise bibliométrica utilizando a base de dados Scopus, com a busca realizada em língua inglesa, considerando o caráter internacional da base e a predominância de artigos publicados nesse idioma, com um recorte temporal de dez anos (2014 a 2024). As palavras-chave aplicadas foram: (“Augmented Reality” OR “Mixed

Reality” OR “Extended Reality” OR “Immersive Learning” OR “3D Visualization” OR “Augmented Learning”) AND (“Environmental Education” OR “Environmental Literacy” OR “Sustainability Education” OR “Ecological Education” OR “Environmental Awareness” OR “Green Education”) AND (“Problem-Based Learning” OR “Project-Based Learning” OR “Collaborative Learning” OR “Flipped Classroom” OR “Active Learning” OR “Experiential Learning” OR “Student-Centered Learning”), com a combinação de operadores booleanos AND e OR para refinar os resultados. A busca foi limitada a títulos, resumos e palavras-chave, para garantir que os estudos selecionados estivessem diretamente relacionados ao tema central.

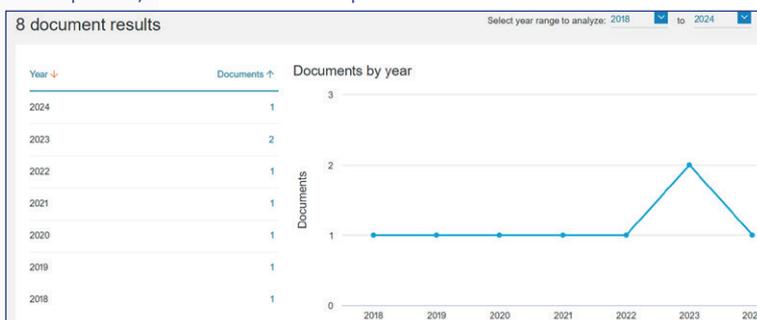
A funcionalidade “Analyze Results”, ferramenta da base de dados Scopus, foi utilizada para analisar o mapeamento da produção científica, identificando autores mais citados, áreas de pesquisa mais recorrentes, revistas acadêmicas relevantes e redes de colaboração entre os pesquisadores. A análise bibliométrica permitiu identificar tendências de publicação, coautoria e frequência de citações, fornecendo uma visão abrangente do campo de estudo. Critérios de inclusão foram estabelecidos, considerando artigos publicados entre 2014 e 2024, com texto completo e foco no uso da RA em contextos educacionais e ambientais. Foram excluídos estudos duplicados, revisões sem dados empíricos e pesquisas que não abordassem diretamente a interseção entre RA e os temas principais.

Essa análise bibliométrica seguiu o protocolo de Zupic e Cater (2015), que organiza o processo em quatro fases principais: definição do problema, coleta de dados, análise de dados e interpretação dos resultados. Na fase de definição do problema, foram estabelecidas as palavras-chave e o período de análise. A coleta de dados foi realizada nas bases mencionadas, e a análise de dados utilizou os recursos da Scopus para gerar indicadores como número de publicações, citações e redes de coautoria. A interpretação dos resultados forneceu uma síntese dos achados, destacando tendências e lacunas no uso da RA aplicada à Educação Ambiental e metodologias ativas. Os resultados da bibliometria e da pesquisa bibliográfica qualitativa foram integrados, oferecendo uma visão abrangente sobre a RA no ensino e suas contribuições para o engajamento e compreensão de temas complexos.

Por meio da ferramenta *Analyze Results* da Scopus pôde-se observar informações importantes para entender o panorama de publicações relacionadas à pesquisa sobre Realidade Aumentada (RA) no contexto de Educação Ambiental e Metodologias Ativas.

A pesquisa encontrou oito documentos ao longo de um período de 2018 a 2024. O gráfico de produção de documentos por ano (Figura 1) mostra que houve interesse pelo conjunto desses temas a partir de 2021, o que pode indicar um interesse por Realidade Aumentada (RA) no contexto de Educação Ambiental e metodologias ativas. Mesmo que excepcional, predispõe-se que os temas podem adquirir mais atenção ao longo do tempo.

Figura 1: Gráfico da produção de documentos por ano.

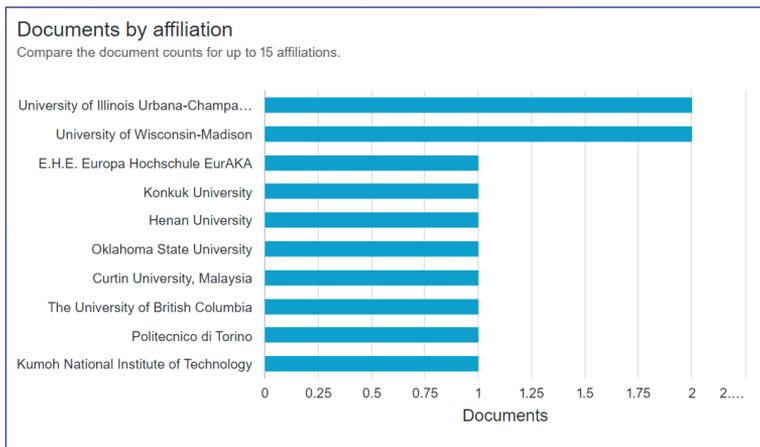


Fonte: Autoria própria

As principais instituições (Figura 2) representadas nos documentos são de universidades como a University of Illinois e a University of Wisconsin, o que demonstra a relevância de instituições norte-americanas na pesquisa desse

campo. Esse dado sugere que os EUA têm observado mais de perto sobre RA associada à Educação Ambiental e metodologias ativas.

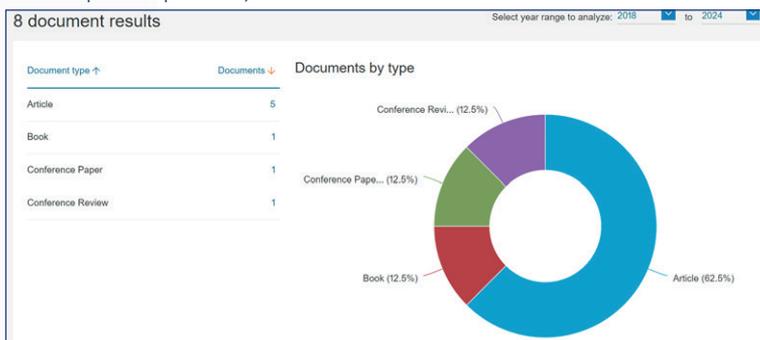
Figura 2: Instituições que trabalham sobre o conjunto de temas



Fonte: Autoria própria

O gráfico mostra que a maior parte das publicações são artigos (62,5%), seguidos de livros e trabalhos de conferências. Essa predominância de artigos indica que o tema está em fase de adequação na literatura científica, com uma base incipiente de dados que está sendo construída.

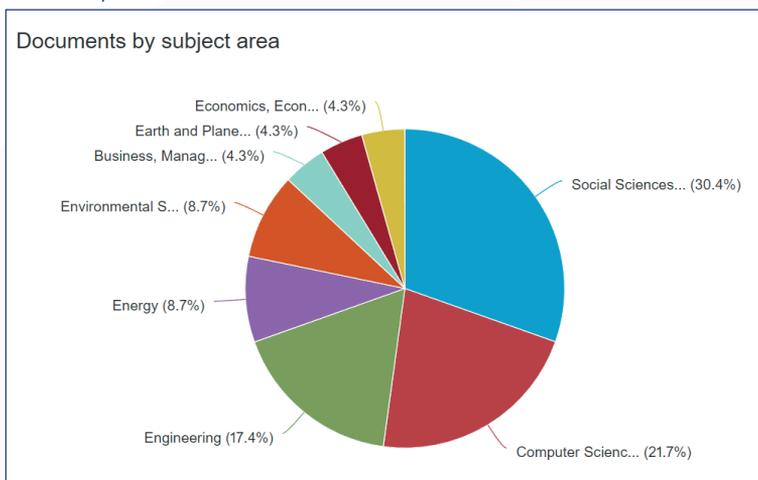
Figura 3: Gráfica de tipos de publicações



Fonte: Autoria própria

No gráfico da Figura 4 mostra que as áreas mais envolvidas nas publicações são Ciências Sociais (30,4%) e Ciência da Computação (21,7%), seguidas de Engenharia e Ciências Ambientais. Isso demonstra que o campo de estudo é multidisciplinar, envolvendo tanto aspectos tecnológicos quanto sociais e ambientais.

Figura 4: Documentos por Área de Conhecimento:



Fonte: Autoria própria

Essa pesquisa demonstra que há um início de interesse sobre adoção da RA no contexto educacional, inclusive na área de Educação Ambiental. Além disso, no quadro 1 pode-se observar que existe uma diversidade de áreas de conhecimento envolvidas que apontam para a interdisciplinaridade entre os temas envolvidos e com contribuições que podem ser significativas para os campos educacionais de distintas áreas do saber.

Quadro 1: Objetivo e resultados dos arquivos encontrados na base de dados

Nome do Artigo	Objetivo	Resultados
Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management	Apresentar um jogo colaborativo em AR para promover a conscientização e compromisso com a sustentabilidade.	O jogo facilitou a conscientização e compromisso, além de promover comportamentos adaptativos e colaboração.
Augmented reality (AR)-based intervention to enhance awareness of fine dust in sustainable environments	Investigar o impacto da AR na conscientização dos alunos sobre as partículas de poeira.	A AR melhorou o interesse dos alunos e sua participação, levando a uma maior compreensão sobre as partículas de poeira e suas implicações.
Procedural Collaboration in Educational Games: Supporting Complex System Understandings in Immersive Whole Class Simulations	Apresentar o jogo <i>City Settlers</i> , focado em sustentabilidade e compreensão de sistemas complexos.	O game trouxe colaborações que ajudaram na compreensão de sistemas complexos ligados ao desenvolvimento sustentável.

Nome do Artigo	Objetivo	Resultados
City settlers-Participatory games to build sustainable cities	Descrever o design e motivação por trás do jogo <i>City Settlers</i> , com foco em sustentabilidade e construção urbana.	O game ajudou os jogadores a entender as interações entre sistemas ecológicos, sociais e econômicos, promovendo a formação de alianças para otimizar objetivos.
Ecosystem Education with Augmented Reality: A Flexible Tool for In-Field Learning	Explorar o uso de AR para o aprendizado em campo de ecossistemas.	A AR provou ser uma ferramenta capaz de auxiliar a educação de campo, aumentando o engajamento, acessibilidade e aprendizado dos alunos.
The Virtual Citizen Science Expo Hall: A Case Study of a Design-Based Project for Sustainability Education	Implementar um projeto baseado em design para promover a educação sobre sustentabilidade no contexto de secas.	Com o espaço virtual criado foi possível envolver os participantes e inspirar novas ideias sobre o uso de VR na educação sobre sustentabilidade.
Teaching and learning for a sustainable future: Innovative strategies and best practices	Explorar estratégias inovadoras no ensino da sustentabilidade.	O livro oferece abordagens pedagógicas interessantes, como gamificação e aprendizado baseado em projetos, destacando a importância de integrar a sustentabilidade no currículo.
9th European Conference on Game Based Learning (ECGBL)	Explorar o uso de jogos educacionais para promover a aprendizagem baseada em jogos.	A conferência apresentou diversos artigos discutindo como os jogos podem ser usados em áreas como gestão de riscos, gamificação na educação artística, e simulações ambientais.

Fonte: autoria própria

Os artigos encontrados e acima apresentados, abordam uma ampla variedade de aplicações de tecnologias emergentes, como realidade aumentada (AR) e jogos interativos para no campo da educação, com foco na conscientização ambiental e sustentabilidade.

Um tema comum entre os artigos é sobre o uso de ferramentas interativas e imersivas, como AR e simulações, em aumentar o engajamento dos alunos e melhorar a compreensão de conceitos de temas complexos, como sistemas ecológicos e problemas ambientais. Conforme Pompeu et al. (2024), as iniciativas descritas demonstram que essas tecnologias podem não apenas aumentar a

motivação dos participantes, mas também proporcionar experiências educacionais mais profundas e práticas.

Além disso, a gamificação e os jogos temáticos aparecem como poderosas ferramentas educacionais que incentivam a colaboração e o pensamento adaptativo, promovendo um aprendizado ativo e significativo. Através dessas abordagens, Krause (2020) ressalta que por meio dessas ferramentas os alunos não apenas aprendem teorias, mas também aplicam o conhecimento de maneira prática e contextual, o que é crucial para o entendimento de questões de sustentabilidade.

Além dos artigos encontrados, os documentos tratam de conferências nesta pesquisa mostraram um avanço significativo no desenvolvimento de ferramentas educacionais que podem ser aplicadas em diferentes contextos, desde a conscientização ambiental até o desenvolvimentos de objetos que segundo Vasconcelos et al. (2016), auxiliam o aprendizado, integrando elementos que promovam a colaboração entre os alunos e a reflexão crítica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados sobre o uso de Realidade Aumentada (RA) e metodologias ativas na Educação Ambiental na revisão bibliográfica evidenciou que existe uma lacuna significativa de publicações envolvendo esses temas e como essas ferramentas tecnológicas podem facilitar o engajamento e a compreensão dos alunos em temas complexos e multidisciplinares. Por meio da bibliometria com amplitude de palavras-chave que envolvem os temas, pôde-se inferir que a partir de 2018 surgiu o interesse de publicações acadêmicas sobre essas abordagens, o que indica uma valorização dessas novas tecnologias digitais e imersivas na educação. Esse movimento é impulsionado, principalmente, pela necessidade de métodos educacionais que vão além da abordagem tradicional, promovendo um aprendizado ativo e significativo, onde os alunos não apenas memorizam conceitos, mas também os aplicam em contextos reais e também que simulam a realidade.

Entre os principais benefícios observados está o aumento do engajamento dos alunos, possibilitado pela interatividade que a RA proporciona em simulações e jogos temáticos, como os desenvolvidos nos estudos City Settlers e Sustain. Essas metodologias interativas não apenas atraem o interesse dos estudantes, mas também favorecem uma compreensão prática e contextualizada

de temas como sustentabilidade e ecossistemas. Além disso, a interdisciplinaridade do campo – envolvendo áreas como Ciências Sociais e Ciências Exatas – oferece uma visão ampla e integrada dos desafios ambientais, enriquecendo o aprendizado e incentivando colaborações entre diferentes disciplinas.

Apesar dos avanços, alguns desafios ainda limitam a plena adoção dessas metodologias, existem pontos que precisam ser observados como a dependência de infraestrutura tecnológica e de uma formação adequada dos educadores também representa obstáculos significativos, uma vez que essas ferramentas exigem um conhecimento técnico que nem todos os professores possuem, além de recursos tecnológicos que podem ser onerosos para algumas instituições educacionais.

Considerando esses aspectos, o campo da RA e das metodologias ativas na Educação Ambiental apresenta uma perspectiva futura considerável, mas que requer avanços em algumas frentes. É necessário o desenvolvimento de modelos educacionais mais padronizados, que possam ser aplicados em diferentes contextos e temas ambientais, proporcionando uma base sólida para a aplicação da RA no ensino. Além disso, a combinação com outras tecnologias, como a inteligência artificial, pode oferecer experiências que facilitem a personalização e adaptação, promovendo uma inclusão mais acessível para instituições com menor infraestrutura.

Em síntese, o uso da Realidade Aumentada e das metodologias ativas para a Educação Ambiental configuram-se como uma abordagem inovadora que trazem impactos interessantes para o campo educacional, que tem potencial para incentivar um comprometimento dos alunos com questões ambientais. Embora haja desafios a serem superados, o campo encontra-se em desenvolvimento, e as perspectivas futuras indicam que essas metodologias poderão se consolidar como elementos necessários para um ensino que prepare os estudantes para enfrentar as complexidades do mundo real.

REFERÊNCIAS

ALENCAR DE FREITAS, C.; FREITAS DA SILVA, G. N. Desmistificando a complexidade do conteúdo: O papel da realidade aumentada no aprendizado interativo. **International Seven Journal of Multidisciplinary**, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 1472–1482, 2023. DOI: 10.56238/isevmjv2n6-013. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/ISJM/article/view/3178>. Acesso em: 22 out. 2024

AZUMA, R. T. A **Survey of Augmented Reality**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.

BARBOSA, A. G.. **Realidade Aumentada no Ensino Fundamental: indicadores de apoio da tecnologia digital na aprendizagem do Sistema Solar**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

BATISTA, M. V. S.; SANTANA, L. G. L.; NASCIMENTO, E. G.; CABRAL, A. F. C.; MENEZES JÚNIOR, J. M.; SILVA, P. H. G. **As Realidades Virtual e Aumentada no Ensino de Estudantes com Necessidades Educacionais Especiais**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 2023.

CALDEIRA, V. M. M.; FREITAS, C. A.; PEDRA, R. R.; MIRANDA, G. M. M.; LIMA, S. S. A.; NEVES, L. R. Realidade Aumentada na Educação: Reimaginando Experiências de Aprendizado com Tecnologia Imersiva. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v.6, n.2, p. 2552-2565, 2024. .

CRUZ-CUNHA, M. M.; REIS, M. G. A. D.; PERES, E.; VARAJÃO, J.; BESSA, M.; MAGALHÃES, L.; BARBOSA, L.; BARREIRA, J. **Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação**. IEEE-RITA, v. 5, n. 4, p. 167-174, 2010.

DIAS, C. M.; SASAKI, D. G. G. **PROBLEM-BASED LEARNING AND 21ST CENTURY SKILLS: A SYSTEMATIC REVIEW**. SciELO Preprints, 2023. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.7179. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7179>. Acesso em: 20 oct. 2024.

EWALD, M. F. R. A realidade aumentada como metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem. **Revista de Educação e Tecnologia**, v. 2, n. 3, 2023.

FIGUEREDO, L. P.; POZZEBON, E.; BORGES, B. W. **USE OF AUGMENTED REALITY IN SCIENCE TEACHING: A SYSTEMATIC REVIEW** . SciELO Preprints, 2024. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/9186>. Acesso em: 12 oct. 2024.

FILIPPO, D.; RAPOSO, A.; ENDLER, M.; FUKS, H. Ambientes Colaborativos de Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. (Org.). **Realidade Virtual e Aumentada – Conceitos, Projeto e Aplicações**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2007. p. 168-191.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, J. de S.; FERREIRA, L. G. P.; FERNANDES, T. D.; PINHEIRO FILHO, I. S.; COSTA NETO, L. S. da; MARTINS, D. M.; LOPES, W. S.; SANTOS, W. J. M. dos; PÚBLIO JÚNIOR, C.; SANTOS, A. E. A. dos; PAIXÃO, F. J. D.; SILVA, W. de F.; SILVA, C. M. da; SILVA, A. V. da. Realidade virtual e aumentada: aplicativos facilitadores do ensino-aprendizagem. **Revista Caderno Pedagógico** – Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v. 21, n. 9, p. 01-26, 2024.

GUIMARÃES, M. P.; MARTINS, V. F. Desafios a serem superados para o uso de Realidade Virtual e Aumentada no cotidiano do ensino. **Revista de Informática Aplicada**, v. 9, n. 1, 2013.

KRAUSE, F. C.; SANTOS, G. L.. Transpondo saberes para um app de Educação Ambiental baseada no lugar em Realidade Aumentada. **Debates em Educação**, v. 12, n. 27, p. 762-784, 2020. Disponível em: <https://seer.ufal.br/index.php/debate-seducacao/article/view/8829>. Acesso em: 19 out. 2024.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FERENHOF, H. A. Inovações Educacionais com o Uso da Realidade Aumentada: Uma Revisão Sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, p. e197403, 2019.

MARQUES, C. D.; BRUM, Y. K.; BATISTA, G. F.; PEREIRA, A. G.. Aprendizagem colaborativa e taxonomia de Bloom: o ensino por meio da realidade aumentada. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 135-150, jul. 2024.

MELO, A. E. V.; REIS, I. A. O. Vantagens da Realidade Virtual como ferramenta de ensino. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, nº 33, 10 de setembro de 2024.

MESSIAS, T. F. **O uso da realidade aumentada na educação lúdica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) - Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

PACHECO, R. S.; LAHM, R. A.; ROCHA FILHO, J. B. Aprendizagem colaborativa desenvolvida em ambientes virtuais. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v.8, n.2, p. 1-15, 2019.

PEREIRA, R.; REIS, D.; PEREIRA, R. A.; LOPES, M. **EcosAR: simulador de ecossistemas utilizando realidade aumentada**. In: *Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 25., 2019, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019.

POMPEU, J.; ARAÚJO, V.; GARAVITO, B.; SOUZA, E.; RUSCHIVAL, C. O uso da Realidade Aumentada e Virtual para o desenvolvimento de Habilidade Cognitivas de pessoas com Transtorno do Espectro Autista: Uma Revisão Narrativa. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 11, n. 1, 2024.

PRADO, B. I. W.; ARAÚJO, E. P.; AMARAL, F. A. A **Realidade Aumentada no Planejamento da Paisagem**. Universidade Estadual do Maranhão- UFMA. Maranhão, 2020.

REZENDE, S. M.; GONÇALVES, J. D. B.; PINTO, S. C. C. S.; DELOU, C. M. C. A **Realidade Aumentada em Situações de Aprendizagem na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura**. In: *Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)*, 2., 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 102-111.

SALLES, F. S. F.; MACHADO, L. C. F.. Identificando os problemas socioambientais da comunidade: o uso de registros fotográficos para a alfabetização ambiental na escola. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 7–24, 2024. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/1231>. Acesso em: 17 out. 2024.

SILVEIRA JUNIOR, C. R.; AZARA FILHO, M. F.; RUBIM, R. E.; MACIEL, F. G.; LIMA, C. C. G. M. **Sala de aula invertida: por onde começar?** Pró-Reitoria de Ensino, Instituto Federal de Goiás, 2020

VASCONSELOS, T. B.; NUNES, Cristiane; BORDA, Adriane; ROCHA, Eduardo. A Realidade Aumentada como Dispositivo para um Pensamento Crítico sobre a Cidade na Contemporaneidade. **Projectare**, v. 1, p. 211-220, 2016.

ZHANG, Y.; YANG, X.; HU, Q. Exploring augmented reality's influence on science learning and environmental awareness. **Learning and Instruction**, v. 82, p. 101-122, 2022.

ZUPIC, I.; CATER, T. **Bibliometric Methods in Management and Organization**. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. 2015.