

A INTEGRAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

THE INTEGRATION OF AUGMENTED REALITY AS AN EDUCATIONAL TOOL IN MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION

Jonathan Felipe da Silva¹, Sandro César Silveira Jucá², Lana Priscila Souza³, Solonildo Almeida da Silva⁴

Recebido: fevereiro/2023 - Aprovado: fevereiro/2025

RESUMO: A transformação digital tem revolucionado o ambiente educacional contemporâneo. A modernização das salas de aula é evidente por meio da substituição das lousas convencionais por tecnologias interativas, como projetores e lousas digitais, que proporcionam uma experiência educacional mais dinâmica e envolvente, modificando significativamente a relação entre professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem. Este estudo concentra-se na implementação da Realidade Aumentada (RA) como ferramenta pedagógica nos cursos de Engenharia Mecânica. O foco principal é superar um desafio recorrente enfrentado pelos estudantes: a dificuldade em visualizar estruturas tridimensionais a partir de representações bidimensionais. A investigação será conduzida por meio de uma revisão bibliográfica abrangente, analisando publicações relevantes para estabelecer o panorama atual das pesquisas sobre o tema. Espera-se que a integração da RA, mediada por professores devidamente capacitados, enriqueça significativamente o processo de aprendizagem, facilitando a construção do conhecimento pelos alunos. As conclusões preliminares indicam que a Realidade Aumentada representa uma ferramenta pedagógica inovadora e versátil, aplicável a diversos campos do conhecimento. No contexto específico da Engenharia Mecânica, esta tecnologia promete ampliar a compreensão dos conceitos fundamentais, tornando o aprendizado mais efetivo e significativo dentro do ambiente acadêmico.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Mecânica, Ensino-aprendizagem, Realidade aumentada, Tecnologia.

- 1 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2677-2984>. Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Técnico de Laboratório Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, Brasil. Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-53. E-mail: jonathan.silva@ifce.edu.br.
- 2 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8085-7543>. Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, Brasil. Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-53. E-mail: sandrojuca@ifce.edu.br.
- 3 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1921-1396>. Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente da Rede Estadual de Educação Básica do Estado do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-53. E-mail: lanapriscilasouza@yahoo.com.br.
- 4 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5932-1106>. Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, Brasil. Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-53. E-mail: solonildo@ifce.edu.br.





ABSTRACT: Digital transformation has revolutionized the contemporary educational environment. The modernization of classrooms is evident in the replacement of conventional whiteboards by interactive technologies, such as projectors and digital whiteboards, which provide a more dynamic and engaging educational experience, significantly changing the relationship between teachers and students in the teaching-learning process. This study focuses on the implementation of Augmented Reality (AR) as a pedagogical tool in Mechanical Engineering courses. The main focus is to overcome a recurring challenge faced by students: the difficulty in visualizing three-dimensional structures from two-dimensional representations. The research will be conducted through a comprehensive literature review, analyzing relevant publications to establish the current panorama of research on the subject. It is expected that the integration of AR, mediated by properly trained teachers, will significantly enrich the learning process, facilitating the construction of knowledge by students. Preliminary conclusions indicate that Augmented Reality represents an innovative and versatile pedagogical tool, applicable to several fields of knowledge. In the specific context of Mechanical Engineering, this technology promises to broaden the understanding of fundamental concepts, making learning more effective and meaningful within the academic environment.

KEYWORDS: Mechanical Engineering, Teaching-learning, Augmented Reality, Technology.

1 Introdução

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que permite maior interatividade com todos os elementos construídos. Assim, com um *smartphone* conectado à internet, o professor e os alunos têm a oportunidade de operar nas funções disponibilizadas pela RA, compreendendo os elementos inter-relacionados oferecidos pelas disciplinas. Segundo Mekni e Lemieux (2014), após o ano de 2010, a população passou a acessar *smartphones*, tornando o uso de tecnologia interativa cada vez mais comum. Ainda, Moran (2004) relata que um dos maiores problemas apontados pelos alunos do ensino superior é a metodologia de ensino, indicando a necessidade de melhorar a aceitação das modernas metodologias de aplicação digital baseadas nesse processo.

Embora a RA não seja uma tecnologia recente, com artigos publicados posteriormente à década de 1960, é notada a ausência desta tecnologia em sala de aula. Dentre os muitos motivos, encontra-se a falta de treinamento ou conhecimento dos professores para utilizar essa ferramenta. Fernández, Raposo e Costa (2007) abordam sobre a eficácia da RA a partir do ensino de projetos enquanto Lopes *et al.* (2019) discutem o desenvolvimento de projetos, como *design* de interiores e restaurações com RA. Dessa maneira, com o avanço desta ferramenta tecnológica, a possibilidade de inserção dos conteúdos relacionados a essa aplicabilidade nas disciplinas é maior.

A formação acadêmica dos cursos de engenharia mecânica visa a formação de profissionais que devem aprender a obter resultados dentro de poucas opções possíveis, considerando as dificuldades que o mercado pode impor. A modelagem computacional atua como uma grande ferramenta, melhorando a fixação de conceitos por parte do estudante e favorecendo o surgimento de novos. O engenheiro mecânico



do presente e do futuro deve ser capaz de propor soluções tecnicamente corretas e determinar ao mesmo tempo como tais problemas se encaixam em um problema corporativo maior, identificando e descrevendo múltiplas dimensões de causas e efeitos, desempenho e comportamento, além das características da inovação.

Há, portanto, um atraso na formação, de acordo com a diretriz de orientação do Ministério da Educação (2010). A RA representa uma capacidade de auxiliar diretamente nesse aprendizado. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é realizar uma pesquisa bibliográfica sobre temas como RA, ensino de engenharia mecânica e o uso da RA, apontando alternativas de utilização da RA em disciplinas relacionadas à Engenharia Mecânica. A partir deste estudo, a conclusão comprova a necessidade de operar esta tecnologia em sala de aula para maximizar o aprendizado dos conceitos mecânicos fundamentais.

2 Metodologia

A metodologia adotada na pesquisa é representada por uma Revisão Bibliográfica abrangente nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES a fim de buscar publicações relevantes sobre teorias de aprendizagem, conceitos e aplicações da Realidade Aumentada e suas possibilidades de utilização como uma importante ferramenta de ensino e aprendizado de Engenharia Mecânica. Os filtros utilizados foram as palavras “Teorias de Aprendizagem”, “Tecnologias Imersivas”, “Realidade Aumentada”, “Realidade Aumentada” + “Engenharia Mecânica”, “Ensino de Engenharia Mecânica”, “Learning Theories”, “Immersive Technologies”, “Augmented Reality”, “Augmented Reality” + “Mechanical Engineering” e “augmented reality in mechanical engineering education”.

Além disso, na seção “Resultados e Discussões”, é realizada uma análise sobre as pesquisas indicadas, apresentando-se um conjunto de aplicações da RA que estejam vinculadas às matrizes curriculares da referida área, com as considerações finais apontando o potencial desta ferramenta tecnológica como capaz de estar inseridas em novas metodologias de ensino e de aprendizado para a formação dos futuros engenheiros mecânicos.

3 Fundamentação teórica

Os fundamentos teóricos desta pesquisa estão estruturados da seguinte forma:

3.1 Teorias de Aprendizagem associadas a tecnologias imersivas;

3.2 A Realidade Aumentada (RA);

3.3 O processo de ensino e aprendizagem de Engenharia Mecânica;

Após a revisão da literatura dos tópicos mencionados, construiu-se uma planilha com informações sobre as publicações estudadas, promovendo a identificação dos pontos em comum das seções abordadas.



3.1 Teorias de Aprendizagem associadas a tecnologias imersivas

As tecnologias imersivas, tais como a Realidade Aumentada (RA), entre outras, têm inovado os processos educacionais contemporâneos. Tais inovações baseiam-se em teorias de aprendizagem consolidadas, inserindo-se o incentivo ao acesso digital como meio de indicação de uma aprendizagem ainda mais ativa. Entre as teorias que consolidam uma base para a utilização de tecnologias imersivas, tem-se o Construtivismo. Segundo Martinez *et al.* (2023), tais tecnologias imersivas têm demonstrado notável potencial para materializar os princípios Construtivistas de um modo cada vez mais evidente.

A teoria Construtivista, fundamentada na pesquisa de Jean Piaget, segundo Chen e Wong (2022), enfatiza que o conhecimento é ativamente construído pelo aprendiz através de suas interações com o ambiente e reflexões sobre suas experiências. Neste contexto, os autores argumentam que as tecnologias imersivas proporcionam um ambiente ideal para esta construção ativa do conhecimento, permitindo que os estudantes interajam com conceitos abstratos de maneira concreta e experiencial. Esta interação direta e imersiva com o objeto de estudo facilita a construção de significados pessoais e a compreensão profunda dos conceitos estudados.

Além disso, Park *et al.* (2023) enfatizam que a integração entre Construtivismo e tecnologias imersivas depende da qualidade do *design* instrucional. Os autores argumentam que ambientes virtuais eficazes devem incorporar elementos como *feedback* imediato, múltiplas perspectivas de análise e oportunidades para colaboração entre estudantes.

Uma outra teoria da aprendizagem voltada para a utilização de tecnologias imersivas é a Teoria da Aprendizagem Experiencial (TAE). Segundo Azevedo e Zampa (2021), o fundador desta teoria, David Kolb, destaca o papel da experiência no processo de aprendizagem, algo que as tecnologias imersivas podem simular com alto grau de fidelidade. Rodriguez e Thompson (2023) destacam que a TAE tem se mostrado cada vez mais relevante no contexto educacional atual, onde a necessidade de aprendizagem ativa e significativa se tornou ainda mais evidente após as transformações educacionais dos últimos anos.

Ainda segundo os autores, o ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb, que compreende quatro estágios interligados - experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa - tem sido objeto de diversos estudos recentes que expandem sua aplicação e compreensão. Martinez *et al.* (2024) conduziram uma meta-análise abrangente que demonstrou a eficácia consistente da TAE em diversos contextos educacionais, reportando um aumento médio de 32% no engajamento dos estudantes e 28% na retenção de conhecimento quando comparada com métodos tradicionais de ensino.

Portanto, as duas teorias apresentadas permitem que a utilização de tecnologias imersivas, entre elas a RA, possam ser integradas no cotidiano dos processos de ensino e aprendizagem, incentivando um papel ativo dos alunos. A seguir, no Quadro 1, são listadas as publicações sobre o tema abordadas na presente seção. Além disso, o Gráfico 1 apresenta um resultado quantitativo das publicações verificadas nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES, dos últimos cinco anos, que relacionam tais teorias de aprendizagem auxiliadas por tecnologias imersivas.

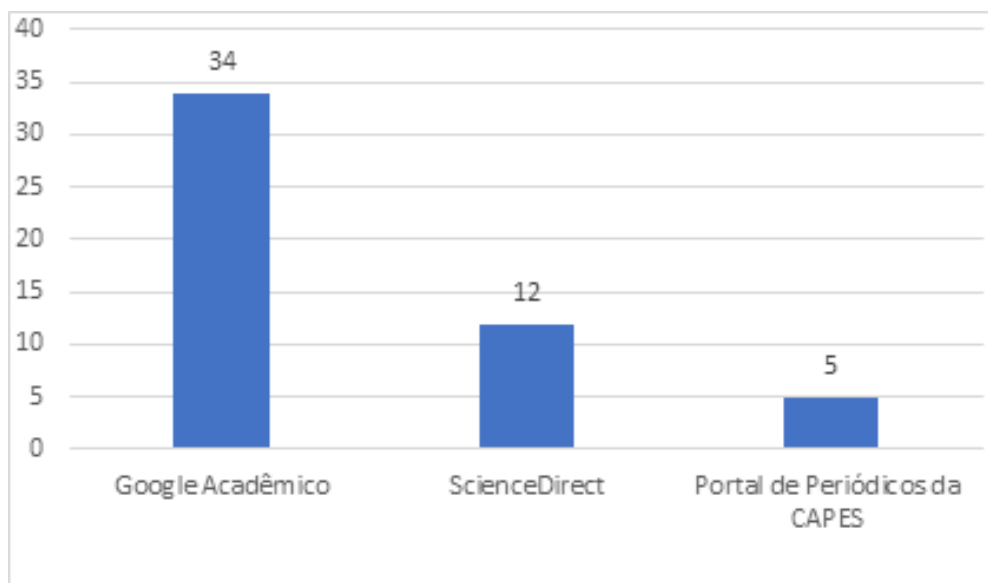


Quadro 1 - Publicações discutidas na seção 3.1.

Publicação	Título	Tipo	Ano	Autores
Educational Technology Research and Development	Constructivist Learning in Virtual Reality: A Meta-Analysis.	Artigo	2022	Chen, J.; Wong, K.
Journal of Interactive Learning Research	Immersive Technologies in Education: A Constructivist Perspective.	Artigo	2023	Martinez, C., Garcia, A.; Lopez, R.
Educational Technology & Society	Virtual Reality in Education: Implementing Constructivist Principles	Artigo	2023	Park, J., Lee, H.; Kim, S.
Journal of Learning Sciences	Contemporary Applications of Kolb's Learning Theory.	Artigo	2023	Rodriguez, P; Thompson, K.
Educação Profissional e Tecnológica em Revista	A teoria da aprendizagem experiencial de David Kolb na educação profissional e tecnológica: contemplando os estilos de aprendizagem em uma sequência didática.	Artigo	2021	Azevedo, D.; Zampa, M.

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Gráfico 1 – N° de publicações sobre as teorias de aprendizagem e tecnologias imersivas (2021-2025)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

3.2 A Realidade Aumentada (RA)

Considerando uma diversidade de possibilidades de aplicações, a RA é considerada uma valiosa ferramenta de incentivo à aprendizagem em diversas áreas. O professor teria como alternativa uma tecnologia acessível para abordar o conteúdo com os discentes, por meio de uma aprendizagem ativa



que classifica o discente como o criador do próprio saber e o docente como o orientador. De acordo com Azuma (1997), a RA é um sistema em que, por meio da inserção de elementos digitais no ambiente real, é constituído um ambiente com interação simultânea entre eles, destacando os objetos reais.

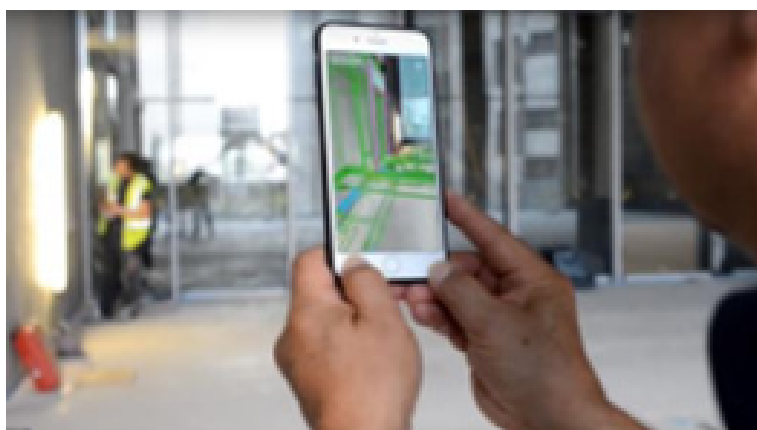
Para Thornton, Ernst e Clark (2012), esta tecnologia é uma ferramenta emergente para metodologias ativas de aprendizagem nos currículos de educação tecnológica. Ela difere da Realidade Virtual (RV), pois o usuário estaria totalmente imerso em um ambiente virtual, mas com base no mundo real, complementado por elementos virtuais, conforme Tori e Hounsell (2018). A RA foi projetada nos anos 1960 e, como descrito por Azuma (1997), com possibilidade de ser utilizada não somente para aprimorar processos educacionais, mas também para serviços de montagem e manutenção de máquinas e equipamentos e, segundo Justimiano, Gomes, Motta e Sementille (2021), também para fins de treinamento de profissionais de aviação (Figura 1), visualização de instalações hidrossanitárias (Figura 2) e entendimento de aspectos de arquitetura e engenharia (Figura 3), adicionando-se um conjunto de outras aplicações.

Figura 1- Capacitação de profissionais de aviação por meio da tecnologia de RA.



Fonte: Scielo, 2012.

Figura 2- Exibição das redes hidrossanitárias utilizando a tecnologia de RA.



Fonte: Archdaily, 2015.



Figura 3 - Modelagem de uma construção em RA, direcionada para os cursos de arquitetura e engenharia.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

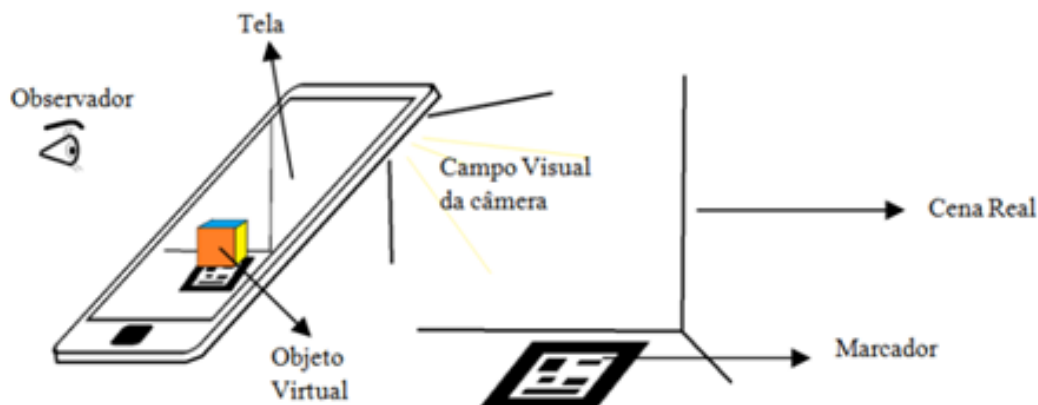
Além disso, em relação às possibilidades de utilização, a RA colabora para o ensino-aprendizagem da Topografia, através do uso de uma caixa de areia associada a sensores de movimento, um projetor digital e um *software*, conforme definido por Moreira e Ruschel (2015). Na Geografia, existem diversos estudos em que essa ferramenta passou a ser aplicada, conforme demonstrado por Herpich *et al.* (2015), que utilizaram a RA para promover, junto aos alunos, um estudo de caso a partir de enigmas. A partir dessas “novas” formas de educar, percebe-se a ideia de potencial de uma ferramenta de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) enquanto recurso de ensino-aprendizagem, conforme tratado por Lopes *et al.* (2019).

Leite (2020) aponta que, para acessar os recursos da RA, é necessário o uso de um marcador específico (Figura 4). Assim que o *smartphone* detecta a imagem impressa no marcador, projeta-se o objeto tridimensional, permitindo a visualização e interação pelo usuário. Em relação à diferença entre os conceitos da RA e da Realidade Virtual, deve-se mencionar que, enquanto a RV busca “teletransportar” o usuário para um ambiente virtual, a RA mantém esse usuário em seu espaço e “teletransporta” para lá o ambiente virtual, por meio de um dispositivo tecnológico (como um *smartphone*, entre outros).

Ou seja, a RA representa uma inclusão de objetos virtuais produzidos digitalmente no ambiente real, a partir de qualquer dispositivo tecnológico, segundo Tori e Hounsell (2018). Uma vantagem da RA é que se trata de visualização tridimensional e pode ser utilizada em diversos *smartphones* com sistema Android, comumente utilizados pelos alunos.



Figura 4 - Demonstração de um sistema de RA utilizando um smartphone.



Fonte: Kirner; Tori, 2006.

Além disso, Herpich (2020) afirma que a utilização da aprendizagem é afetada pela grande quantidade de informações disponibilizadas por meio da realidade aumentada, o que permite uma integração maior com os demais recursos de TIC frequentemente utilizados em propostas educacionais. Além disso, quando aplicada em livros e manuais didáticos, uma nova dimensão se abre, pois enriquece o conteúdo com itens de interação, como objetos e informações relacionadas ao aprendizado e, em várias ocasiões, aumenta o grau de apresentação do conteúdo. Isso beneficia o aprendiz, criando um comportamento mais ativo e aprimorando a motivação no processo de aprendizagem ao praticar o conhecimento a ser adquirido.

Ademais, Pedrosa e Guimarães (2019) relatam que, na distribuição e utilização das “novas tecnologias”, esses artefatos influenciaram políticas sociais e educacionais. Recursos eletrônicos e de ensino, como televisores, datashows, quadros inteligentes, tablets e equipamentos de som, foram introduzidos nas universidades e escolas brasileiras, acompanhados de um discurso, geralmente em painéis de conferências, para inserir os artefatos eletrônicos e digitais nas aplicações de *marketing* em educação e inovar o processo educacional.

No que diz respeito à educação, Lima (2020) declara que, devido à sua flexibilidade, é viável considerar que o uso da RA, com tecnologias emergentes voltadas para o campo educacional, como dispositivos móveis e jogos educativos, tende a aumentar. Assim, apresenta-se como uma possibilidade para abordagens inovadoras em aplicações educacionais, pois se permite explorar essas possibilidades virtuais em uma perspectiva educacional, uma vez que essa alternativa educacional amplia, de maneira abrangente, a possibilidade de uma apresentação em escala de objetos 3D virtuais.

O Quadro 2 a seguir fornece a relação entre as publicações abordadas neste trabalho sobre RA. Ainda, o Gráfico 2 apresenta um resultado quantitativo das publicações analisadas nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES, dos últimos cinco anos, que abordam sobre conceitos de RA.



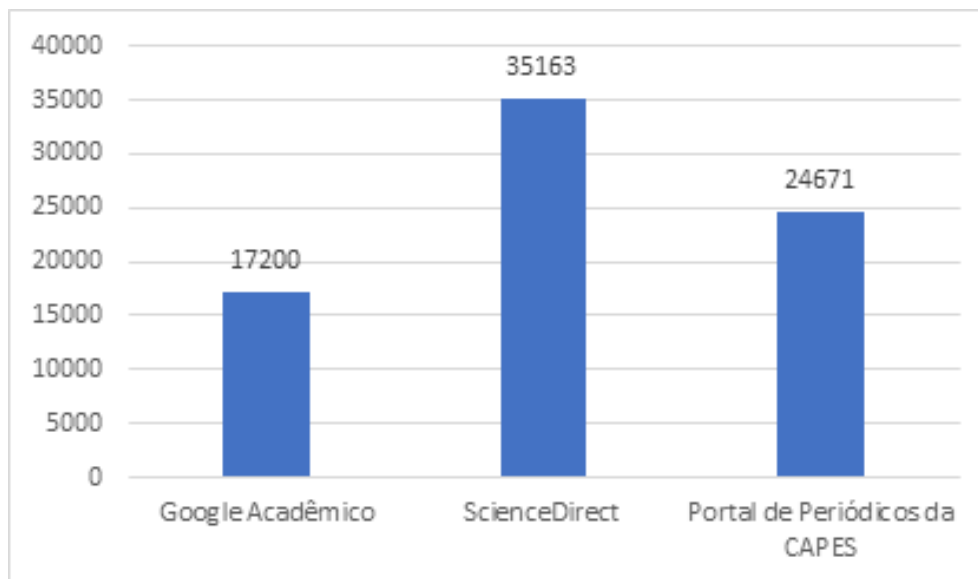
Quadro 2- Lista de produções sobre RA

Publicação	Título	Tipo	Ano	Autores
Technology & Engineering Teacher	Augmented reality as a visual and spatial learning tool in technology education	Artigo	2012	T. Thornton, J. V. Ernst, A. C. Clark
Publishing Company SBC	Introdução a Realidade Virtual e Aumentada	Livro	2018	T. Romero and M. da S. Hounsell
Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	Sistema de Realidade Aumentada para o Ensino e Treinamento de Pessoas Quanto a Execução de Serviços de Montagem e Manutenção de Equipamentos	Artigo	2021	A. C. Justimiano, C. Gomes, E. S. Motta and A. C. Sementille
Revista Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital	Realidade aumentada na visualização de soluções do projeto de arquitetura	Artigo	2015	L. C. de Sousa Moreira and R. C. Ruschel
Revista Novas Tecnologias na Educação	Realidade aumentada em geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental	Artigo	2017	F. Herpich, F. B. Nunes, G. B. Voss, P. Sindeaux, L. M. R. Tarouco and J. V. de Lima
Educação em Revista	Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática	Artigo	2019	L. M. D. Lopes, K. N. Sartor Vidotto, E. Pozzebon and H. A. Ferenhof
Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico	Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química	Artigo	2020	B.S. Leite
Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	Atividade Educacional utilizando Realidade Aumentada para o ensino de Física no Ensino Superior.	Artigo	2020	F. Herpich, W. V. C. Lima, F. B. Nunes, C. O. Lobo, L. M. R. Tarouco
Revista Educação e Cultura Contemporânea	Realidade Virtual e Realidade Aumentada: refletindo sobre os usos e benefícios na educação	Artigo	2019	S. M. P. A. Pedrosa, M. A. Z. Guimarães
Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología	Uma Revisão sistemática da literatura sobre atividades educacionais de realidade aumentada do ensino de ciências da natureza	Artigo	2020	W. V.C. Lima, F. B. Nunes, F. Herpich, C. O. Lobo

Fonte: Autoria Própria, 2024.



Gráfico 2 – Nº de publicações sobre RA (2021-2025)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Portanto, seria possível desenvolver vários sistemas de RA para serem usados com uma ferramenta auxiliar nas áreas de conhecimento. Assim, já que o objetivo desta pesquisa é verificar como esta tecnologia poderia ser otimizada ao fornecer ensino de Engenharia Mecânica, esta seria uma alternativa bastante viável.

3.3 O processo de ensino e aprendizagem de Engenharia Mecânica

Nota-se que há uma complexidade do curso para a formação do profissional de Engenharia Mecânica. Navegando em um vasto campo de conhecimentos, alunos e professores percorrem áreas da ciência e tecnologia, formando as peças da engrenagem do perfil do profissional de engenharia mecânica ao fim do curso. Durante décadas, os métodos de ensino foram aprimorados, seus aumentos sentindo o efeito do desenvolvimento cultural e tecnológico da sociedade. Todos os aprimoramentos alcançados de fato eram necessários na área em questão, uma vez que o engenheiro mecânico precisa ter conhecimento generalizado para o desempenho de suas atividades.

Por exemplo, na sala de aula, em relação ao estudo das disciplinas voltadas para a Engenharia Mecânica. Referente ao projeto de engrenagens o aluno já precisa ter uma noção das disciplinas que estuda como a Mecânica dos Sólidos e da base prévia de Elementos de Máquinas. O processo é completamente dividido em muitas etapas, contudo, contém o conhecimento e vários cálculos de equações de complexidades diferentes, conversões de unidades, muitos fatores interessantes que afetam variáveis, e, normalmente, muitas etapas. O estudante leva bastante tempo para fazer um caso por completo. Ou seja, a praticidade da escola demanda muito tempo e esforço do aluno.

Com relação às disciplinas, Rocha (2019) afirma que é necessário um olhar para o ensino da matéria de usinagem no curso de engenharia mecânica, mas de um jeito sustentável. Krummenauer e



Darroz (2019) abordam sobre a utilização dos mapas conceituais nas disciplinas do curso de Engenharia Mecânica, mencionando sobre o avanço na aprendizagem significativa por parte dos alunos através do entendimento e pesquisa. Os autores disseminam a inviabilidade da utilização dos mapas conceituais e apresentam as potencialidades dos modos de aprendizados.

Em relação à avaliação, Freitas, Fontana e Zatti (2021) afirmam que uma proposta de análise formativa, contínua e diagnóstica é diretamente aplicada à universidade de Engenharia Mecânica. A avaliação tradicional limita o aluno do controle de seu próprio conhecimento, não conseguindo abranger ao fato os diferentes ritmos de entendimento dos discentes. Os autores usam a metodologia ativa para tornar o aluno do curso de Engenharia mecânica o centro de seu próprio conhecimento, e o professor, um mediador.

No Quadro 3 a seguir, apresenta-se a relação dos artigos consultados no trabalho sobre o tema em questão. Ademais, o Gráfico 3 apresenta um resultado quantitativo das publicações analisadas nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES, dos últimos cinco anos, que abordam sobre os processos de ensino de Engenharia Mecânica.

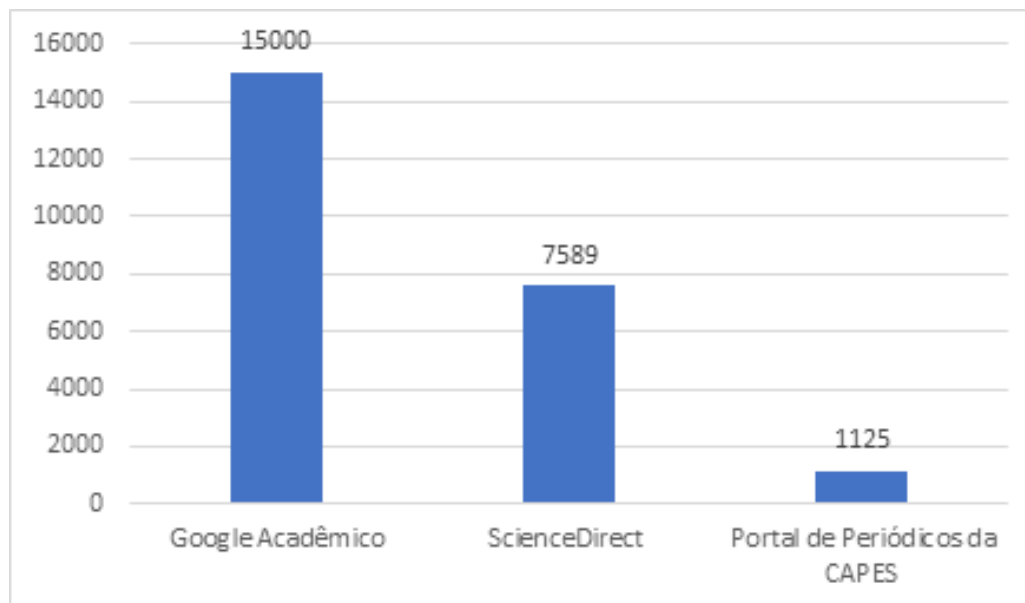
Quadro 3 - Catálogo dos trabalhos referenciados sobre o ensino de Engenharia Mecânica.

Publicação	Título	Tipo	Ano	Autores
Brazilian Applied Science Review	Uso sustentável da palmeira de miriti como matéria prima e ferramenta didática no ensino/aprendizagem na disciplina de usinagem de materiais na engenharia mecânica	Artigo	2019	T. O.S. Rocha, I. S. Gomes, D. S. Silva, J. S. Andrade, F. X. L. Silva, E. S. Vilhena, L. C.O. Pereira, R. T. Fujiyama
Revista Experiências em Ensino de Ciências	Avaliação através de mapas conceituais em uma disciplina de física no curso de Engenharia Mecânica	Artigo	2019	W. L. Krummenauer, L. M. Darroz
Revista Experiências em Ensino de Ciências	Mapas conceituais como instrumentos de avaliação na Educação de Jovens e Adultos	Artigo	2009	W. L. Krummenauer, S.S.C. Costa
Revista Cadernos Unifoa	Relações entre metodologia ativa, avaliação formativa e aprendizagem discente no curso de engenharia mecânica	Artigo	2021	R. E. P. Freitas, M. I. Fontana, A. H. Zatti

Fonte: Autoria Própria, 2024.



Gráfico 3 – Nº de publicações sobre o ensino de Engenharia Mecânica (2021-2025)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Portanto, para a educação na área de Engenharia Mecânica, onde se concentra na projeção, desenvolvimento, montagem e manutenção de máquinas e equipamentos, é essencial que o professor não apenas adquira novos conhecimentos teóricos e práticos, mas também implemente estratégias pedagógicas que possibilitem aos alunos um aprendizado mais eficaz. A inclusão de novas tecnologias também é importante para otimizar todo esse processo. Com base nessa perspectiva, a seção a seguir discutirá as principais utilizações da realidade aumentada (RA) no campo da Engenharia Mecânica.

4 Utilização da realidade aumentada no ensino dos temas relacionados à Engenharia Mecânica

Devido ao seu notável potencial de aplicação em todas as áreas do conhecimento, a RA tem, gradativamente, uma maior utilização nas mais diversas disciplinas voltadas para a Engenharia Mecânica. Devido à interatividade e a visualização tridimensional, pode-se fazer o aluno desta área entender não somente o que são os elementos mecânicos, mas o que estes elementos fazem, ou seja, o funcionamento do conjunto. Ao longo desta seção, será abordado o que há de principal em aplicabilidade da RA no tema proposto, de modo a entender qual o potencial de aprendizado que esta tecnologia pode propiciar.

Segundo Aliev *et al.* (2017), no campo da disciplina de Desenho Técnico, pode-se dizer que é melhor, mais fácil de aprender, pois a visualização tridimensional adicional complementa a compreensão obtida pelas projeções ortogonais e pelas perspectivas. Portanto, pode-se dizer que, em termos de geração de propostas, para os estudantes de engenharia mecânica, é benéfico e interessante para a análise de três dimensões, que podem ser implementadas por meio da interatividade, por exemplo com o software Unity® e Vuforia®. Na Figura 5, há um exemplo desta utilização:



Figura 5- Visualização tridimensional em RA de um componente de Desenho Técnico.



Fonte: Archdaily, 2012.

Considera-se, ainda, que Gutierrez e Fernández (2014) objetivaram o desenvolvimento e aplicação de um livro com suporte da RA. A aplicação comprovou que os estudantes de Engenharia Mecânica que utilizaram este livro obtiveram uma maior motivação e melhor desempenho acadêmico do que os que não utilizaram a tecnologia. Através dos marcadores, foi possível acessar à RA, e, por conseguinte, visualizar e interagir com o conteúdo abordado.

Enquanto isso, a pesquisa de Macedo, Biazus e Fernandes (2021) aborda sobre a utilização de um campo magnético em forma de barra com os recursos da RA. Participaram deste estudo cinco alunos do curso de engenharia mecânica, os quais tiveram a oportunidade de interagir com o objeto virtual nas três dimensões do campo magnético. Dessa maneira, concluiu-se que as ferramentas de RA possibilitaram uma potencialização no ensino e aprendizado da disciplina. A seguir, encontra-se a aplicação referida, representada pela Figura 6:

Figura 6 - Ambiente em Realidade Aumentada criado em sala de aula mostrando o campo magnético



Fonte: Tecmundo, 2021.



Diniz (2012) realiza uma pesquisa sobre dispositivos robóticos através da interface em RA. No artigo, com o uso de técnicas de Computação Gráfica, foi projetado um experimento de um braço robótico acionado de modo natural e posteriormente capaz de movimentar-se no ambiente da RA. Para o campo do Ensino da Engenharia Mecânica, ele apresenta um novo nível nas explicações feitas desse sistema mecânico comumente aliado à robótica.

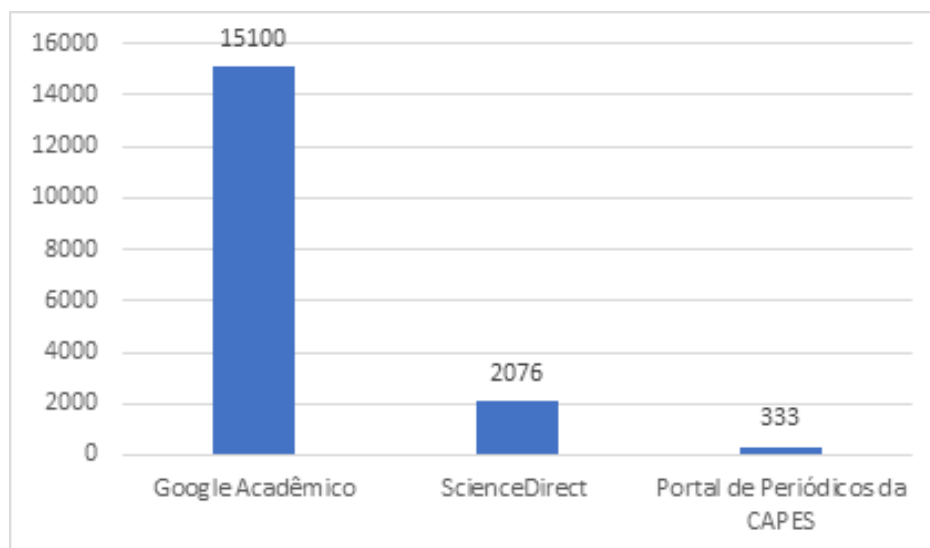
O Quadro 4 a seguir relaciona as informações sobre os textos já discutidos. Já o Gráfico 4 apresenta um resultado quantitativo das publicações analisadas nas bases de dados Google Acadêmico, ScienceDirect e Portal de Periódicos da CAPES, dos últimos cinco anos, que indicam meios de utilização da RA no processo de ensino e aprendizado de Engenharia Mecânica.

Quadro 4 - Obras discutidas na seção 4.

Publicação	Título	Tipo	Ano	Autores
ACM International Conference Proceeding Series	3D Augmented Reality Software Solution for Mechanical Engineering Education	Artigo	2017	Y. Aliev, V. Kozov, G. Ivanova, A. Ivanov
International Journal of Engineering Education	Applying Augmented Reality in engineering education to improve academic performance & student motivation	Artigo	2014	J. M. Gutierrez, M. D. M. Fernández
Revista Informática na Educação: Teoria e prática	Ensino do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Barra Utilizando Recursos de Realidade Aumentada	Artigo	2021	S. H. Macedo, M. C. V. Biazus, F. A
Universidade Estadual de Campinas	Acionamento de dispositivos robóticos através de interface natural em realidade aumentada	Dissertação	2012	W. F. S. Diniz

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Gráfico 4 – Nº de publicações sobre RA e Engenharia Mecânica (2021-2025)



Fonte: Autoria Própria, 2025.



Assim, para o ensino daquilo que área de Engenharia Mecânica abrange — projeção, desenvolvimento, montagem e manutenção de máquinas e equipamentos — é preciso novos conhecimentos teóricos e práticos e ao mesmo tempo, estratégias pedagógicas que permitam ao aluno aprenda de forma mais eficiente. A aplicação de novas tecnologias é fundamental para potencializar tudo isso. Portanto, a próxima seção irá discutir sobre as principais aplicações da RA na área apresentada.

5 Resultados e Discussões

A revisão bibliográfica revela a grande potencialidade do uso da RA no ensino de disciplinas relacionadas à Engenharia Mecânica. Sendo uma ferramenta inserida no metaverso, a RA integra o universo digitalmente criado com o mundo real de forma parcial. A análise das obras discutidas indica que essa tecnologia pode substituir a infraestrutura de um laboratório, proporcionando um investimento mais acessível às instituições educacionais.

Professores de Engenharia Mecânica poderiam analisar com os alunos, de maneira tridimensional, os sistemas e componentes das máquinas. Segundo a literatura revisada, a RA, necessitando apenas de um smartphone com acesso à internet, incentiva o uso do celular como aliado no processo de aprendizado. Dados indicam uma discussão relevante sobre o papel do celular do tipo *smartphone* em sala de aula, dada a prevalência desses dispositivos entre os alunos. Assim, a RA se posiciona como uma ferramenta didática importante, capaz de potencializar o ensino dessas disciplinas.

Quanto ao ensino de Engenharia Mecânica, a análise bibliográfica anterior destaca que, considerando a complexidade da formação do engenheiro mecânico, é necessária uma abordagem que contextualize tanto a formação tecnológica quanto a cultural e a responsabilidade ambiental. Devem-se superar os modelos tradicionais, que veem o professor como o detentor absoluto do conhecimento e o aluno como receptor passivo. A adoção de metodologias ativas no ensino de Engenharia Mecânica é essencial para transformar o aluno em um agente ativo na construção de seu conhecimento.

A revisão bibliográfica sugere a utilização da RA como uma ferramenta viável para as disciplinas do curso de Engenharia Mecânica. Um exemplo destacado é a aplicação da RA na disciplina de Desenho Técnico, permitindo uma maior compreensão das vistas e perspectivas pelos alunos, elevando assim o nível de entendimento do conteúdo. As publicações analisadas confirmam o grande potencial e a ampla aplicabilidade da RA no ensino de Engenharia Mecânica, destacando o custo acessível dessa tecnologia.

Quando se analisam as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia Mecânica em universidades tais como Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)⁵, que se assemelha a matrizes de outras instituições de ensino nas disciplinas em comum desta área, nota-se que a utilização da RA poderia indicar uma característica de aprendizagem ativa nos alunos. A exemplo, as disciplinas de Física I, Introdução à Engenharia Mecânica, Química, Tecnologias Metalúrgicas e Desenho Computacional assumem uma

5 Disponível em <https://poli.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/06/grade-mecanica-1.pdf>. Acesso em 14 de janeiro de 2025.



capacidade de aplicação da RA como forma de auxiliar no processo de construção do conhecimento através de uma maior interação com os modelos tridimensionais apresentados em sala de aula.

Como um exemplo de aplicação prática desta tecnologia inserida na matriz curricular, tem-se a manipulação de motores por meio da RA (Figura 7), possibilitando ao docente abordar características físicas e conceituais de motores a combustão em sala de aula e sem a necessidade de uma estrutura de laboratório. Um outro exemplo de aplicação seria a manutenção em uma válvula de modo interativo, utilizando um software de RA como mecanismo de aprendizado (Figura 8).

Figura 7 - Exemplo de aula sobre Motores aplicada à Engenharia Mecânica utilizando RA



Fonte: Oniria, 2019.

Figura 8 – Reparação de uma válvula auxiliada por recursos de RA



Fonte: TCA, 2017.



6 Considerações Finais

A revisão bibliográfica das publicações relevantes sobre RA, ensino de Engenharia Mecânica e suas aplicações comprovou a importância e a simplicidade de uso desta tecnologia no contexto acadêmico. Existem várias maneiras nas quais a RA pode ser utilizada para facilitar a construção do conhecimento pelo aluno, posicionando o professor como um mediador entre o conteúdo e o discente. O grande número de disciplinas nos cursos de Engenharia Mecânica muitas vezes resulta em dificuldades de aprendizagem, principalmente devido ao uso de métodos de ensino tradicionais, como a lousa e textos. Isso coloca os alunos em uma posição passiva, o que pode prejudicar a sua formação acadêmica e profissional.

Este trabalho procurou explorar esta diversidade de conteúdos no curso, apresentando a RA como uma alternativa eficaz para superar as dificuldades de aprendizado em disciplinas fundamentais para futuros engenheiros mecânicos. Também destacou a importância do incentivo ao uso dos celulares em sala de aula, permitindo que os alunos interajam com o conteúdo de forma tridimensional e em tempo real, compreendendo não apenas os conceitos, mas também práticas profissionais presentes na rotina da Engenharia.

No decorrer do trabalho, foram abordadas sobre as potencialidades da RA como instrumento auxiliar na formação de futuros engenheiros mecânicos, incentivando o uso de uma metodologia de ensino mais ativa e mais interativa, fazendo com que os alunos descubram elementos e conceitos por meio da visualização tridimensional. As seções iniciais da pesquisa introduziram uma base teórica fundamental para justificar a viabilidade de aplicações da RA nos processos de ensino, entre eles, de Engenharia Mecânica. Já a seção de Resultados e Discussões apresentou uma análise sobre os assuntos abordados, além de exemplos práticos de possibilidades da RA como uma importante ferramenta didática no âmbito da Engenharia Mecânica.

Portanto, a adoção desta ferramenta incentiva uma forma imersiva e interativa de aprender conceitos complexos. A RA permite que os estudantes visualizem modelos tridimensionais de máquinas, equipamentos e processos, facilitando a compreensão de suas estruturas e funcionamentos. Além disso, a simulação de cenários reais através da RA oferece uma experiência prática sem os riscos e custos associados aos laboratórios físicos. Logo, com esta tecnologia, os alunos podem explorar, testar e otimizar projetos em um ambiente controlado, aumentando a eficácia do aprendizado e a preparação para desafios do mundo real, tornando o processo de ensino e aprendizado mais dinâmico e, conseqüentemente, mais acessível.

Referências

ALIEV, Yuksel; KOZOV, Vasil; IVANOVA, Galina ; IVANOV, Aleksandar. **3D Augmented Reality Software Solution for Mechanical Engineering Education**. ACM International Conference Proceeding Series, v.1, pp. 318-325, 2017. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3134302.3134306>. Último acesso em: 01 de. 2022.



AZEVEDO, Daniele; ZAMPA, Maysa. **A teoria da aprendizagem experiencial de David Kolb na educação profissional e tecnológica: contemplando os estilos de aprendizagem em uma sequência didática.** Educação Profissional e Tecnológica em Revista, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 5–30, 2021. Acesso em: DOI: 10.36524/profept.v5i3.779. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ept/article/view/779..> Acesso em: 14 jan. 2025.

AZUMA, Ronald. **Survey of Augmented Reality.** Teleoperators and Virtual Environments, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 1997.

CHEN, J.; WONG, K. **Constructivist Learning in Virtual Reality: A Meta-Analysis.** *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 45-62, 2022.

DINIZ, Wendell Fioravante. **Acionamento de dispositivos robóticos através de interface natural em realidade aumentada.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. 123 p. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/449605964%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D858895%23858895&i=22> . Último acesso em: 14 dez. 2022.

FREITAS, Rodolfo Enrique Perdomo; FONTANA, Maria Iolanda; ZATTI, Angela Helena. **Relações entre metodologia ativa, avaliação formativa e aprendizagem discente no curso de engenharia mecânica.** Cadernos Unifoa, v.1, n. 45, pp. 97-106, 2021. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3386> . Último acesso em: 08 nov. 2022.

GUTIERREZ, Jorge Martin; FERNANDÉZ, María Dolores Meneses. **Applying Augmented Reality in engineering education to improve academic performance & student motivation.** International Journal of Engineering Education, 2014, v. 30, n. 3, pp. 625-635. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270448828_Applying_Augmented_Reality_in_Engineering_Education_to_Improve_Academic_Performance_Student_Motivation. Último acesso em: 15 nov. 2022.

HERPICH, Fabrício; NUNES, Felipe Becker; VOSS, Gleizer Bierhalz; SINDEAUX, Paulo; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; LIMA, J. V. **Realidade aumentada em geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental.** Novas Tecnologias na Educação, vol. 15, pp. 1-10, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.79225> . Último acesso em: 16 nov. 2022.

HERPICH, Fabricio; LIMA, Wilson Vanucci Costa; NUNES, Felipe Becker; LOBO, Cesar de Oliveira; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Atividade Educacional utilizando Realidade Aumentada para o ensino de Física no Ensino Superior.** Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, nº 25, p.68-77, 2020. Disponível em: <https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/1270> . Último acesso em: 03 nov. 2022.

JUSTIMIANO, Andresa; GOMES, Caroline; MOTTA, Everton Simões; SEMENTILLE, Antonio Carlos. **Sistema de Realidade Aumentada para o Ensino e Treinamento de Pessoas Quanto a Execução de Serviços de Montagem e Manutenção de Equipamentos.** Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, nº. 28, pp. 34-40, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e4> . Último acesso em: 03 nov. 2022.



KRUMMENAUER, Wilson Leandro; DARROZ, Luiz Marcelo. **Avaliação através de mapas conceituais em uma disciplina de física no curso de Engenharia Mecânica.** *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v.14, nº 3, pp.366- 372, 2019. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/274/250> . Último acesso em: 10 jan. 2023.

KRUMMENAUER, Wilson Leandro; COSTA, Sayonara Salvador Cabral. **Mapas conceituais como instrumentos de avaliação na Educação de Jovens e Adultos.** *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v.4, pp. 33-38, 2009. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/309> . Último acesso em: 12 dez. 2022.

LEITE, Bruno Silva. **Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química.** *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v.6, 18p, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Leite-9/publication/342097863_Aplicativos_de_realidade_virtual_e_realidade_aumentada_para_o_ensino_de_Quimica/links/5ee21297299bf1faac4af97c/Aplicativos-de-realidade-virtual-e-realidade-aumentada-para-o-ensino-de-Quimica.pdf . Último acesso em: 05 dez. 2022.

LIMA, Wilson Vanucci Costa; NUNES, Felipe Becker; HERPICH, Fabricio; LOBO, Cesar de Oliveira. **Uma Revisão sistemática da literatura sobre atividades educacionais de realidade aumentada do ensino de ciências da natureza.** *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, nº. 29, pp. 9-19, 2020. Disponível em: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120989/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Último acesso em: 10 nov. 2022.

LOPES, Luana Monique Delgado; VIDOTTO, Kajiana Nuenberg Sartor; POZZEBON, Eliane; FERENHOF, Helio Aisenberg. **Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática,** *Educação em Revista*, v. 35, pp. 1-33, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-4698197403> . Último acesso em: 07 nov. 2022.

MACEDO, Suzana da Hora ; BIAZUS, M Maria Cristina Villanova ; FERNANDES, Filipe Fernandes. **Ensino do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Barra Utilizando Recursos de Realidade Aumentada.** *Revista Informática na Educação: Teoria e prática*. v.14, n.1, pp. 153-165, 2021. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/21994/13985>. Último acesso em: 10 nov. 2022.

MARTINEZ, C.; GARCIA, A.; LOPEZ, R. **Immersive Technologies in Education: A Constructivist Perspective.** *Journal of Interactive Learning Research*, 34(2), 123-142, 2023.

MEC – **Ministério da Educação.** Sítio Eletrônico. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>. Último acesso em: 13 nov. 2022.

MEKNI, Mehdi; LEMIEUX, André. **Augmented Reality : Applications , Challenges and Future Trends.** *Applied Computational Science anywhere*, v.1, pp. 205–214, 2014. Disponível em: <http://www.cs.ucf.edu/courses/cap6121/spr2020/readings/Mekni2014.pdf>. Último acesso em: 08 nov. 2022.



MORAN, José Manuel. **Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias.** Endipe, in ROMANOWSKI, Joana Paulin et al (Orgs). *Conhecimento local e conhecimento universal: Diversidade, mídias e tecnologias na educação.* vol 4, nº12, pp.1-9, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/rde.v4i12.6938> . Último acesso em: 10 dez. 2022.

MOREIRA, Lorena Claudia de Souza; RUSCHEL, Regina Coeli. **Realidade aumentada na visualização de soluções do projeto de arquitetura.** Revista Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital, 2015. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/realidade-aumentada-na-visualizacao-de-solues-do-projeto-de-arquitetura-22319> . Último acesso em: 15 out. 2022.

PARK, J.; LEE, H.; KIM, S. **Virtual Reality in Education: Implementing Constructivist Principles.** *Educational Technology & Society*, 26(3), 89-104, 2023.

PEDROSA, Stella Maria Peixoto Azevedo; GUIMARÃES, Marco Antônio Zappala. **Realidade Virtual e Realidade Aumentada: refletindo sobre os usos e benefícios na educação.** Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 16, nº 43, 24p, 2019. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/viewArticle/6258> . Último acesso em: 13 nov. 2022.

ROCHA, Thomaz Osmane Santos; GOMES, Igor dos Santos; SILVA, Douglas Santos; ANDRADE, Jonatas de Sousa; SILVA, Francisco Xavier Lima.; VILHENA, Edil Silva ; PEREIRA, Léo César Oliveira; FUJIYAMA, Roberto Tetsuo. **Uso sustentável da palmeira de miriti como matéria prima e ferramenta didática no ensino/aprendizagem na disciplina de usinagem de materiais na engenharia mecânica.** Brazilian Applied Science Review, v.3, n.1, pp.608-619, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/825/705> . Último acesso em: 18 nov. 2022.

RODRIGUEZ, P.; THOMPSON, K. **Contemporary Applications of Kolb's Learning Theory.** *Journal of Learning Sciences*, 32(4), 412-429, 2023.

ROMERO, Tori; HOUNSELL, Marcelo da Silva. **Introdução à Realidade Virtual e Aumentada.** Porto Alegre: Editora SBC, 536, pp. 2018.

SÁ, Asla Medeiros; FERNÁNDEZ, Manuel Eduardo Loaiza; RAPOSO, Alberto; COSTA, Alvaro Maia. **Realidade aumentada para auxiliar na gestão da construção.** Cmne/Cilamce, n.1, pp. 1-14. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Raposo/publication/228612181_Augmented_reality_to_Aid_Construction_Management/links/0fcfd50bfa77417887000000.pdf . Último acesso em: 15 dez. 2022.

THORNTON, Timothy; ERNST, Jeremy; CLARK, Aaron. **Augmented reality as a visual and spatial learning tool in technology education.** Technology & Engineering Teacher, vol. 71, no. 8, pp. 18-21, 2012. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ983328> . Último acesso em: 07 jan. 2025.