DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

APRENDIZAGEM ATIVA NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: PERCEPÇÕES DISCENTES SOBRE A INTEGRAÇÃO DE IMPRESSÃO 3D E REALIDADE AUMENTADA

ACTIVE LEARNING IN CIVIL ENGINEERING EDUCATION: STUDENT PERCEPTIONS ON THE INTEGRATION OF 3D PRINTING AND AUGMENTED REALITY

Ramon Gamalho Coutinho[1]
Willian Magalhães de Lourenço[2]
Gihad Mohamad[3]

RESUMO:
A utilização de metodologias ativas com enfoque no protagonismo do aluno e o emprego de tecnologias como a impressão 3D e a realidade aumentada empregues ao ensino vem ganhando destaque ao longo dos anos, proporcionando a criação de ambientes dinâmicos e interativos. Assim, este estudo tem como objetivo relatar uma proposta de aprendizagem baseada em atividades na formação de engenheiros civis, sob viés da impressão 3D e realidade aumentada, com destaque para as percepções discentes sobre a experiência vivenciada. O processo metodológico dividiu-se em 3 etapas, sendo elas: explanação teórica relacionada ao sistema construtivo em alvenaria estrutural; utilização de modelos impressos em 3D em escala reduzida e modelos em realidade aumentada com intuito de promover a percepção visual e volumétrica dos acadêmicos sobre a temática; e aplicação de um questionário sobre a percepção dos discentes em relação a utilização destas tecnologias durante o processo de aprendizagem. Os participantes são graduandos em Engenharia Civil de uma Universidade da região central do Rio Grande do Sul, matriculados e assíduos na disciplina de Alvenaria Estrutural - Projeto e Dimensionamento. Os resultados indicaram a percepção positiva dos acadêmicos em relação aos aspectos abordados nas atividades, demonstrando a potencialidade das metodologias ativas na formação em Engenharia Civil. Deste modo, torna-se perceptível que o modelo de aprendizagem baseada em atividades, composto por metodologias (cri)ativas e imersivas pode viabilizar aos discentes a ampliação da sua participação na aprendizagem, permitindo aproximar teoria da prática e estimulando o engajamento e a motivação.

[1] Arquiteto e Urbanista pela Universidade Franciscana - UFN (2015 - 2020).Especialista em Gerenciamento na Construção Civil pela Universidade Franciscana - UFN (2020 - 2021).Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (2021 - 2023). Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Orcid: https://orcid.org/0009-0006-2772-8220. E-mail: ramon.coutinho@acad.ufsm.br

[2] Formado no Programa Especial de Graduação (PEG), Formação de Professores em Educação Profissional - UFSM, Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, com o título da dissertação Desempenho ao ruído de impacto de laje pré-moldada com vigotas protendidas com revestimento de pisos laminados. Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria.Foi professor substituto no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul, atualmente professor no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria, campus sede, líder do grupo de pesquisa em Acústica, Conforto e Tecnologia em Arquitetura (ACTA).Atualmente cursa Pós-Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Maria. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2461-1469. E-mail: willian.lourenco@ufsm.br.

[3] Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (1996), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998), doutorado em Engenharia Civil pela Universidade do Minho/Portugal (2007) e pós-doutorado na Eindhoven University of Technology/Holanda (2015). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6380-364X. E-mail: gihad@ufsm.br.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

Palavras-chave: Alvenaria estrutural; Inovação pedagógica; Metodologia imersiva; Metodologia (cri)ativa.

ABSTRACT:
The use of active methodologies that emphasize student protagonism and the incorporation of technologies such as 3D printing and augmented reality in education has gained prominence over the years, fostering dynamic and interactive learning environments. This study aims to report on a learning proposal based on activity-centered methodologies in the training of civil engineers, focusing on 3D printing and augmented reality, with special attention to students' perceptions of the experience. The methodological process was divided into three stages: a theoretical explanation on structural masonry systems; the use of scaled-down 3D printed models and augmented reality models to enhance students' visual and spatial understanding of the topic; and the application of a questionnaire to gather student perceptions on the use of these technologies in the learning process. Participants were undergraduate Civil Engineering students at a university in the central region of Rio Grande do Sul, enrolled and active in the course "Structural Masonry – Design and Dimensioning." The results indicated positive student perceptions regarding the activities, highlighting the potential of active methodologies in civil engineering education. Thus, it is evident that activity-based learning, incorporating immersive and (co)creative methodologies, can enhance student engagement and participation, bridge theory and practice, and promote motivation throughout the learning process.

Keywords: Structural Masonry; Pedagogical Innovation; Immersive Methodology; (Co)Creative Methodology.

INTRODUÇÃO

No atual contexto educacional, as metodologias de ensino de viés mais tradicional, por vezes, não têm conseguido se adaptar as constantes mudanças no processo de aprendizagem. A fim de enfrentar tais desafios, incorporar tecnologias e estratégias de ensino inovadoras tornou-se um modo promissor para ampliar o engajamento e aprimorar o desempenho acadêmico (Huang, 2025).

O emprego de tecnologias e inovação destaca-se pela oportunidade de favorecer a aprendizagem centrada no aluno através de diferentes mídias, assim como, contribuir para o envolvimento deste e possibilitar a adaptação as suas preferências de ensino e as suas necessidades de aprendizagem (Landa et al., 2021). Entre as tecnologias inovadoras podemos apontar a impressão 3D, a realidade aumentada e a realidade virtual (Henssen et al., 2025). Assim, quando utilizadas como recursos de aprendizagem, os discentes são situados no centro do processo educacional, além de conectar as diferentes áreas do conhecimento, enfatizar as interações sociais, e promover a aprendizagem colaborativa (Landa et al., 2021).

A inovação pode ser caracterizada como um conjunto de escolhas e de processos os quais integram organização e propósito, visam a transformação de atitudes, conceitos, culturas, conteúdos, modelos e práticas pedagógicas, para assim implementar uma direção renovadora tanto das abordagens de ensino e de aprendizagem, como nas formas de planejar e administrar os currículos e dinâmicas em salas de aula (Filatro, 2019). O comportamento

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

inovador pode estar presente sob diferentes aspectos, sendo estes no desenvolvimento de currículos, nas metodologias, nas técnicas, na gestão das salas de aula, nas práticas de avaliação e no envolvimento dos discentes (Rahimi et al., 2024).

Entre as metodologias de ensino mais contemporâneas para/com inovação tem-se as metodologias ativas de aprendizagem, baseadas na autonomia e protagonismo discente, com enfoque em desenvolver competências e habilidades de modo colaborativo e de caráter interdisciplinar. Uma visão empreendedora e transdisciplinar do conhecimento, tendo o professor como um mediador e facilitador deste, com o propósito de não apenas estabelecer a memorização e reprodução de conteúdo, mas sim a geração de ideias e a reflexão (Filatro, 2019).

Nesta perspectiva, a conduta inovadora por intermédio de metodologias ativas pode ser caracterizada pela elaboração de um plano viável, o qual ofereça recursos necessários para a criação, a inclusão e a implementação de ideias criativas, visando assegurar melhores níveis de desempenho organizacional (Rahimi et al., 2024). A inovação intenciona uma melhoria escolar, vinculando-se a criação e a aplicação de novos comportamentos, ideias ou práticas (Pan et al., 2024).

Porém, de acordo com Chigbu et al. (2023), ainda há uma carência de pesquisas relacionadas as pedagogias inovadoras e metodologias ativas em instituições de ensino superior. Deste modo, a presente pesquisa tem como objetivo relatar uma proposta de aprendizagem baseada em atividades na formação de engenheiros civis, sob viés da impressão 3D e realidade aumentada, com destaque para as percepções discentes sobre a experiência vivenciada.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Metodologia (cri)ativa

As metodologias ativas demonstram certa familiaridade ao ambiente escolar e universitário, as quais tem como objetivo o ensino em uma organização de espaço e tempo bem definidas (Cavalcanti; Filatro, 2023). Podem ser compreendidas como um conceito abrangente englobando inúmeras práticas educacionais (Bacich; Moran, 2018), que segundo as autoras Cavalcanti e Filatro (2023), são embasadas na atuação humana por intermédio de estudantes, docentes, especialistas, ou membros de uma comunidade educativa.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

O conceito de metodologias ativas foi estendido, buscando dar ênfase as características criativas/cocriativas destas metodologias. Deste modo, tem como propósito promover a expressão concreta da aprendizagem através de produtos ou serviços oriundos dos próprios discentes a partir da construção ativa de conhecimento e da expansão colaborativa e reflexiva de competências (Filatro, 2019).

Os princípios essenciais das metodologias (cri)ativas vinculam-se ao protagonismo do aluno, criatividade e colaboração, assim como sua ação e reflexão (Cavalcanti; Filatro, 2023). Conforme Filatro (2019), as metodologias (cri)ativas que ganham maior destaque quanto suas abordagens podem ser definidas como a aprendizagem baseada em casos, em problemas ou em projetos. A aprendizagem baseada em casos, por exemplo, tem como enfoque propiciar aos alunos a discussão do problema ou desafio que acontece em um contexto real ou fictício com personagens e ações que se inserem em um determinado período de tempo e espaço. Já a aprendizagem baseada em problemas, os discentes partem de um problema podendo este ser real ou fictício para solucionar o mesmo em grupo. Além desta, a aprendizagem baseada em projeto tem como pressuposto que os alunos precisam solucionar um desafio por meio da construção de um produto ou artefato.

Ainda, as metodologias (cri)ativas buscam valorizar a correlação do conhecimento adquirido em ambientes formais de ensino e de aprendizagem como as escolas e as universidades, e a aplicação prática no mundo de trabalho e na sociedade (Filatro, 2019). Estas buscam incentivar a aprendizagem individual e colaborativa, propiciando o envolvimento discente e mantendo-os comprometidos durante as atividades (Filatro; Cavalcanti, 2023).

Metodologia Imersiva

As metodologias imersivas se destacam pela dependência de certo modo das mídias e tecnologias na educação, assim como, buscam oportunizar uma experiência de aprendizagem de grande valia para os participantes (Cavalcanti; Filatro, 2023). Podem ser caracterizadas por promover a aprendizagem por meio de experiências enriquecedoras, oportunizando aos alunos engajamento, e permitindo uma vivência que contemple intuições, pensamentos, sensações e sentimentos (Filatro, 2019).

Além disso, segundo a autora Filatro (2019), um dos aspectos de maior destaque relacionado às metodologias imersivas é a diversão, entendida como a oportunidade de promover algo único e diferente. Assim, tecnologias imersivas como a realidade aumentada,

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

por exemplo, oportuniza aos discentes vivenciarem realidades modeladas computacionalmente ou completamente inventadas. Ainda, tais práticas contribuem para a aprendizagem no aspecto cognitivo, psicomotor e afetivos (Filatro, 2019).

METODOLOGIA

O presente trabalho possui abordagem qualitativa, caracterizada como série de atividades que incluem a redução, a categorização e interpretação dos dados, e elaboração de um relatório (Gil, 2002). Ainda, tem caráter descritivo, o qual descreve as características de determinado fenômeno ou população podendo também estipular conexões entre as variáveis (Gil, 2002). Os participantes são graduandos em Engenharia Civil de uma Universidade da região central do Rio Grande do Sul, matriculados e assíduos na disciplina de Alvenaria Estrutural - Projeto e Dimensionamento, totalizando 11 estudantes.

O percurso metodológico está organizado a partir do modelo de aprendizagem baseada em atividades, que se estrutura em torno de uma atividade ou tarefa à qual apresente aspectos de relevância para quem aprende, estando alinhada aos objetivos da aprendizagem, devendo esta organizar-se em um ambiente imersivo real ou virtual (Filatro, 2019). Está dividida em explanação teórica relacionada ao sistema construtivo em alvenaria estrutural; utilização de modelos impressos em 3D em escala reduzida e modelos em realidade aumentada com intuito de promover a percepção visual e volumétrica dos acadêmicos sobre a temática; e aplicação de um questionário sobre a percepção dos discentes em relação a utilização destas tecnologias durante o processo de aprendizagem. Desta forma, para as atividades supracitadas fez-se o uso de metodologias (cri)ativas e imersivas, conforme Filatro (2019).

Na primeira fase, foram abordados conceitos teóricos referentes ao sistema construtivo em alvenaria estrutural em especial aqueles relacionados ao projeto conforme a NBR 16868-1 (2021), como as propriedades da alvenaria e seus componentes, termos e definições, entre outros. Na segunda fase, os acadêmicos foram organizados em grupo e receberam uma planta baixa impressa em escala 1:10, em uma folha A0 correspondente a um projeto arquitetônico com modulação pré-estabelecida para blocos estruturais modulares da família de dimensões nominais de 15 x 30cm.

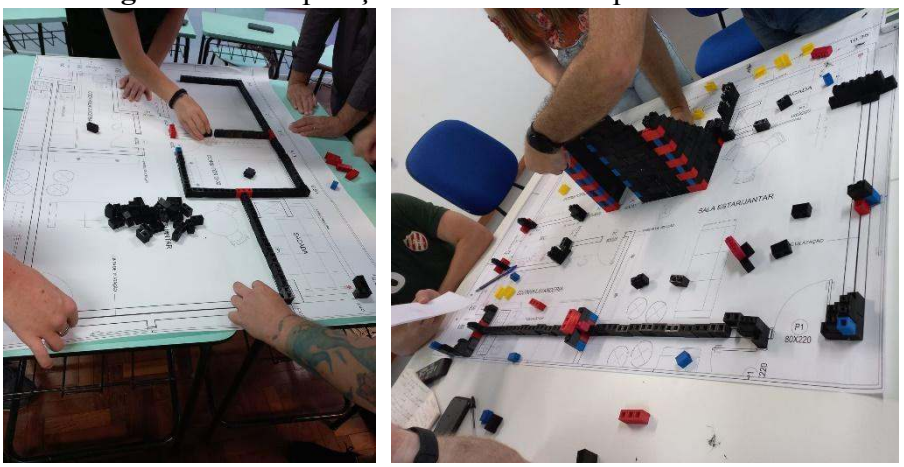
Além disso, também foi apresentado aos discentes modelos impressos em 3D, correspondendo aos diferentes blocos constituintes do sistema construtivo em alvenaria estrutural, sendo estes: bloco convencional, meio bloco, blocos canaletas “U” e blocos canaleta “J” e bloco especial (amarração em “T” OU “X”), de mesma escala da planta baixa.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

Desta forma, os acadêmicos deveriam trabalhar em conjunto refletindo sobre os conceitos teóricos abordados anteriormente, e assim aplicarem na prática tais aspectos por meio da manipulação dos modelos impressos em 3D sobre a planta baixa impressa (Figura 1), possibilitando assim uma percepção volumétrica e visual.

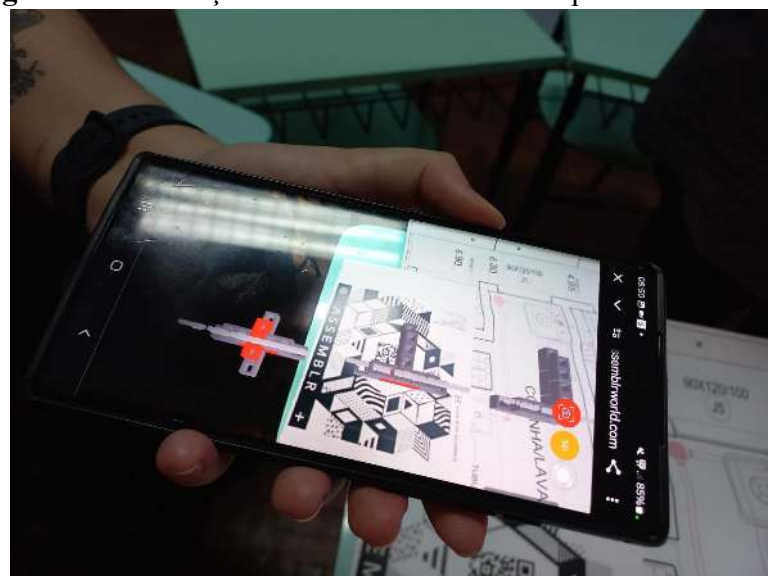
Figura 1 - Manipulação dos modelos impressos em 3D.



Fonte: Autor (2024).

Ainda, nesta etapa os acadêmicos deveriam observar alguns conceitos como as amarrações entre paredes (Figura 2) por meio da tecnologia de realidade aumentada, utilizando o aplicativo Assemblr Studio.

Figura 2 – Utilização da realidade aumentada pelos acadêmicos.



Fonte: Autor (2024).

A última fase é caracterizada pela sondagem das percepções dos acadêmicos sobre a utilização de tecnologias de impressão 3D e realidade aumentada por meio aplicação de uma

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

questão de satisfação à proposta, a saber: "Como você avalia a qualidade das interações proporcionadas pelas tecnologias de impressão 3D e realidade aumentada no processo de ensino sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural no processo de sua aprendizagem?". A análise dos dados se pautou na interpretação do conteúdo das respostas, com o auxílio do uso do gerador de nuvem de palavras WordArt.com.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aprendizagem baseada em atividades, concentra-se no discente, oportunizando diferentes experiências de aprendizagem, permitindo uma maior conexão entre os alunos e incentivando-os a se dedicarem por um período maior de tempo (Bakhru; Mehta, 2020). Em concordância com Shloul et al. (2024), as atividades executadas no ambiente de ensino podem ser denominadas como aprendizagem baseadas em atividades, as quais tem como intuito engajar os discentes no âmbito educacional.

Por meio do aprendizado baseado em atividades os alunos ampliam seus níveis de alfabetização e o interesse em aprender é estimulado. Ainda, ao serem participantes ativos nas salas de aula também há uma melhora nas habilidades vinculadas ao planejamento, monitoramento e avaliação (Yeh et al., 2019). Segundo Shloul et al. (2024), o conceito de aprendizagem ativa, vincula-se a aprendizagem baseada em atividades quando os docentes incluem tarefas organizadas em projetos de aulas ou cursos.

Neste contexto, detalha-se como resultado deste estudo as respostas oriundas da questão de satisfação à proposta, retratada em nuvem de palavras (Figura 03) em que é possível observar diferentes aspectos que os discentes relataram sobre suas percepções durante as atividades previstas. Desta forma foram organizados os temas com maior relevância (maior tamanho da fonte escrita), sendo sinônimos ou palavras utilizadas pelos acadêmicos.

Figura 3 – Nuvem de palavras oriunda da questão de satisfação à proposta.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47



Fonte: Autor (2025). Elaborado no WordArt.com.

Entre as expressões com maior incidência nas respostas, a palavra “projeto” ganha destaque, já que de amplo modo caracteriza o principal aspecto analisados sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural. Assim como, as palavras realidade aumentada e impressão 3D, as quais contemplam as ferramentas utilizadas para as metodologias (cri)ativas e imersivas.

O conceito impressão 3D, favoreceu a criação de modelos físicos representados por blocos estruturais em escala reduzida, possibilitando aos acadêmicos explorar conceitos abstratos de forma tangível. Deste modo, a utilização da tecnologia de impressão 3D parece ter favorecido a compreensão e a explicação sobre a temática.

A impressão 3D quando empregada em um ambiente educacional tem como intuito a produção de modelos físicos que favoreçam o processo de aprendizagem, e entendimento relacionado aos conceitos a serem analisados. Deste modo, esta pode ser caracterizada como uma tecnologia instrucional emergente (Üçgül; Altiok, 2023).

De acordo com os estudos de Castelli e Giberti (2019) e Gallardo et al. (2022), a tecnologia de impressão 3D empregada no ensino pode ser considerada divertida, estimulante e motivadora, caracterizando-se como um processo inovador de aprendizagem ativa.

Os resultados observados na pesquisa de Üçgül e Altiok (2023), corroboram com os achados no presente estudo em relação a utilização da impressão 3D na educação. Estes observaram que esta tecnologia amplia a motivação dos acadêmicos sendo importante

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

ferramenta para produzir materiais didáticos. O estudo de Vukašinović et al., (2024), observou que ao utilizarem a impressão 3D no ensino os discentes apresentam uma maior motivação na aprendizagem.

A realidade aumentada se apresentou como uma tecnologia complementar no processo de ensino, sobrepondo elementos digitais ao ambiente físico. Assim, oportunizando aos alunos uma experiência imersiva de modo a promover o entendimento e visualização dos conceitos abordados na teoria. Além disso, ao utilizarem este recurso tecnológico, os alunos puderam interagir com as representações digitais dos modelos 3D, tornando o processo de aprendizado mais atrativo.

De acordo com os participantes, a utilização modelo de aprendizagem baseada em atividades favoreceu o entendimento dos mesmos sobre os conceitos teóricos apresentados. Segundo um acadêmico "A metodologia dos blocos 3D e realidade aumentada foi fenomenal, ocorreu de forma natural e fluida, certamente contribuindo muito para a compreensão do conteúdo" (excerto da resposta de participante). Além disso, os discentes também descreveram como pontos positivos, "a utilização de bloquinhos 3D, auxiliou na visualização e entendimento dos princípios construtivos e adversidades em obra" (excerto da resposta de participante).

Já, como aspecto negativo, foi observado algumas imperfeições nos modelos impressos em 3D, assim como a necessidade de um smartphone e internet para a utilização do recurso de realidade aumentada, como relatado no seguinte excerto de um acadêmico: "porém, foram encontradas dificuldades (relativamente insignificantes) ao perceber imperfeições na impressão de algumas peças que impossibilitavam o encaixe dos blocos". Corroborando com os achados, o trabalho de Ford e Minshall (2019) indica que a utilização da impressão 3D no ensino também pode apresentar problemas referentes as peças impressas, a falta de experiência sobre a tecnologia, dúvidas durante o processo de produção e impressão, tempo de impressão e custos.

Assim como já observado nos relatos da presente pesquisa, Garzón et al. (2019), em seu estudo descrevem que o ganho na aprendizagem é um dos benefícios comumente observados com o emprego da realidade aumentada no ensino, contribuindo ainda para a motivação dos discentes. Em conformidade com Lopes et al. (2019), a realidade aumentada pode favorecer a experiência do usuário se apresentando como um sistema complementar ao mundo real, por meio ferramentas como tablets ou smartphones, incorporando elementos virtuais (imagens, sons e vídeos) aos reais. Segundo o estudo de Kirikkaya e Başgül (2019),

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

para aqueles acadêmicos que tiveram acesso à tecnologia de realidade aumentada houve uma melhora dos resultados dos trabalhos.

Por fim, admite-se que o emprego de novos métodos de aprendizagem e de tecnologias por parte dos docentes possibilita estimular a interação entre discentes, entre discentes e professores, assim como favorecer o engajamento na tarefa educativa (Gunness et al., 2023). Em conformidade com Feng e Xiao (2024), a motivação é de suma importância para o fomento do desempenho dos alunos e inovação no ensino, pois permite ampliar a capacidade de retenção das informações, e consequentemente, melhorar os processos de ensino e de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos educativos estão em transformação impulsionados pela inovação pedagógica, principalmente pela integração de metodologias ativas com enfoque no protagonismo do aluno e a utilização de tecnologias como a impressão 3D e a realidade aumentada, que ao serem aplicadas ao ensino, por exemplo sobre o sistema construtivo em alvenaria estrutural na Engenharia Civil, possibilitam criar um ambiente dinâmico e interativo.

Desta forma, por meio deste estudo foi possível observar diferentes aspectos apontados pelos acadêmicos sobre o modelo de aprendizagem baseada em atividades adotado. O emprego da impressão 3D, foi caracterizado como benéfico, já que possibilitou aos acadêmicos uma maior compreensão sobre os aspectos analisados e permitiu a exploração de conceitos abstratos. Porém, também foi apontado que esta tecnologia ainda requer aperfeiçoamento no acabamento de algumas peças, resultando no melhor encaixe das mesmas.

A realidade aumentada, segundo relato dos discentes, também contribuiu no processo de aprendizagem oportunizando uma experiência imersiva do conteúdo, promovendo um melhor entendimento e visualização dos temas abordados teoricamente, e tornando o processo mais atrativo. Contudo, também foi salientado a dependência da proposta pela conexão de internet e a disponibilidade de aparelhos smartphones ou tablets para que esta pudesse ser utilizada.

De amplo modo, a percepção positiva dos acadêmicos em relação aos aspectos abordados nas atividades demonstra a potencialidade das metodologias ativas na formação em Engrenharia Civil. Neste sentido, o modelo de aprendizagem baseada em atividades,

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

composto por metodologias (cri)ativas e imersivas oportuniza aos acadêmicos um maior protagonismo, permite aproximar teoria da prática e estimula engajamento e motivação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-1**: alvenaria estrutural - parte 1: projeto. Rio de Janeiro, 2021.

BACICH, L.; MORAN, J. M. (orgs.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BAKHRU, S. A.; MEHTA, R. P. **Assignment and project activity based learning systems as an alternative to continuous internal assessment.** Procedia Computer Science, v. 172, p. 397-405, 2020.

CASTELLI, K.; GIBERTI, H. **Additive manufacturing as an essential element in the teaching of robotics.** Robotics, v. 8, n. 3, p. 73, 2019.

CAVALCANTI, C. C.; FILATRO, A. **Metodologias inovativas na educação presencial, a distância e corporativa.** Saraiva Educação SA, 2023.

CHIGBU, B. I.; NGWEVU, V.; JOJO, A. **The effectiveness of innovative pedagogy in the industry 4.0:** Educational ecosystem perspective. Social Sciences & Humanities Open, v. 7, n. 1, p. 100419, 2023.

FENG, Z.; XIAO, H. **The impact of students' lack of learning motivation and teachers' teaching methods on innovation resistance in the context of big data.** Learning and Motivation, v. 87, p. 102020, 2024.

FILATRO, A. **DI 4.0:** inovação em educação corporativa. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

FORD, S.; MINSHALL, T. **Invited review article:** Where and how 3D printing is used in teaching and education. Additive manufacturing, v. 25, p. 131-150, 2019.

GALLARDO, C.F. P.; ALIAGA, E. A. H.; CORTES, M. E. C. **Impressão tridimensional:** Estudo descritivo da percepção de estudantes em uma experiência de ensino em Terapia Ocupacional. Revista Cubana de Pesquisa Biomédica, v. 41, 2022.

GARZÓN, J.; PAVÓN, J.; BALDIRIS, **S. Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings.** Virtual reality, v. 23, n. 4, p. 447-459, 2019.

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

GUNNESS, A.; MATANDA, M. J.; RAJAGURU, R. Effect of student responsiveness to instructional innovation on student engagement in semi-synchronous online learning environments: The mediating role of personal technological innovativeness and perceived usefulness. **Computers & Education**, v. 205, p. 104884, 2023.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional

DOI: https://doi.org/10.56579/epistimoniki.v2i2.47

HENSSEN, D. et al. Implementing 3D printing and extended reality in anatomy education: Organization, evolution, and assessment of an innovative teaching program in an undergraduate medical school in the Netherlands. **Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger**, v. 257, p. 152354, 2025.

HUANG, D. Innovative interactive instruction to enhance learning behaviors. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 10, n. 1, p. 100641, 2025.

KIRIKKAYA, E. S. M. A.; BASGÜL, Melek Sentürk. The effect of the use of augmented reality applications on the academic success and motivation of 7th grade students. Journal of Baltic Science Education, v. 18, n. 3, p. 362-378, 2019.

LANDA, E.; ZHU, C.; SESABO, J. Readiness for integration of innovative teaching and learning technologies: An analysis of meso‐micro variables in Tanzanian higher education. **International Journal of Educational Research Open**, v. 2, p. 100098, 2021.

LOPES, L. M. D. et al. EDUCATIONAL INNOVATIONS USING AUGMENTED REALITY: A SYSTEMATIC REVIEW. **Educação em Revista**, v. 35, 2019.

PAN, H.; LIN, Y.; CHUNG, C. Teacher collaboration, school innovativeness and innovative teaching in Taiwan: Evidence from TALIS. **International Journal of Educational Research**, v. 127, p. 102383, 2024.

RAHIMI, H. et al. **Are teachers with better quality of work life more innovative? The mediating roles of psychological empowerment and teaching mindsets.** Acta Psychologica, v. 247, p. 104315, 2024.

SHLOUL, T. A. et al. Role of activity-based learning and ChatGPT on students' performance in education. **Computers and Education:** Artificial Intelligence, p. 100219, 2024.

ÜÇGÜL, M.; ALTIOK, S. The perceptions of prospective ICT teachers towards the integration of 3D printing into education and their views on the 3D modeling and printing course. **Education and Information Technologies**, v. 28, n. 8, p. 10151-10181, 2023.

VIDERGOR, H. E. The effect of teachers' self-innovativeness on accountability, distance learning self-efficacy, and teaching practices. **Computers & Education**, v. 199, p. 104777, 2023.

VUKAŠINOVIĆ, V. et al. The Implementation of 3D Printing in Engineering Education in the Field of Hydraulic and Pneumatic Components. **3D Printing and Additive Manufacturing,** v. 11, n. 4, p. e1670-e1678, 2024.

YEH, Y.; REGA, E. M.; CHEN, S. Enhancing creativity through aesthetics-integrated computer-based training: The effectiveness of a FACE approach and exploration of moderators. **Computers & Education**, v. 139, p. 48-64, 2019.

Esta obra está sob licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional