ISSN: 2674-9270
Volume. 7, n. 2, ago./dez. 2025

ARTIGO

Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

Realidade aumentada como ferramenta complementar ao ensino: um estudo de caso aplicado ao Ensino Médio Integrado do IFNMG – Campus Arinos

Luara Brito Peixoto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
E-mail: lbp3@aluno.ifnmg.edu.br

Danilo Silveira Martins
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
E-mail: danilo.silveira@ifnmg.edu.br

Diego de Freitas Bezerra
Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife
E-mail: dfb@cesar.org.br

DOI: *https://doi.org/10.46636/recital.v7i2.741*

Recebido: *24 Ago. 2025*

Aceito: *24 Nov. 2025*

Como citar este artigo: PEIXOTO, Luara Brito; MARTINS, Danilo Silveira; BEZERRA, Diego de Freitas. Realidade aumentada como ferramenta complementar ao ensino: um estudo de caso aplicado ao Ensino Médio Integrado do IFNMG – Campus Arinos. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 7, n. 2, p. 412-431, 2025. DOI: 10.46636/recital.v7i2.741. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/recital/article/view/741.

Está obra está licenciada sobre uma Creative Commons Attribution 4.0 International License. Nenhuma parte desta revista poderá ser reproduzida ou transmitida, para propósitos comerciais, sem permissão por escrito. Para outros propósitos, a reprodução deve ser devidamente referenciada. Os conceitos emitidos em artigos assinados são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

Realidade aumentada como ferramenta complementar ao ensino: um estudo de caso aplicado ao Ensino Médio Integrado do IFNMG – Campus Arinos

RESUMO

Nesta pesquisa, explora-se a aplicação da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) no Ensino Médio integrado do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – campus Arinos, visando melhorar o processo de ensino e de aprendizagem. Por meio de uma metodologia pesquisa-ação, o projeto seleciona ferramentas tecnológicas para criar experiências educacionais imersivas, envolvendo os alunos. Soma-se a isso, o desenvolvimento e a aplicação de modelos tridimensionais em sala de aula, analisando a percepção dos alunos por meio de questionários. Os resultados indicam que a RA pode facilitar a assimilação de conteúdos e aumentar a motivação dos estudantes, embora desafios técnicos e de infraestrutura ainda precisem ser superados. A pesquisa reforça a relevância da RA como uma ferramenta inovadora para o ensino na área de computação, destacando seu potencial para transformar práticas pedagógicas e ampliar o interesse dos alunos por tecnologias emergentes.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Tecnologias Educacionais. Ensino Médio Integrado. Engajamento Estudantil. Inovação Pedagógica.

Augmented Reality as a Complementary Teaching Tool: A Case Study Applied to Integrated High School Education at IFNMG Arinos Campus

ABSTRACT

In this study, the application of Augmented Reality (AR) technology in the Integrated High School program at the Federal Institute of Northern Minas Gerais (IFNMG) – Arinos campus is explored, aiming to enhance the teaching and learning process. Through an action-research methodology, the project selects technological tools to create immersive educational experiences that engage students. Additionally, it involves the development and implementation of three-dimensional models in the classroom, analyzing students' perceptions through questionnaires. The results indicate that AR can facilitate content assimilation and increase student motivation, although technical and infrastructure challenges still need to be addressed. The research reinforces the relevance of AR as an innovative tool for teaching in the field of computing, highlighting its potential to transform pedagogical practices and expand students' interest in emerging technologies.

Keywords: Augmented Reality. Educational Technologies. Integrated High School.

INTRODUÇÃO

A interação entre humanos e máquinas tem crescido significativamente nas últimas décadas. Com os avanços tecnológicos, diferentes tipos de interfaces incorporaram a capacidade de interação por meio de comandos por voz e gestos simples, tornando a experiência ainda mais simples e intuitiva. Aplicações baseadas em jogos digitais, Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) têm promovido uma transformação significativa nessa interação, proporcionando modalidades de imersão que preservam a sensação de interação com objetos do mundo real, mesmo em contextos virtuais (Dudley *et al.,* 2023).

Embora as tecnologias digitais não sejam uma novidade**,** sua disseminação em diversos setores — especialmente na educação — evidencia uma mudança de paradigma, impulsionada, em parte, pelos desafios gerados pela COVID-19 (Al-Ansi *et al*., 2023, Smirnova *et al*., 2021). Ainda que a maioria dos educadores reconheça que essas ferramentas podem aumentar o engajamento dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos abstratos, a plena integração delas enfrenta barreiras significativas. Problemas de infraestrutura, a falta de soluções adaptadas às demandas pedagógicas específicas e as preocupações com a dispersão em sala de aula continuam sendo entraves. Desse modo, a experiência proporcionada pelas tecnologias deve ser pensada de forma holística, combinando a imersão com a interatividade e a relevância didática (e Silva *et al*., 2018, Bartelle and Neto 2019, Haleem *et al*., 2022, Shehata *et al*., 2024).

Nesse cenário, a RA desponta como uma abordagem particularmente interessante, por oferecer a possibilidade de sobrepor informações digitais ao ambiente real, criando experiências que podem enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem de maneira contextualizada e significativa. Ao contrário da RV, que exige a imersão total do usuário em um ambiente simulado, a RA permite que os alunos mantenham o contato com o mundo real enquanto interagem com conteúdos digitais. Isso pode minimizar as preocupações com a dispersão em sala de aula e facilitar a aplicação prática dos conceitos aprendidos (Afonso *et al*., 2020).

A despeito dos avanços tecnológicos, o Ensino Médio ainda enfrenta desafios significativos, como a falta de engajamento dos alunos, a dificuldade em relacionar conteúdos teóricos com aplicações práticas e a resistência de alguns docentes em adotar novas metodologias (de Sousa Ribeiro *et al*., 2025). A pandemia evidenciou a necessidade de repensarem-se as estratégias de ensino e de avaliação, especialmente em contextos remotos ou híbridos, em que a evasão escolar e a desmotivação dos estudantes se tornaram problemas ainda mais críticos. Nesse cenário, surge a pergunta: De que maneira a realidade aumentada pode ser utilizada como ferramenta complementar no Ensino Médio Integrado, de forma a superar esses desafios e promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora?

Esta pesquisa visa auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – campus Arinos, por meio da aplicação da tecnologia de realidade aumentada. Para isso, propõe-se selecionar e implementar ferramentas de RA adequadas ao contexto escolar, capacitar os docentes para o uso dessas tecnologias e avaliar a efetividade das aplicações em sala de aula, tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo. Esta pesquisa é relevante por sua capacidade de transformar a prática pedagógica, tornando as aulas mais dinâmicas, interativas e alinhadas às expectativas dos "nativos digitais". Ao mesmo tempo, propõe uma solução inovadora para os desafios educacionais contemporâneos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e coerente com as demandas da sociedade digital.

O projeto também se destaca por ter sido desenvolvido em condições adversas, durante a pandemia da COVID-19, quando o ensino remoto e híbrido se tornou uma realidade. Essa experiência reforça a importância de se explorarem as tecnologias, pois elas podem ser utilizadas tanto em contextos presenciais quanto remotos, e contribuir para a redução da evasão escolar e para a motivação dos estudantes. Além disso, podem facilitar a aprendizagem de conteúdos específicos da disciplina, porque a aplicação da RA promove o desenvolvimento de competências digitais e de interação com tecnologias emergentes entre os estudantes, habilidades cada vez mais valorizadas no contexto educacional contemporâneo.

REFERENCIAL TEÓRICO

O avanço das tecnologias digitais tem transformado a educação em diversos níveis, proporcionando novas metodologias de ensino e de aprendizagem. Ferramentas tecnológicas, como softwares educacionais, ambientes virtuais de aprendizagem e recursos multimídia tem sido amplamente incorporados para melhorar o engajamento e a retenção do conhecimento por parte dos estudantes (Moran, 2017). Entre essas inovações, a RV e a RA surgem como abordagens promissoras para potencializar a experiência educacional.

A Interação Humano-Computador (IHC) é um campo de estudo que investiga a forma como os seres humanos interagem com as máquinas e os sistemas digitais, visando melhorar a usabilidade e a acessibilidade desses recursos (Barbosa *et al.*, 2021). No contexto educacional, a aprendizagem imersiva mediada por tecnologias, como RA e RV, pode proporcionar um ambiente mais dinâmico e interativo, permitindo que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem (Leite, 2020).

A combinação de IHC e tecnologias imersivas permite criar experiências sensoriais que tornam o aprendizado mais envolvente. Pesquisas demonstram que estudantes que utilizam esses recursos apresentam maior motivação e retenção do conteúdo, além de desenvolverem habilidades cognitivas e técnicas de forma mais eficaz (de Lima *et al.*, 2025, Coelho *et al.*, 2024, Cunha 2025).

A aplicação de RV e RA vai ao encontro das necessidades dos chamados "nativos digitais", estudantes que cresceram em um mundo permeado por tecnologias e demandam abordagens pedagógicas alinhadas a essa realidade. A integração de tecnologias no ensino pode estimular a inteligência e a criatividade dos alunos, preparando-os não apenas para provas, mas também para desafios práticos da vida e do trabalho (Borges e Fleith, 2018). Essa perspectiva reforça a importância de se explorarem ferramentas, como RV e RA, que têm o poder de engajar os estudantes de maneira ativa, transformando a sala de aula em um espaço de descoberta e de experimentação (da Costa Ferreira and Santos, 2020).

Além do engajamento, a RV e a RA oferecem benefícios práticos que podem otimizar o processo de ensino. Uma das principais vantagens é a redução de custos com infraestrutura física, como laboratórios e viagens técnicas. A telepresença proporcionada por essas tecnologias permite que os alunos vivenciem ambientes distantes ou complexos, sem sair da sala de aula (de Souza Lessa *et al.*, 2024). Essa capacidade de “transportar” os estudantes para diferentes realidades não somente amplia suas perspectivas, mas também democratiza o acesso a experiências que, de outra forma, seriam inacessíveis, devido a limitações geográficas ou financeiras (Fonseca *et al.*, 2022).

A utilização de jogos e de simulações em RV e RA também tem sido apontada como uma estratégia eficaz para aumentar o interesse e a motivação dos alunos (Aragão *et al.*, 2023). Os jogos imersivos podem tornar o aprendizado mais acessível e envolvente,

especialmente quando combinados com elementos lúdicos e interativos. Essa abordagem não apenas facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também promove um ambiente de aprendizagem colaborativo, por meio do qual os alunos podem experimentar, errar e aprender de forma autônoma (Lima *et al*., 2022).

No Ensino Técnico Integrado, a aplicação de RV e RA pode ser particularmente eficaz, pois permite a simulação de ambientes e de situações reais, sem os riscos e custos associados a laboratórios físicos (Quadros *et al*., 2021). Essas tecnologias possibilitam que os estudantes visualizem conceitos abstratos, pratiquem habilidades técnicas e interajam com modelos tridimensionais em tempo real, facilitando a compreensão de conteúdos complexos (Bergamaschi *et al*., 2019).

A adoção de tecnologias imersivas na educação técnica apresenta diversos benefícios, como o aumento do engajamento, a possibilidade de aprendizado ativo e a personalização do ensino (Coelho *et al*., 2024). No entanto, sua implementação também enfrenta desafios, como a necessidade de infraestrutura adequada, capacitação docente e acesso a dispositivos compatíveis. Superar essas barreiras requer investimentos institucionais e políticas educacionais que incentivem a inovação tecnológica no ensino (Theobald *et al*., 2025). Além disso, estudos indicam que, quando bem planejadas e implementadas, as tecnologias de RA e RV podem transformar o Ensino Técnico Integrado, tornando-o mais inclusivo e eficiente (Martinek *et al*., 2024).

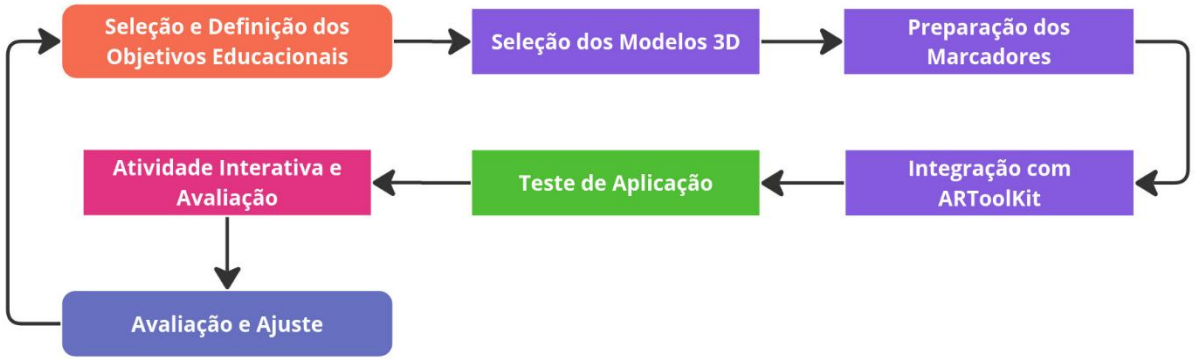
Dessa forma, a pesquisa busca compreender como essas ferramentas podem ser aplicadas de maneira efetiva no contexto do IFNMG – campus Arinos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada às demandas do mercado de trabalho. Especialmente num contexto de ensino remoto emergencial, ocasionado pela pandemia da COVID-19, a adoção dessas tecnologias pode favorecer o aprendizado das disciplinas propedêuticas e técnicas, ao permitir que os estudantes manipulem equipamentos virtuais, simulem cenários diversos e compreendam os conceitos ensinados nas disciplinas de maneira interativa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa adota a abordagem da pesquisa-ação, combinando a ação e a reflexão para resolver problemas práticos em um contexto específico, ao mesmo tempo em que gera conhecimento sobre o processo (Gil, 2019). Esse método é particularmente adequado para este projeto, por buscar implementar tecnologias de RA no Ensino Médio Integrado do IFNMG – campus Arinos, visando transformar a prática pedagógica e avaliar os impactos dessa intervenção.

Essa metodologia é caracterizada por ciclos iterativos de planejamento, ação, observação e reflexão, que permitem ajustes contínuos com base nos resultados obtidos (Perondi *et al*., 2024). Os ciclos foram organizados em quatro fases principais: seleção, desenvolvimento, aplicação e análise. Na primeira fase, foram realizados o levantamento de demandas dos docentes e a seleção de ferramentas de RA adequadas ao contexto escolar. Na segunda, a ferramenta foi desenvolvida. Na terceira fase, as tecnologias foram implementadas em sala de aula, com o acompanhamento e a capacitação dos professores. Por fim, na quarta fase, os resultados foram avaliados qualitativa e quantitativamente, com base nas experiências dos alunos, permitindo reflexões e ajustes para futuras aplicações. A Figura 1 ilustra quais atividades foram desenvolvidas em cada fase.

Figura 1 - Fluxograma do processo de desenvolvimento e experimentação



Fonte: Autoria própria.

Considerações éticas: O projeto não foi submetido a um Comitê de Ética em Pesquisa, pois foi desenvolvido como uma atividade de projeto pedagógico institucional. No entanto, os princípios éticos foram observados durante a condução da pesquisa. A participação dos estudantes foi voluntária e não condicionada à avaliação formal. O consentimento foi obtido de forma explícita no início do formulário on-line aplicado aos alunos, no qual constavam os objetivos da pesquisa, bem como o uso anônimo das informações coletadas e a não obrigatoriedade de participação. Não foram coletados dados pessoais identificáveis. Ainda assim, reconhece-se que a ausência de avaliação ética formal constitui uma limitação e será considerada em futuros desdobramentos do projeto.

DESENVOLVIMENTO

Na primeira etapa, foi preciso identificarem-se os conteúdos específicos que seriam abordados, como estruturas celulares, DNA ou sistemas do corpo humano. Na segunda, após definir o objetivo da aula, o professor selecionou ou criou modelos tridimensionais adequados ao conteúdo. Tais modelos podem ser obtidos em bancos gratuitos na internet ou produzidos com ferramentas de modelagem tridimensional.

Em paralelo, foi conduzido um levantamento de requisitos para identificar as tecnologias de RA adequadas ao contexto educacional do projeto. Foram priorizadas ferramentas de software livre e de código aberto para garantir acessibilidade e viabilizar o uso contínuo pelos professores e alunos, mesmo após a conclusão do projeto.

Também foram realizadas discussões com professores da área técnica e propedêutica do curso Técnico em Informática, a fim de se identificarem suas principais demandas e dificuldades no ensino. Tais discussões foram essenciais para orientar a seleção das ferramentas, priorizando aquelas que agregassem valor ao aprendizado de conteúdos considerados abstratos ou complexos para o ensino remoto.

Para execução da segunda etapa, foram exploradas algumas plataformas para a busca de modelos tridimensionais que poderiam ser aplicados durante o desenvolvimento do projeto. Como a plataforma Sketchfab[1] oferece diversos modelos tridimensionais gratuitos para usar, modificar e distribuir, foi selecionada como a fonte de modelos para este estudo. O software Blender[2] foi utilizado para edição e personalização dos modelos escolhidos, conforme necessidade dos docentes.

[1] Link para acesso à plataforma Sketchfab: https://sketchfab.com/
[2] Link para download do Blender: https://blender.org/

Em seguida, foi realizada a preparação dos marcadores visuais, que servem de ponto de renderização dos modelos tridimensionais selecionados. Esses marcadores são impressos em papel e apresentam padrões gráficos bem contrastantes, geralmente em preto e branco, garantindo que possam ser facilmente identificados pelo ARToolKit. Feito isso, é necessário integrar esses modelos 3D à ferramenta ARToolKit, vinculando cada modelo a um marcador específico para permitir sua visualização instantânea, quando reconhecidos pela câmera.

Após a configuração inicial, realizou-se um teste da aplicação, para assegurar que os marcadores fossem corretamente detectados e que os objetos 3D também fossem exibidos adequadamente na tela, corrigindo eventuais problemas relacionados à iluminação, a distância ou ao ângulo da câmera. Após verificação, a aplicação foi disponibilizada on-line, em local onde os estudantes utilizaram smartphones, tablets ou câmeras conectadas ao computador, para interagir com os marcadores impressos. Assim que o marcador foi reconhecido, o modelo tridimensional foi exibido instantaneamente em RA.

APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA

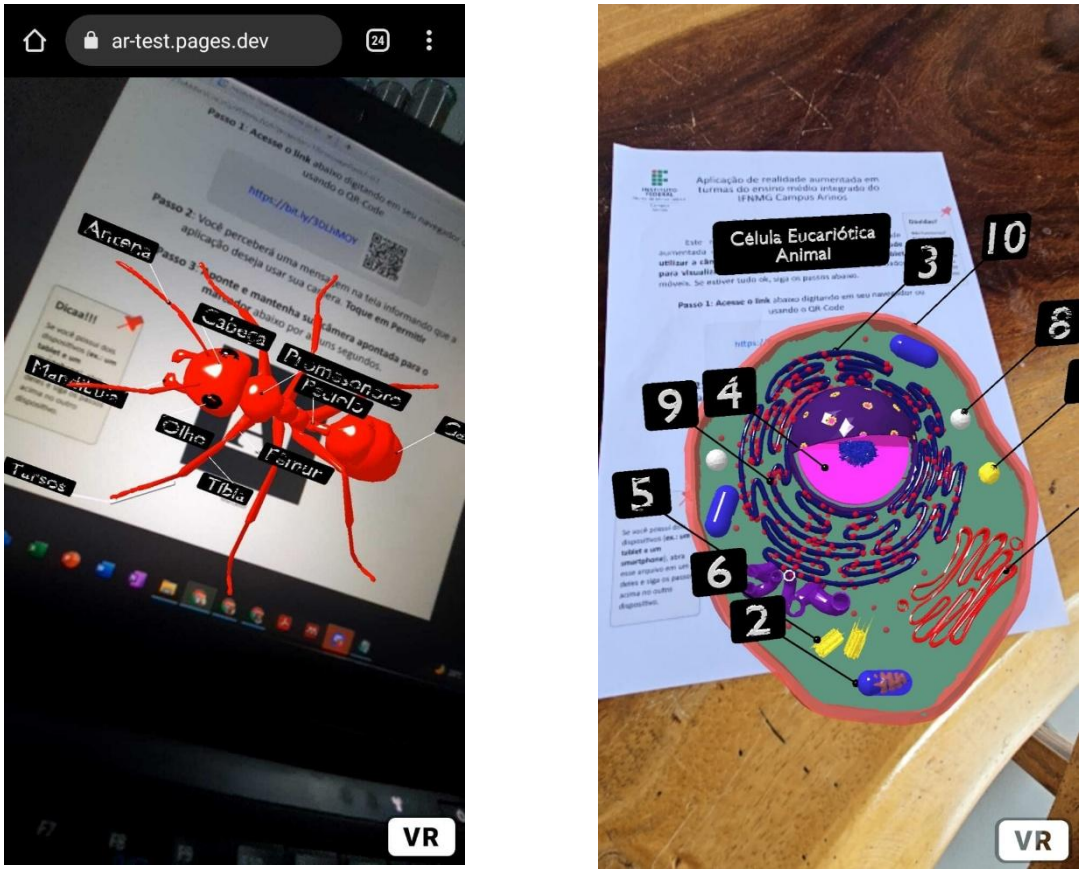
Na aplicação das tecnologias, foram estabelecidas parcerias com dois professores da área de Biologia, que participaram das atividades do projeto. Foram criados três modelos 3D representando uma célula eucariótica animal, uma formiga e uma borboleta. Os alunos receberam um vídeo[3] instrutivo e um documento Tutorial[4] contendo um link e QR code para acesso à plataforma web com o ARToolkit já configurado[5]. Após o aluno acessar a página web pelo celular e conceder permissão para o uso da câmera, um marcador foi escaneado para exibir o objeto 3D correspondente (Figura 2). Assim, este objeto apareceu tanto em papel físico (Figura 2b) quanto na tela do computador (Figura 2a).

[3] Link para acesso ao vídeo de apresentação: https://abrir.link/video-apresentacao
[4] Link para acesso ao documento tutorial: https://abrir.link/tutorial-marcador
[5] Link para acesso à ferramenta de RA: https://ddefb.github.io/ar-ifnmg/

Figura 2 - Objetos em RA projetados na tela de um notebook, a partir de um marcador.

(a) Formiga e suas partes, projetada em tela de notebook.

(b) Célula eucariótica animal, projetada em folha de papel.



Fonte: Autoria própria.

A atividade proposta pelos docentes consistiu em fazer com que os alunos acessassem os objetos 3D e identificassem corretamente suas partes. Após essa etapa, o gabarito também foi disponibilizado em formato 3D, para que os alunos pudessem avaliar suas respostas.

Após a realização das atividades, os alunos foram convidados a responder um questionário de percepção sobre suas experiências com a RA. Os dados coletados serviram para a análise dos impactos da tecnologia na aprendizagem e na motivação dos estudantes. Essa análise também permitiu compreender as descobertas feitas ao longo do estudo e indicar novas possibilidades para futuras implementações do projeto.

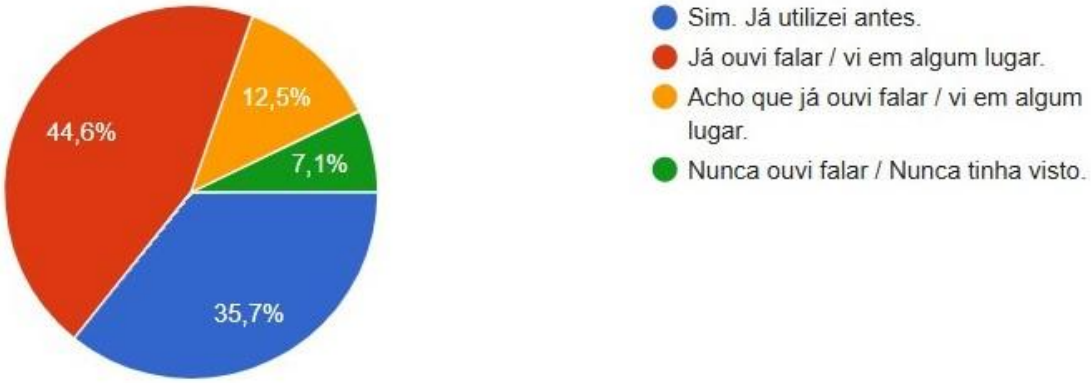
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O questionário aplicado aos estudantes foi respondido por um total de 56 alunos do Ensino Médio Integrado do curso Técnico em Informática do IFNMG – campus Arinos. Os participantes tinham idades entre 15 e 18 anos e estavam matriculados em duas turmas da disciplina de Biologia, na qual a atividade com RA foi realizada. Embora todos os estudantes dessas turmas tenham sido convidados a participar, a adesão foi voluntária e não foram coletados dados pessoais identificáveis. O questionário foi composto por 10 questões fechadas — incluindo perguntas de múltipla escolha e escalas Likert — e 2 questões abertas, permitindo que os alunos expressassem percepções gerais e sugestões. As questões

abordaram aspectos, como facilidade de uso da ferramenta, dificuldades encontradas, percepção quanto à utilidade da RA para a compreensão dos conteúdos e impacto na motivação para os estudos. Embora não tenha sido realizada uma caracterização detalhada da amostra em termos de gênero ou familiaridade prévia com tecnologias de RA, a análise das respostas permitiu identificar tendências importantes sobre a experiência dos alunos com a tecnologia. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Os dados indicaram que 35,7% dos alunos já haviam utilizado a RA e 44,6% conheciam o conceito, mas nunca a haviam experimentado. Contrariamente, 7,1% nunca ouviram falar da tecnologia. Isso evidencia que o projeto conseguiu alcançar um público que ainda não tinha contato com esse recurso (Figura 3).

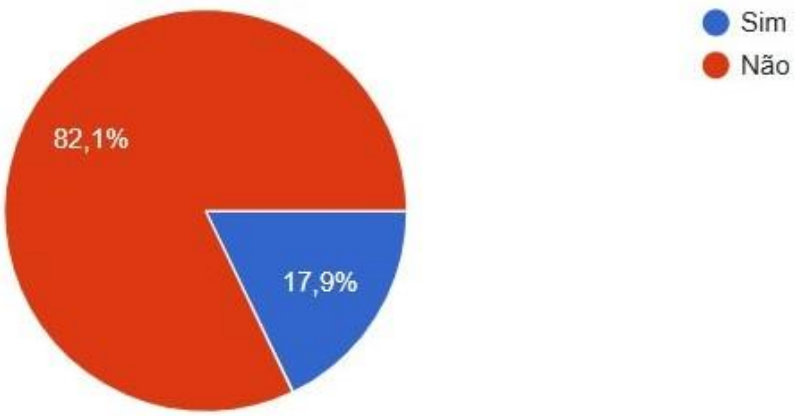
Figura 3 - Você já conhecia o conceito de Realidade Aumentada?



Fonte: Autoria própria.

Quanto às dificuldades na visualização dos objetos em RA, 82,1\% dos alunos não relataram problemas, somente 17,9\% enfrentaram desafios, principalmente relacionados às permissões de câmera e de configurações do navegador. Um aluno mencionou dificuldades na visualização pelo celular, porém resolveu o problema, ao utilizar um notebook (Figura 4).

Figura 4 - Você sentiu alguma dificuldade para visualizar o objeto em Realidade Aumentada?

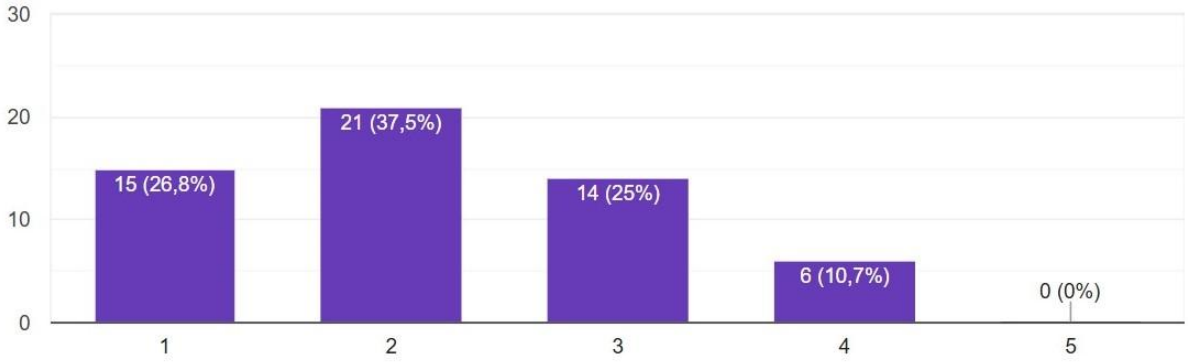


Fonte: Autoria própria.

Sobre a compreensão do funcionamento da ferramenta, os alunos avaliaram o nível de dificuldade em uma escala de 1 a 5. A maioria (64,3\%) atribuiu notas entre 1 e 2, indicando baixa dificuldade, e 25\% classificaram como nível 3 e 10,7\% encontraram maior dificuldade

(grau 4). Nenhum aluno classificou a compreensão como extremamente difícil (grau 5). Veja a Figura 5.

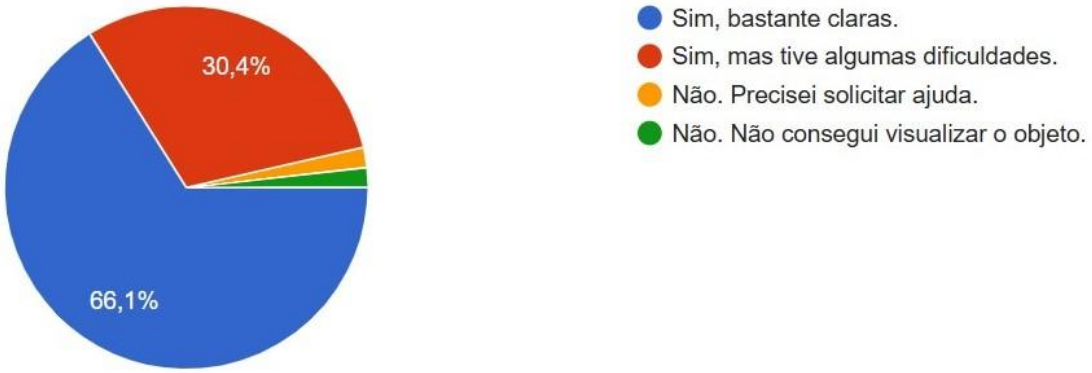
Figura 5 - Qual foi o nível de dificuldade na compreensão do funcionamento da ferramenta?



Legenda: 1 – Muito fácil; 2 – Fácil; 3 – Médio; 4 – Difícil; 5 – Extrema dificuldade.
Fonte: Autoria própria.

Em relação às instruções fornecidas, 66,1% dos alunos consideraram-nas claras e suficientes. Diferentemente, 30,4% indicaram que, apesar de suficientes, encontraram dificuldades pontuais já mencionadas. Um aluno precisou de auxílio para concluir a atividade, e outro não conseguiu visualizar a célula (Figura 6).

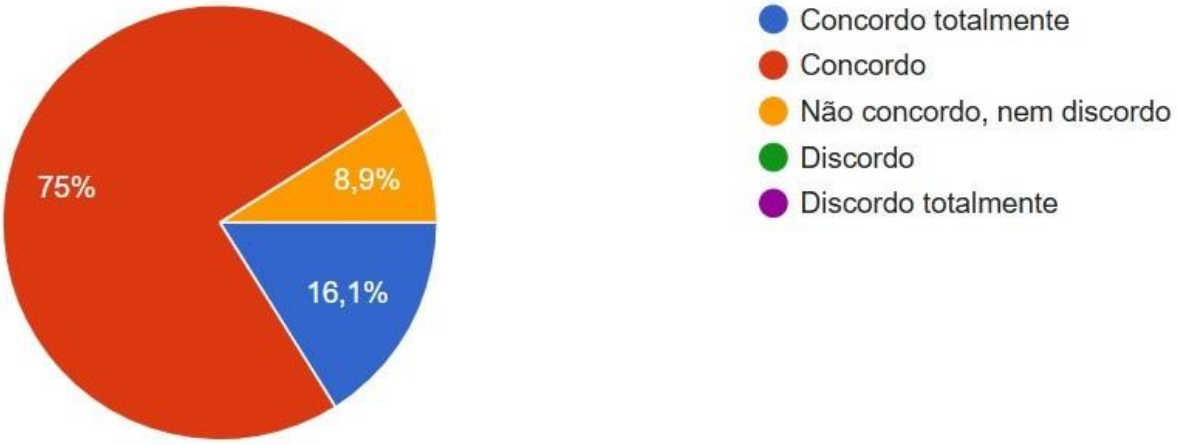
Figura 6 - As instruções fornecidas para visualizar o objeto foram suficientes?



Fonte: Autoria própria.

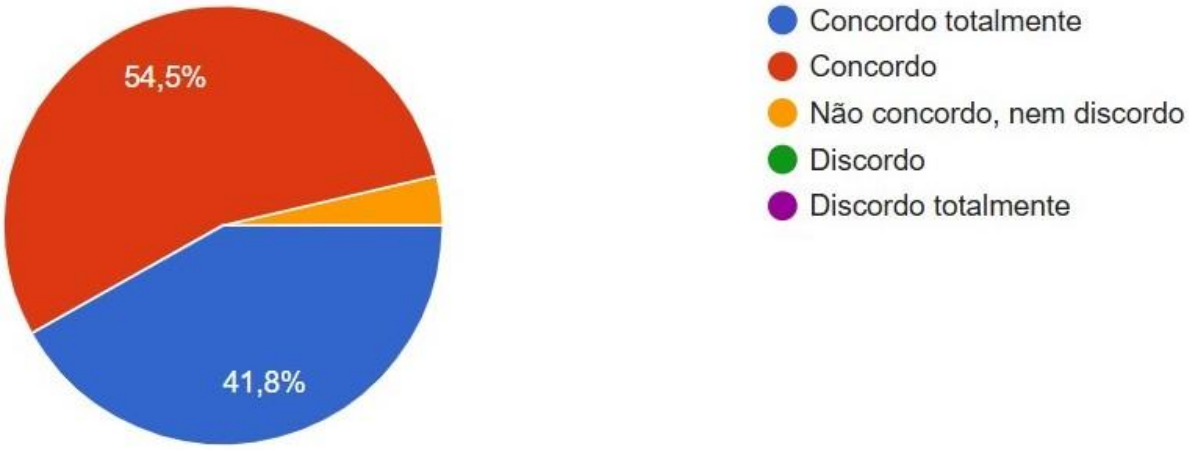
A respeito da contribuição da RA para a compreensão da tridimensionalidade, 91,1% dos alunos concordaram que a ferramenta facilitou esse entendimento (Figura 7). Ainda, 96,3% reconheceram que a tecnologia auxiliou no aprendizado, destacando-se como um recurso eficaz para as aulas de Biologia (Figura 8).

Figura 7 - O uso de Realidade Aumentada me ajudou a compreender o conceito de tridimensionalidade?



Fonte: Autoria própria.

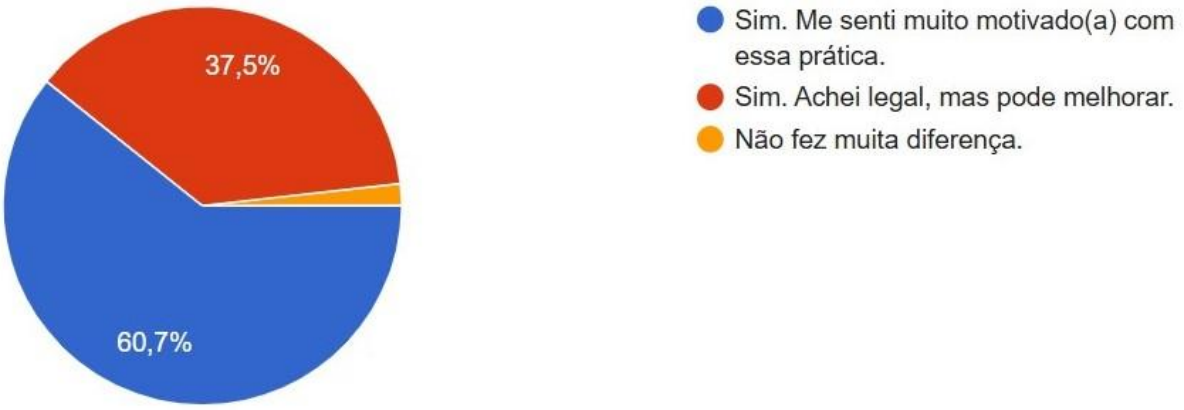
Figura 8 - Eu acredito que a Realidade Aumentada utilizada na sala de aula pôde melhorar o meu aprendizado.



Fonte: Autoria própria.

A pesquisa também avaliou o impacto da RA na motivação dos alunos. Um total de 60,7% afirmou que a atividade os incentivou a estudar mais, e 37,5% destacaram o potencial da ferramenta, mas sugeriram melhorias para torná-la ainda mais eficiente. Apenas um aluno relatou que a experiência não influenciou sua motivação (Figura 9).

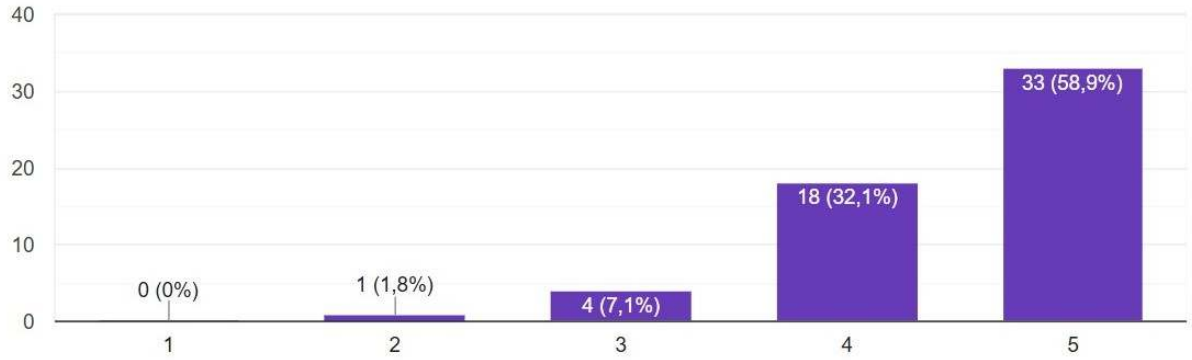
Figura 9 - A Realidade Aumentada motivou o estudo do conteúdo



Fonte: Autoria própria.

Por fim, 58,9% dos alunos manifestaram interesse em utilizar a realidade aumentada com mais frequência nas aulas. Na avaliação geral do projeto, 67,9% atribuíram nota máxima (5), demonstraram uma recepção positiva da iniciativa e reforçaram seu potencial como ferramenta educacional (Figura 10).

Figura 10 - Eu gostaria que a Realidade Aumentada fosse utilizada com mais frequência nas aulas.



Legenda: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3-Não concordo, nem discordo; 4-Concordo; 5-Concordo totalmente.
Fonte: Autoria própria.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos resultados confirma que a RA agrega valor ao ensino, ao proporcionar aos estudantes uma experiência mais imersiva e interativa. A visualização tridimensional dos conteúdos permite uma melhor assimilação dos conceitos, tornando o aprendizado mais dinâmico. Os questionários aplicados indicam que a maioria dos alunos teve uma experiência positiva, ao utilizar a tecnologia, reforçando seu potencial como ferramenta educacional inovadora.

Além dos aspectos técnicos, a motivação dos estudantes foi um ponto de destaque nos resultados obtidos. Muitos alunos demonstraram entusiasmo, ao utilizar a RA como um recurso didático, e ressaltaram que a tecnologia tornou o aprendizado mais interessante e envolvente. As respostas às questões abertas reforçam essa percepção, evidenciando que o

uso de novas metodologias em sala de aula contribui para o engajamento e a participação ativa dos estudantes.

Entretanto, além das questões de motivação e de engajamento, a adoção da RA em sala de aula apresenta desafios tanto pedagógicos quanto logísticos, que merecem atenção. A diversidade de dispositivos disponíveis entre os alunos impactou diretamente na experiência de uso, com relatos pontuais de incompatibilidade ou dificuldade de configuração. O uso da RA requer um papel ativo dos professores na mediação da atividade, fator que se mostrou um desafio no presente estudo. Embora os docentes da área de Biologia tenham colaborado na seleção dos conteúdos, preferiram não aplicar diretamente a ferramenta em suas aulas, demonstrando insegurança quanto ao uso da tecnologia. A atividade acabou sendo conduzida por um professor da área de Informática. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias de formação continuada para os professores e de um planejamento cuidadoso na implementação de tecnologias imersivas no contexto escolar.

Apesar dos resultados positivos observados, esta pesquisa possui algumas limitações metodológicas importantes. Não foi realizada, por exemplo, a triangulação de dados por meio de entrevistas com os docentes participantes, uma vez que, por decisão pessoal, os professores envolvidos preferiram não participar formalmente da avaliação. Assim, a análise concentrou-se unicamente nas percepções dos estudantes. Também não foi conduzida uma avaliação formal de influência sobre a aprendizagem, como testes de retenção de conteúdo ou comparações com grupos controle. A ausência de caracterização detalhada da amostra, no que se refere a variáveis, como gênero, familiaridade prévia com tecnologias digitais ou interesse pelas disciplinas, constitui outra limitação a ser considerada. Esses aspectos deverão ser contemplados em futuros trabalhos, que poderão adotar desenhos metodológicos mais robustos, incluindo análise de desempenho acadêmico e investigação longitudinal dos efeitos da RA no aprendizado.

Ainda assim, os resultados obtidos apontam que a RA pode ser um diferencial significativo para o ensino, principalmente quando bem integrada às práticas pedagógicas. Apesar das limitações mencionadas, os benefícios superam os desafios, demonstrando que a adoção dessa tecnologia tem potencial para transformar a experiência educacional e ampliar o interesse dos alunos pelo conteúdo. Investir na melhoria da ferramenta, no aprimoramento da infraestrutura tecnológica e na capacitação dos professores para utilizá-la de maneira eficaz, poderá contribuir ainda mais para a evolução do ensino, por meio da inovação tecnológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação da Realidade Aumentada (RA) no Ensino Médio Integrado demonstrou ser uma estratégia pedagógica promissora, proporcionando aos alunos uma experiência interativa e enriquecedora. Os resultados da pesquisa indicaram que a tecnologia contribuiu significativamente para a compreensão de conceitos tridimensionais, além de aumentar a motivação e o interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado.

Conforme expusemos, a adoção da RA também revelou desafios tanto pedagógicos quanto logísticos, os quais merecem atenção. A heterogeneidade dos dispositivos utilizados pelos alunos resultou em experiências de uso variadas, com alguns casos pontuais de incompatibilidade e de dificuldades técnicas. A mediação docente desempenha um papel central no sucesso da atividade, por isso é necessária a preparação específica e o suporte adequado aos professores. Na presente pesquisa, embora os docentes da área de Biologia

tenham colaborado com a seleção dos conteúdos, demonstraram receio quanto à utilização direta da ferramenta em sala de aula, o que reforça a importância de ações formativas mais consistentes.

Do ponto de vista metodológico, ela apresentou limitações que devem ser consideradas. A análise concentrou-se nas percepções dos estudantes, também não incluiu medidas objetivas de impacto no desempenho acadêmico ou na retenção de conhecimento. Tampouco foi realizada a triangulação de dados com observações em sala de aula ou entrevistas com os docentes, visto que os professores preferiram não participar formalmente da avaliação. A ausência de caracterização detalhada da amostra também constitui uma limitação a ser superada em investigações futuras.

Ainda assim, os resultados obtidos reforçam o potencial da RA como ferramenta educacional inovadora no Ensino Médio Integrado, particularmente no contexto da educação técnica e profissional. Além de apoiar a aprendizagem de conteúdos específicos, a aplicação da RA promove o desenvolvimento de competências digitais e de interação com tecnologias emergentes, habilidades fundamentais para a formação dos estudantes na sociedade digital contemporânea.

Como agenda de pesquisa futura, sugere-se a realização de estudos com avaliações objetivas do impacto da RA sobre o desempenho acadêmico e a retenção de conhecimento, bem como a comparação com outras metodologias didáticas, como vídeos 2D ou modelos físicos. A investigação longitudinal poderá fornecer percepções mais robustas sobre os benefícios e limitações dessa tecnologia no contexto educacional. Recomenda-se também a inclusão sistemática de triangulação de dados, integrando a percepção dos professores e as observações em sala de aula, a fim de se obter uma visão mais ampla e aprofundada dos efeitos da RA no processo de ensino e de aprendizagem.

Por fim, destaca-se a importância de consolidarem-se políticas institucionais de apoio ao uso de tecnologias imersivas na educação, garantindo infraestrutura adequada, formação continuada dos docentes e integração curricular planejada. Essas ações poderão ampliar o impacto positivo da RA e contribuir para a inovação pedagógica nas escolas técnicas e demais níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B. et al. Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação. **Revista Intersaberes**, v. 15, n. 34, 2020. Disponível em:

https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1800.

Acesso em: 19 mai. 2025.

AL-ANSI, A. M. et al. Analyzing augmented reality (ar) and virtual reality (vr) recent development in education. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 8, n. 1, p. 100532, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532.

Acesso em: 25 mar. 2025.

ARAGÃO, P. A. P.; AVELLAR, G. M. N.; BARBOSA, E. F. Ensino de programação e pensamento computacional utilizando realidade virtual, realidade aumentada e jogos: Um mapeamento

sistemático da literatura. In: **Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação (SBIE 2023)**, 34., 2023. Anais [...]. [S. l.]: SBIE, 2023. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/26713.

Acesso em: 29 fev. 2024.

BARBOSA, S. D. J. *et al*. **Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário**. [S. l.]: Autopublicação, 2021.

BARTELLE, L. B.; NETO, G. B. A inserção das tecnologias nas metodologias de ensino. **Horizontes-Revista de Educação**, v. 7, n. 13, p. 280–297, 2019.

BERGAMASCHI, M. P. et al. Livro interativo para a componente curricular física, no curso técnico em informática integrado ao ensino médio: Aplicativo com realidade aumentada em dispositivos móveis. **Revista Sinergia**, v. 20, n. 2, 2019. Disponível em: https://ojs.ifsp.edu.br/sinergia/article/view/703.

Acesso em: 05 dez. 2024.

BORGES, C. N.; FLEITH, D. d. S. Uso da tecnologia na prática pedagógica: Influência na criatividade e motivação de alunos do ensino fundamental. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 34, e3435, 2018. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/ptp/a/dwXgGCYP5LHkNP3dqdjyV3r/.

Acesso em: 10 jun. 2024.

COELHO, M. N.; DELABRIDA, S.; SILVAS, F. Uso de tecnologias imersivas para avaliação do comportamento e seus desafios de implementação na indústria. In: **Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos Em Sistemas Computacionais (IHC)**, [2024]. Anais [...]. [S. l.]: SBC, p. 226–230. Disponível em:

https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/30669.

Acesso em: 22 mai. 2025.

CUNHA, M. R. H. D. et al. Integração da gamificação e tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem em ciencias: Promovendo o engajamento da geração z em uma escola pública. **ARACÊ**, 2025. [S. l.], v. 7, n. 1, p. 139–169, 2025. DOI: 10.56238/arev7n1-009. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2657.

Acesso em 02 jul. 2025.

DA COSTA FERREIRA, L.; SANTOS, A. L. Realidade virtual e aumentada: um relato sobre a experiência da utilização das tecnologias no ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/3599.

Acesso em: 16 ago. 2024.

DE LIMA, B. G. et al. Explorando o potencial da realidade virtual e aumentada na educação: inovações e aplicações práticas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 2025. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17999

Acesso em: 24 jul. 2025.

DE SOUSA RIBEIRO, S. L. et al. Formação docente e tecnologias educacionais: uma revisão de literatura sobre inclusão, inovação e práticas educativas da educação infantil ao ensino médio. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 1, e8670–e8670, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.55905/oelv23n1-132.

Acesso em: 12 jan. 2025.

DE SOUZA LESSA, D.; MENEZES, L. C. F.; FERRETE, A. A. S. S. Material didático: Explorando o potencial educativo do tour virtual e do cenário virtual de aprendizagem. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 8, n. 2, p. 2194–2214, 2024. Disponível em:

https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1545

Acesso em: 12 jul. 2025.

DUDLEY, J. et al. Inclusive immersion: a review of efforts to improve accessibility in virtual reality, augmented reality and the metaverse. **Virtual Reality**, v. 27, n. 4, p. 2989–3020, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10055-023-00850-8

Acesso em: 07 dez. 2024.

E SILVA, L. S.; SILVA, A. J.; DE FREITAS BEZERRA, D.; ELIAS, A. T. Brazilian high school teachers perceptions of mobile game-based learning. In: **Latin American Conference On Learning Technologies (LACLO)**, São Paulo, Brazil, 2018, [S. l.]. Anais [...]. [S. l.]: IEEE, 2018. p. 224–231. Disponível em: https://doi.org/10.1109/LACLO.2018.00050.

Acesso em: 31 out. 2024.

FONSECA, K. R.; DE OLIVEIRA, C. B. C.; DO VALLE, M. G. O uso da realidade virtual no ensino de biologia: análise de tours do aplicativo google expedições. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 20, n. 1, p. 328–337, 2022. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/126680.

Acesso em: 25 jan. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

HALEEM, A. et al. Understanding the role of digital technologies in education: A review. **Sustainable operations and computers**, v. 3, p. 275–285, 2022. Disponível em:

https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004.

Acesso em: 15 mar. 2025.

LEITE, B. S. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de química. **Edutec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, e097220–e097220, 2020. Disponível em:

https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/972.

Acesso em: 05 ago. 2024.

LIMA, E.; PEREIRA, R.; VIANA, W. Amongnet game: Um relato de experiência do uso da virtualidade e da realidade aumentada no ensino remoto emergencial de redes de

computadores. In: **Simpósio Brasileiro De Educação Em Computação (EDUCOMP 2022)**, 2., 2022. Anais [...]. [S. l.]: EDUCOMP, 2022. Disponível em:

https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/19209.

Acesso em: 08 out. 2024.

MARTINEK, W. et al. Transformando o ensino de matemática na educação básica: O impacto das tecnologias de realidade aumentada e virtual. In: **Congresso Latino-Americano De Software Livre E Tecnologias Abertas (Latinoware 2024)**, 21., 2024. Anais [...]. [S. l.]: Latinoware, 2024. Disponível em:

https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/31539

Acesso em: 03 jun. 2025.

PERONDI, L. et al. Pesquisa-ação na prática pedagógica docente: reflexões e processos. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, 2024. Disponível em:

https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/12193

Acesso em: 11 jan. 2025.

QUADROS, M. M.; MUROFUSHI, R. H.; PEREIRA, C. A. Realidade virtual e aumentada (rva) no ensino técnico nas áreas de elétrica, mecânica e civil: Uma revisão de literatura. **Revista Prática Docente**, 2021. [s. l.], v. 6, n. 3, p. e091, 2021. DOI: 10.23926/RPD.2021.v6.n3.e091.id1271. Disponível em:

https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/302

Acesso em: 23 ago. 2024.

SHEHATA, B. et al. How are we doing with student-centered learning facilitated by educational technologies? a systematic review of literature reviews. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 7, p. 7813–7854, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10639-023-12112-w

Acesso em: 31 mar. 2024.

SMIRNOVA, E. A. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on the development of digital technologies in academic education. **Journal Of Advanced Pharmacy Education And Research**, 2021.

THEOBALD, Ana Alice de Rezende Fonseca, et al. Realidade virtual e aumentada: Aplicabilidade na educação. **LUMEN ET VIRTUS**, 2025. [S. l.], v. 16, n. 45, p. 885–894, 2025. DOI: 10.56238/levv16n45-015. Disponível em:

https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/3223.

Acesso em: 23 jul. 2025.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES

Formulário aplicado aos estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Informática do IFNMG campus Arinos, com o objetivo de avaliar a percepção dos discentes sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) nas aulas de Biologia. As respostas foram coletadas de forma anônima e voluntária.

Prezado(a) Aluno(a),

Esta pesquisa pretende analisar a percepção dos alunos acerca da aplicação de Realidade Aumentada em sala de aula.

Você poderá deixar de participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e sem sofrer qualquer prejuízo. Você não precisará se identificar e os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, servindo apenas para a construção do trabalho dos pesquisadores, os quais poderão ser publicados.

Caso aceite fazer parte do estudo, continue a responder este formulário on-line. Em caso de recusa, basta fechar este formulário.

QUESTÕES

1. Você já conhecia o conceito de Realidade Aumentada?
    a. Sim. Já utilizei antes.
    b. Já ouvi falar / vi em algum lugar.
    c. Acho que já ouvi falar / vi em algum lugar.
    d. Nunca ouvi falar / Nunca tinha visto.

2. Você sentiu alguma dificuldade para visualizar a célula em Realidade Aumentada?
    a. Sim
    b. Não

3. Se a resposta anterior foi sim, pode nos contar o que aconteceu?

4. Qual foi o nível de dificuldade na compreensão do funcionamento?
    a. 1 – Muito Fácil utilizar
    b. 2
    c. 3
    d. 4
    e. 5 – Extrema Dificuldade

5. As instruções fornecidas para visualizar o objeto foram suficientes?
    a. Sim, bastante claras.

b. Sim, mas tive algumas dificuldades.
c. Não. Precisei solicitar ajuda.
d. Não. Não consegui visualizar o objeto.

6. O uso de Realidade Aumentada me ajudou a compreender o conceito de tridimensionalidade.
    a. Concordo totalmente
    b. Concordo
    c. Não concordo, nem discordo
    d. Discordo
    e. Discordo totalmente

7. Eu acredito que a Realidade Aumentada utilizada na sala de aula pode melhorar o meu aprendizado.
    a. Concordo totalmente
    b. Concordo
    c. Não concordo, nem discordo
    d. Discordo
    e. Discordo totalmente

8. A Realidade Aumentada motivou o estudo do conteúdo?
    a. Concordo totalmente
    b. Concordo
    c. Não concordo, nem discordo
    d. Discordo
    e. Discordo totalmente

9. Eu gostaria que a Realidade Aumentada fosse utilizada com mais frequência nas aulas.
    a. Sim. Me senti muito motivado(a) com essa prática.
    b. Sim. Achei legal, mas pode melhorar.
    c. Não fez muita diferença.

10. Eu gostaria que a Realidade Aumentada fosse utilizada com mais frequência nas aulas.
    a. Concordo totalmente
    b. Concordo
    c. Não concordo, nem discordo
    d. Discordo
    e. Discordo totalmente

11. Que nota você atribui ao projeto?
    a. 1 – Muito Fácil utilizar

b. 2
c. 3
d. 4
e. 5 – Extrema Dificuldade

12. Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre a aplicação, dificuldades encontradas etc.

Editores do artigo

Jandresson Dias Pires e Mariana Mapelli de Paiva