



APRENDIZADO À DISTÂNCIA OU DISTANTE DO APRENDIZADO? A VISÃO DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA SOBRE LABORATÓRIOS VIRTUAIS

Ariane Simarco Scarci¹, Thaise Moser Teixeira², Letícia Fleig Dal Forno³

¹ Mestranda do Programa em Gestão do Conhecimento nas Organizações, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. arianescarci@gmail.com

² Docente do Programa em Gestão do Conhecimento nas Organizações, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. thaise.teixeira@unicesumar.edu.br

³ Docente do Programa em Gestão do Conhecimento nas Organizações, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. leticia.forno@unicesumar.edu.br

RESUMO

Este artigo analisa a percepção de estudantes dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica sobre o uso de laboratórios virtuais em comparação aos físicos. A pesquisa possui natureza qualitativa, exploratória e aplicada, e foi realizada por meio de grupo focal com alunos de uma instituição privada do norte do Paraná. Os dados foram analisados utilizando o software IRaMuTeQ para organização lexical e geração de nuvem de palavras, através da metodologia da análise de conteúdo. Os resultados indicam uma preferência predominante pelo laboratório físico, especialmente em atividades práticas que exigem manipulação de equipamentos e interação direta. No entanto, os estudantes também reconhecem os benefícios dos laboratórios virtuais, como flexibilidade, segurança, acessibilidade e redução de custos, compreendendo-os como ferramentas complementares ao ensino presencial. A análise das falas mostrou que a escolha entre os ambientes depende do contexto da atividade, dos objetivos pedagógicos e das condições de infraestrutura. A conclusão do estudo aponta para a adoção de modelos híbridos como abordagem promissora para o ensino de engenharia, unindo as vantagens dos ambientes físicos e virtuais e contribuindo para uma formação mais completa e ajustada às demandas tecnológicas e profissionais atuais.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de engenharia; Grupo focal; Laboratório virtual.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia enfrenta desafios com laboratórios físicos, como acessibilidade, custos e segurança. Nesse contexto, os laboratórios virtuais se apresentam como uma alternativa inovadora, flexível e econômica para complementar ou substituir os tradicionais. Essas inovações têm modernizado as abordagens pedagógicas, oferecendo experiências de aprendizagem mais interativas e motivadoras (Ventrice, 2009; Neto, 2019). A aplicação de conceitos teóricos em contextos práticos possibilita o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas essenciais para o desempenho profissional.

Os laboratórios virtuais apresentam benefícios como, possibilitam o acesso remoto e flexível aos recursos educacionais, permitindo que os estudantes conduzam experimentos de qualquer lugar e a qualquer momento, o que é especialmente vantajoso para aqueles que enfrentam restrições geográficas ou financeiras (Panasiuk et al., 2021; Bunse et al., 2022). Além disso, representam uma alternativa com menores custos sem afetar o processo de aprendizagem, já que reduzem a necessidade de investimentos em infraestrutura (Wahyudi et al., 2024; Veza et al., 2022).

Outro aspecto positivo refere-se ao aumento do engajamento estudantil, pois os ambientes virtuais imersivos e interativos despertam maior interesse dos alunos, que passam a se envolver mais ativamente no processo de aprendizagem (Li & Liang, 2024; Kulkarni & Harne, 2023). Esses ambientes também oferecem condições seguras para a realização de experimentos potencialmente perigosos ou inviáveis em laboratórios físicos, ampliando o escopo de atividades práticas possíveis (Panasiuk et al., 2021; Suryavanshi, 2024).



No entanto, os laboratórios virtuais também apresentam desafios. Entre os principais, destaca-se a falta de feedback tátil e experiência física direta, o que pode comprometer a compreensão de certos conceitos que exigem manuseio de equipamentos (Wahyudi et al., 2024; Salzinger & Abrahamczyk, 2023). Além disso, o acesso aos laboratórios virtuais ainda depende de recursos tecnológicos específicos, o que pode acentuar desigualdades entre estudantes (Veza et al., 2022; Bunse et al., 2022). Outro desafio está relacionado à redução das interações sociais presenciais, que são importantes para o desenvolvimento de habilidades colaborativas e de comunicação (Salzinger & Abrahamczyk, 2023; Kulkarni & Harne, 2023).

Nesse cenário, tecnologias emergentes como a realidade virtual (VR) e a realidade aumentada (AR) têm sido incorporadas para superar parte dessas limitações. A VR permite a simulação de ambientes tridimensionais, proporcionando uma experiência de aprendizado mais imersiva, enquanto a AR sobrepõe elementos digitais ao mundo real, criando um ambiente híbrido que enriquece a visualização e a manipulação de conceitos complexos (Ward et al., 2024; Kulkarni & Harne, 2023; Suryavanshi, 2024). Ambas as tecnologias têm demonstrado potencial para aumentar o interesse dos estudantes e melhorar a qualidade do aprendizado prático.

Além dos benefícios pedagógicos, os laboratórios virtuais promovem a colaboração intercultural, permitindo que estudantes de diferentes países trabalhem juntos e desenvolvam competências globais, essenciais à engenharia (Salzinger & Abrahamczyk, 2023; Bunse et al., 2022).

As direções futuras para os laboratórios virtuais envolvem o desenvolvimento de ambientes cada vez mais realistas, com maior interatividade e personalização por meio da inteligência artificial (IA). A IA poderá adaptar conteúdos e níveis de dificuldade às características individuais dos alunos, promovendo um aprendizado mais eficaz e inclusivo (Panasiuk et al., 2021; Veza et al., 2022). Tecnologias como feedback tátil e simulações sensoriais, são formas de tornar as experiências virtuais ainda mais próximas das práticas laboratoriais físicas (Ward et al., 2024; Kulkarni & Harne, 2023).

Embora evidências indiquem que os laboratórios virtuais são eficazes no engajamento e na aprendizagem, ainda são necessárias mais pesquisas que comparem seus impactos aos dos laboratórios físicos e investiguem abordagens híbridas (Li & Liang, 2024; Frady, 2022). Dessa forma, este estudo busca contribuir para esse debate ao analisar as percepções de estudantes de engenharia sobre o uso de laboratórios virtuais como ferramenta pedagógica no ensino superior.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa, de natureza aplicada e exploratória, visa compreender a percepção dos estudantes dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica de uma instituição privada quanto ao uso de laboratórios virtuais e físicos, suas oportunidades e diferenças no processo de aprendizagem. A abordagem adotada foi qualitativa, conforme proposto por Kauark, Manhães e Medeiros (2010), buscando interpretar em profundidade os discursos e interações dos estudantes para compreender a complexidade de suas experiências. Para tal, foi utilizado o grupo focal, fundamentado em Morgan (1997), que se caracteriza pela interação entre participantes em torno de temas definidos, promovendo a livre expressão e troca de ideias em ambiente controlado.

A realização do grupo focal teve como critério a participação de estudantes regularmente matriculados no quarto ano dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica. A sessão foi conduzida presencialmente na instituição. A condução da sessão respeitou os princípios éticos da pesquisa científica, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição. A pergunta analisada foi busca compreender a percepção



Apesar da preferência geral pelo ambiente físico, a palavra "simular" e "arduino simulado" também aparece com relevância, indicando que os simuladores virtuais são reconhecidos como recursos válidos, embora frequentemente vistos como complementares. A presença da palavra "depende" de forma significativa evidencia que muitos alunos compreendem que a escolha entre os dois ambientes depende do tipo de atividade, do objetivo pedagógico e da natureza do conteúdo trabalhado.

Outro ponto observado foi o destaque para termos como "gente" e "comunicação", o que aponta para o valor atribuído ao ambiente físico como espaço de interação social e colaboração entre os alunos, aspecto muitas vezes limitado nos contextos virtuais.

Esses resultados se alinham a literatura, que aponta que, embora os laboratórios virtuais ofereçam flexibilidade, acessibilidade e segurança (Panasiuk et al., 2021; Veza et al., 2022), eles ainda enfrentam limitações quanto à interatividade real e ao engajamento prático dos estudantes (Wahyudi et al., 2024; Salzinger & Abrahamczyk, 2023). Assim, as falas dos alunos confirmam que os laboratórios físicos continuam sendo percebidos como fundamentais para a aprendizagem efetiva de engenharia, especialmente quando se trata de manipulação de componentes e desenvolvimento de habilidades práticas.

Os resultados indicam a preferência por modelos híbridos no ensino de engenharia, nos quais os laboratórios virtuais complementam, e não substituem, as experiências presenciais. Essa combinação é especialmente eficaz nas fases iniciais do ensino, ao facilitar a aprendizagem, exigir menos pré-requisitos e evitar riscos para alunos com pouca experiência. A abordagem potencializa a aprendizagem ao unir a flexibilidade do digital com a prática do ambiente físico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar a percepção de estudantes de Engenharia Mecânica e Mecatrônica sobre o uso de laboratórios virtuais e físicos. Por meio de uma abordagem qualitativa, foi possível identificar os sentidos atribuídos pelos alunos às experiências de aprendizagem mediadas por diferentes tipos de laboratório.

Os resultados evidenciam que, embora os laboratórios virtuais sejam reconhecidos como recursos acessíveis, econômicos e seguros, principalmente para situações em que há limitações de tempo, espaço ou infraestrutura, a preferência dos estudantes ainda recai majoritariamente sobre os laboratórios físicos. Os alunos valorizam o contato direto com os equipamentos, a experiência tátil, a interatividade prática e a possibilidade de colaboração presencial com colegas, fatores que foram recorrentes nos discursos analisados. Ainda assim, os discentes reconhecem a utilidade dos laboratórios virtuais, especialmente como recurso complementar.

Dessa forma, a conclusão principal do estudo é que o uso de tecnologias como simuladores e laboratórios virtuais é bem-vindo no ensino de engenharia, mas sua adoção deve estar alinhada a estratégias pedagógicas que valorizem a integração entre os meios físicos e digitais. A proposta de um modelo híbrido de ensino, que combine os dois modelos de prática, mostra-se promissora para a formação de engenheiros mais preparados para os desafios da indústria moderna.

Para a melhor integração de práticas de ensino em laboratórios virtuais, novas tendências como a RA e RV, ou até laboratórios com funções mais personalizadas através do uso de IA, podem ajudar a melhorar a percepção desses alunos, sobre o uso de laboratórios virtuais, e exigem mais estudos sobre o tema. Recomenda-se também, que futuras pesquisas explorem comparações quantitativas entre os desempenhos dos estudantes em diferentes ambientes de aprendizagem.



REFERÊNCIAS

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BUNSE, C.; KENNES, L. N.; KUHR, J.-C. On using distance labs for engineering education. **Workshop on Software Engineering Education for the Next Generation**, p. 5–11, 2022. DOI: 10.1145/3528231.3528355.

FRADY, K. K. Use of virtual labs to support demand-oriented engineering pedagogy in engineering technology and vocational education training programmes: a systematic review of the literature. **European Journal of Engineering Education**, p. 1–20, 2022. DOI: 10.1080/03043797.2022.2141610.

KULKARNI, R.; HARNE, R. Adoption and usage of augmented reality-based virtual laboratories tool for engineering studies. **Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice**, v. 23, p. 10, 2024. DOI: 10.28945/5351.

LI, J.; LIANG, W. Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: a meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 19, n. 12, e0316269, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0316269.

MORGAN, D. *Focus group as qualitative research*. Qualitative Research Methods Series, n. 16. London: Sage Publications, 1997.

NETO, M. C.; SILVA, A. P.; BRITO, R. R. Robótica e gamificação como ferramentas de apoio ao processo ensino-aprendizagem / Robotics and gamification tools to support teaching-learning process. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 17205–17216, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-003.

PANASIUK, O. et al. Virtual laboratories for engineering education. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE “ADVANCED COMPUTER INFORMATION TECHNOLOGIES”**, 2021, p. 637–641. DOI: 10.1109/ACIT52158.2021.9548567.

SALZINGER, J.; ABRAHAMCZYK, L. Thinking outside the box – virtual, intercultural labs in engineering education. 2023. DOI: 10.4995/head23.2023.16235.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SURYAVANSHI, A. P. Virtual labs for engineering students from the electronics domain. **International Journal for Science Technology and Engineering**, v. 12, n. 11, p. 2433–2436, 2024. DOI: 10.22214/ijraset.2024.65542.

VEZA, I. et al. Virtual laboratory for engineering education: review of virtual laboratory for students learning. **ESL – Emerging Science and Learning**, v. 1, n. 2, p. 41–46, 2022. DOI: 10.56741/esl.v1i02.138.

VENTRICE, C. *Make their day! Employee recognition that works: proven ways to boost morale, productivity, and profits*. Oakland: Berrett-Koehler Publishers, 2009.



WAHYUDI, M. N. A. et al. Understanding virtual laboratories in engineering education: a systematic literature review. **International Journal of Pedagogy and Teacher Education**, v. 7, n. 2, p. 102, 2024. DOI: 10.20961/ijpte.v7i2.85271.

WARD, P.; HEMPEL, M.; SHARIF, H. A novel approach to engineering education laboratory experiences through the integration of virtual reality and telerobotics. 2024. DOI: 10.18260/1-2-1115-46362.