

Práticas Maker na Educação Básica: Um Estudo sobre a Percepção de Estudantes em Relação ao Mundo Profissional

Silvio Marques¹, Marcos Moraes¹, Ericlécio Thiago¹, Luiz Buarque¹, Vinicius Arruda¹, Anthony Barros¹, Josiel Silva¹, Verlaynne Araújo¹, Diogo Lopes¹, Thiago Bezerra¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)
Campus Palmares – PE – Brasil

{thiago.bezerra, diogo.lopes}@palmares.ifpe.edu.br

{verlaynne.araujo, josiel.silva}@palmares.ifpe.edu.br

{smxj, mvvm, vjal, lgbv, avbb1}@discente.ifpe.edu.br

Abstract. *Maker culture has emerged as an educational approach that promotes active learning and the development of technical skills. This study analyzes how maker-based experiences influence high school students' perceptions of their future professional careers. The research involved 20 students participating in a maker laboratory and three alumni already working or engaged in higher education. Activities included digital modeling, operation of digital fabrication machines, and the development of technological projects. A qualitative analysis of participants' statements indicates that these experiences contributed to the development of technical skills, teamwork abilities, and a better understanding of professional demands.*

Resumo. *A cultura maker tem se destacado como abordagem educacional que promove aprendizagem ativa e desenvolvimento de competências técnicas. Este artigo analisa como experiências maker influenciam a percepção de estudantes do ensino médio sobre o futuro profissional. A pesquisa envolveu 20 alunos participantes de um laboratório maker e três egressos já inseridos no mercado de trabalho. As atividades incluíram modelagem digital, operação de máquinas de fabricação digital e desenvolvimento de projetos tecnológicos. Os resultados indicam que essas experiências contribuíram para o desenvolvimento de competências técnicas, habilidades de trabalho em equipe e maior compreensão das demandas do mundo profissional.*

1. Introdução

As transformações tecnológicas observadas nas últimas décadas têm modificado significativamente as formas de produção, comunicação e organização do trabalho. Nesse cenário, torna-se cada vez mais necessário que os ambientes educacionais promovam experiências de aprendizagem capazes de desenvolver não apenas conhecimentos conceituais, mas também competências técnicas, criativas e colaborativas, cada vez mais valorizadas em contextos profissionais marcados pela rápida evolução tecnológica [Hsu et al. 2024, Ioannou and Gravel 2024, George-Reyes et al. 2025].

Nesse contexto, a cultura maker tem se consolidado como uma abordagem educacional relevante por incentivar a aprendizagem ativa baseada na experimentação, na

construção de artefatos e na resolução prática de problemas [de Menezes et al. 2025]. Fortemente associada ao movimento DIY (*Do It Yourself* ou Faça Você Mesmo), essa abordagem coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, estimulando o protagonismo, a autonomia e a integração entre diferentes áreas do conhecimento, especialmente ciência, tecnologia, engenharia e computação [de Araújo et al. 2025]. Estudos indicam que experiências educacionais baseadas em práticas maker podem contribuir para o desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade, pensamento crítico e inovação tecnológica [George-Reyes et al. 2025].

Ambientes maker têm sido implementados em instituições educacionais como espaços que possibilitam a experimentação tecnológica e o desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Nesses ambientes, estudantes têm acesso a ferramentas de fabricação digital, programação e prototipagem, favorecendo a aprendizagem baseada em projetos e a aplicação prática de conhecimentos científicos e tecnológicos. Pesquisas apontam que essas experiências podem ampliar o engajamento dos estudantes e fortalecer o interesse por carreiras relacionadas às áreas STEM, além de promover o desenvolvimento de habilidades como colaboração, comunicação e resolução de problemas [Pereira et al. 2025, Ioannou and Gravel 2024, Hsu et al. 2024, Papagiannis and Pallaris 2024].

Além disso, ambientes maker podem aproximar o contexto educacional das demandas do mundo profissional ao envolver os estudantes em projetos colaborativos que exigem divisão de tarefas, planejamento e resolução coletiva de desafios. Esse tipo de experiência, fortemente alinhada à lógica DIY de aprendizagem pela prática, favorece o desenvolvimento de autonomia técnica e criatividade. Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar como experiências baseadas em práticas maker podem influenciar a percepção de estudantes do ensino médio em relação ao mundo profissional. Para isso, foi realizada uma análise qualitativa baseada em entrevistas com estudantes participantes de atividades desenvolvidas em um laboratório maker, bem como com egressos da instituição já inseridos no mercado de trabalho.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 fornece os principais conceitos para o entendimento desse trabalho. A Seção 3 apresenta os trabalhos relacionados disponíveis na literatura. A Seção 4 apresenta a descrição das atividades. Seção 5 apresenta os resultados da avaliação dessa pesquisa. Por fim, a Seção 6 conclui este estudo.

2. Fundamentação teórica

Esta seção apresenta os principais fundamentos teóricos que embasam este estudo, abordando conceitos relacionados à cultura maker no contexto educacional e às metodologias ativas de aprendizagem.

2.1. Cultura Maker na Educação

A cultura maker tem se destacado como uma abordagem educacional voltada à aprendizagem ativa, baseada na experimentação, na criação de artefatos e na resolução prática de problemas. Inspirada nos princípios do movimento *Do It Yourself* (DIY), essa abordagem incentiva os estudantes a assumirem um papel mais ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo projetos e explorando tecnologias para construir conhecimento de forma prática [Martin 2015, Blikstein 2018].

No contexto educacional, a cultura maker está associada ao construcionismo, teoria proposta por [Papert 1980], segundo a qual a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa quando os estudantes constroem objetos ou artefatos que podem ser compartilhados e aprimorados. Nesse sentido, ambientes como makerspaces, laboratórios de fabricação digital e fab labs oferecem recursos tecnológicos que permitem aos estudantes desenvolver protótipos e projetos interdisciplinares. Estudos apontam que a inserção de práticas maker na educação contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e habilidades socioemocionais, como criatividade, pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe [Sheridan et al. 2014, Papavlasopoulou et al. 2019]. Além disso, essas experiências favorecem maior engajamento dos estudantes e aproximam o processo educativo de situações semelhantes às encontradas no mundo profissional, nas quais a colaboração, a inovação e o uso de tecnologias são cada vez mais valorizados [Blikstein 2018].

No contexto brasileiro, pesquisas também destacam que iniciativas maker em instituições educacionais podem ampliar a participação dos estudantes em atividades de experimentação tecnológica e desenvolvimento de projetos científicos, contribuindo para uma formação mais alinhada às demandas contemporâneas da sociedade e do mercado de trabalho [Pereira et al. 2025].

2.2. Metodologias Ativas e Aprendizagem Baseada em Projetos

A ABP é uma metodologia ativa centrada no estudante, que o desafia a resolver problemas reais por meio de investigação, colaboração e integração de conhecimentos. Originada na Universidade McMaster na década de 1960 [Barrows et al. 1980], a ABP promove habilidades como pensamento crítico, autonomia e resolução de problemas, sendo amplamente reconhecida por favorecer a retenção do conhecimento e a aplicação prática dos conceitos teóricos [Hmelo-Silver 2004]. Sua adoção em áreas como Medicina, Engenharia e Computação evidencia sua versatilidade e eficácia em diferentes contextos formativos [Savery 2015].

A dinâmica da ABP coloca os estudantes em situações que exigem análise, tomada de decisões e formulação de hipóteses, contrastando com modelos tradicionais baseados na transmissão de conteúdo. Ao investigar cenários complexos e testar soluções, os estudantes desenvolvem criatividade, responsabilidade individual e capacidade de trabalhar em equipe, competências fundamentais para ambientes acadêmicos e profissionais. Entre os benefícios da ABP destacam-se o fortalecimento do pensamento analítico, o aprimoramento da capacidade de resolver problemas de forma estruturada, o aumento da motivação e o desenvolvimento de competências socioemocionais, como comunicação e colaboração. A abordagem também reduz a distância entre teoria e prática, permitindo aplicar conhecimentos em situações reais e preparando os estudantes para lidar com desafios característicos do mercado de trabalho contemporâneo [Hmelo-Silver 2004].

3. Trabalhos Relacionados

Nos últimos anos, a cultura maker tem sido amplamente discutida como uma abordagem educacional capaz de promover aprendizagem ativa, criatividade e o desenvolvimento de competências técnicas. Baseada em princípios construcionistas, essa abordagem incentiva estudantes a aprender por meio da experimentação, da construção de artefatos

e da resolução prática de problemas, favorecendo a integração entre diferentes áreas do conhecimento, especialmente nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

Diversos estudos apontam que ambientes maker podem contribuir significativamente para o engajamento dos estudantes em atividades educacionais. De acordo com [Ioannou and Gravel 2024], espaços maker em contextos educacionais ampliam o interesse dos alunos ao proporcionar experiências práticas envolvendo fabricação digital, prototipagem e resolução de problemas reais. Nesse contexto, o aprendizado ocorre de forma mais ativa e centrada no estudante, estimulando o desenvolvimento de autonomia e pensamento crítico.

Além disso, revisões sistemáticas sobre educação maker indicam que atividades baseadas na construção de artefatos e na experimentação tecnológica podem contribuir para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. O estudo apresentado por [Hsu et al. 2024] destaca que práticas maker favorecem o desenvolvimento de habilidades como criatividade, colaboração e pensamento crítico, além de estimular a aprendizagem interdisciplinar em ambientes educacionais. Outro aspecto frequentemente destacado na literatura refere-se à relação entre ambientes maker e a preparação dos estudantes para o mundo do trabalho. Segundo [Papagiannis and Pallaris 2024], espaços de fabricação digital em instituições educacionais possibilitam que os estudantes desenvolvam competências associadas ao trabalho colaborativo, à resolução de problemas complexos e à adaptação ao uso de novas tecnologias, habilidades cada vez mais valorizadas em contextos profissionais contemporâneos.

No contexto brasileiro, estudos recentes também têm discutido o potencial da abordagem maker para transformar práticas educacionais e promover experiências de aprendizagem mais significativas. Trabalhos como o de [Dos Santos et al. 2025] destacam que iniciativas maker podem contribuir para ampliar a participação dos estudantes em atividades de inovação, experimentação tecnológica e desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Nesse contexto, o presente trabalho contribui para essa discussão ao analisar como experiências desenvolvidas em um laboratório maker influenciam a percepção de estudantes do ensino médio em relação ao mundo profissional, considerando tanto os depoimentos dos participantes quanto os resultados acadêmicos e científicos alcançados pelos estudantes envolvidos nas atividades.

4. Metodologia

Esta seção apresenta o contexto das atividades desenvolvidas no ambiente maker, os participantes da pesquisa e os procedimentos utilizados para a coleta e análise dos depoimentos dos estudantes e egressos envolvidos nas atividades. O processo metodológico adotado na pesquisa é sintetizado na Figura 1, que ilustra as etapas desde a realização das atividades maker até a identificação das categorias de análise a partir dos depoimentos coletados.

4.1. Atividades Maker

As atividades analisadas neste estudo foram desenvolvidas em um laboratório maker vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), Campus Palmares, Figura 2. O espaço foi estruturado como um ambiente de aprendizagem prática voltado ao desenvolvimento de projetos tecnológicos e científicos, permitindo

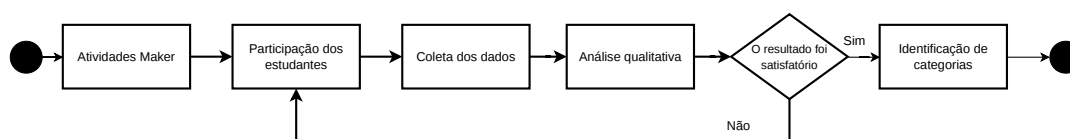


Figura 1. Fluxo metodológico

que os estudantes participassem de atividades de experimentação, prototipagem e resolução de problemas.

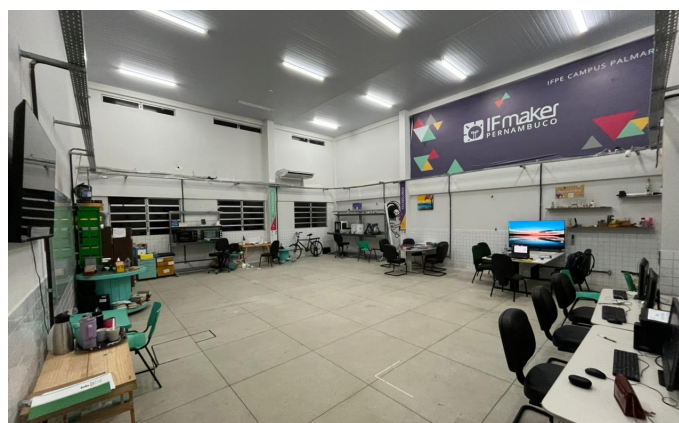
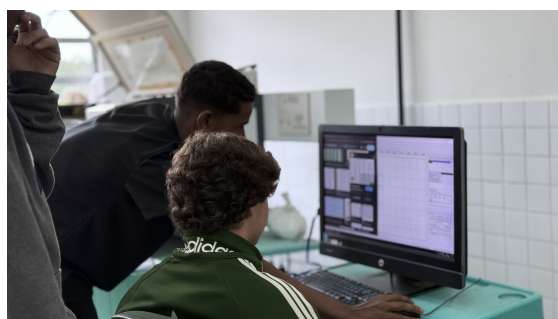


Figura 2. Laboratório maker utilizado no desenvolvimento das atividades.

Nesse ambiente, os participantes tiveram acesso a diferentes tecnologias de fabricação digital, como impressoras 3D, máquinas de corte a laser e ferramentas de modelagem digital. Além disso, foram realizadas atividades de formação voltadas ao uso dessas tecnologias, incluindo treinamentos para operação dos equipamentos e utilização de softwares de modelagem e prototipagem. Essas atividades foram conduzidas de forma alinhada aos princípios da cultura maker e da filosofia DIY, incentivando os estudantes a projetar, construir e testar seus próprios artefatos tecnológicos. Exemplos das tarefas desenvolvidas pelos estudantes no laboratório maker são apresentados na Figura 3.



(a) Estudantes utilizando a cortadora a laser no laboratório maker



(b) Estudante utilizando um software CAD de modelagem

Figura 3. Atividades desenvolvidas no laboratório maker

Após essa etapa inicial de formação técnica, os estudantes passaram a desenvolver projetos em diferentes áreas tecnológicas, como robótica educacional, construção de

telescópios de baixo custo, desenvolvimento de foguetes experimentais, programação e aplicações de inteligência artificial. Essas atividades foram organizadas de forma interdisciplinar, tendo a computação como elemento integrador para o desenvolvimento dos projetos.

Além da formação técnica, o laboratório maker também promoveu experiências baseadas em projetos colaborativos que exigiam planejamento coletivo e divisão de responsabilidades entre os participantes. Em diversos projetos, as tarefas foram distribuídas entre os integrantes das equipes com responsabilidades equivalentes, de modo que o progresso das atividades dependia diretamente da execução adequada de cada etapa. Essa dinâmica estimulou o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao trabalho em equipe, comunicação, organização de tarefas e responsabilidade individual no cumprimento dos objetivos coletivos, contribuindo para o desenvolvimento de diferentes competências acadêmicas e profissionais.

4.2. Participação dos Estudantes

Participaram da pesquisa estudantes do ensino médio envolvidos nas atividades do laboratório maker da instituição, bem como egressos que participaram dessas atividades durante sua formação escolar e que atualmente se encontram inseridos no mercado de trabalho ou cursando o ensino superior. Ao todo, participaram do estudo 23 indivíduos, sendo 20 estudantes que frequentavam regularmente o espaço maker e três egressos da instituição. Durante as atividades, os participantes atuaram em projetos colaborativos que exigiam planejamento coletivo, divisão de tarefas e cooperação entre os integrantes das equipes. Essa dinâmica estimulou o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao trabalho em equipe, comunicação, organização de tarefas e responsabilidade individual no cumprimento dos objetivos coletivos.

4.3. Coleta dos Dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas estruturadas conduzidas individualmente com os participantes. Esse tipo de entrevista permite obter respostas comparáveis entre os respondentes, ao mesmo tempo em que possibilita a coleta de relatos detalhados sobre experiências e percepções relacionadas ao contexto investigado. O roteiro de entrevista foi composto por questões voltadas à identificação de três aspectos principais: (I) percepção dos estudantes sobre as experiências desenvolvidas no ambiente maker; (II) competências e habilidades desenvolvidas durante as atividades; (III) contribuições dessas experiências para a formação acadêmica e preparação para o mundo do trabalho. Todas as entrevistas foram registradas e posteriormente transcritas para análise.

4.4. Análise Qualitativa

A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa baseada na identificação de padrões presentes nas respostas dos participantes. Inicialmente, as transcrições das entrevistas foram analisadas de forma exploratória, buscando identificar percepções recorrentes relacionadas às experiências vivenciadas no ambiente maker. Durante essa etapa, os dados foram revisados e organizados de forma iterativa, permitindo avaliar se os resultados obtidos eram consistentes com os objetivos da pesquisa. Caso novas evidências ou interpretações fossem necessárias, o processo de análise era retomado a partir dos dados coletados, conforme representado no fluxo metodológico.

4.5. Identificação de Categorias

Após a análise exploratória dos dados, os trechos das entrevistas foram organizados e classificados de acordo com temas recorrentes identificados nas falas dos participantes. Esse processo permitiu a definição de categorias relacionadas ao desenvolvimento de competências técnicas, habilidades de trabalho em equipe, criatividade, resolução de problemas e aproximação entre a formação escolar e o contexto profissional. Para aumentar a confiabilidade dos resultados, foi realizada uma triangulação de evidências, combinando os dados obtidos nas entrevistas com evidências observadas durante o desenvolvimento das atividades no laboratório maker, como a participação dos estudantes em projetos científicos, a produção de artigos acadêmicos e o envolvimento em competições científicas e tecnológicas.

5. Resultados

A análise das entrevistas estruturadas realizadas com os participantes indicou que as experiências desenvolvidas no ambiente maker contribuíram para mudanças relevantes na percepção dos estudantes sobre o mundo profissional. De modo geral, os relatos evidenciam três dimensões principais: o desenvolvimento de competências técnicas, o fortalecimento de habilidades socioemocionais e uma maior aproximação entre as atividades educacionais e o contexto profissional.

Os resultados indicam que o contato direto com tecnologias de fabricação digital, como impressoras 3D e máquinas de corte a laser, favoreceu o desenvolvimento de competências técnicas relacionadas à operação de equipamentos, prototipagem e resolução prática de problemas. De acordo com os participantes, a aprendizagem baseada na experimentação e na construção de artefatos contribuiu para ampliar a compreensão sobre processos tecnológicos e aplicações práticas do conhecimento. A Tabela 1 apresenta as principais categorias identificadas durante a análise das entrevistas, bem como exemplos das evidências observadas nos relatos dos participantes.

Tabela 1. Categorias identificadas na análise das entrevistas

Categoria	Predominância	Evidências identificadas
Competências técnicas	Alta	Aprendizagem relacionada à operação de impressoras 3D, máquinas de corte a laser, manutenção de equipamentos e desenvolvimento de protótipos.
Habilidades socioemocionais	Alta	Desenvolvimento de trabalho em equipe, criatividade, comunicação e persistência diante de desafios técnicos.
Aproximação com o mercado de trabalho	Muito alta	Percepção de maior preparação para o mercado e aplicação das competências desenvolvidas em atividades acadêmicas e profissionais.

Além das competências técnicas, as entrevistas evidenciam o desenvolvimento de habilidades socioemocionais relevantes para o contexto profissional. Os participantes destacaram que a realização de projetos colaborativos no ambiente maker estimulou competências como trabalho em equipe, criatividade, comunicação e persistência diante de desafios técnicos. Depoimentos de egressos indicam ainda que diversas competências desenvolvidas durante as atividades no laboratório maker são atualmente aplicadas em suas experiências acadêmicas e profissionais. Segundo os relatos, a participação em projetos práticos contribuiu para o desenvolvimento de autonomia técnica e maior facilidade na adaptação ao uso de novas tecnologias.

Tabela 2. Trechos representativos das entrevistas com os participantes

Participante	Trecho da Entrevista
A1 (Aluno)	O espaço maker me proporciona conhecimento sobre o funcionamento das máquinas, o que pode contribuir diretamente para o meu futuro profissional.
A2 (Aluno)	O maker mudou minha visão sobre o futuro profissional, pois sinto que vou sair mais preparado para o mercado de trabalho.
A3 (Aluno)	O maker também ajuda a aprender a trabalhar em equipe, o que é muito importante no futuro profissional.
A4 (Aluno)	Ser maker molda minha visão sobre o mundo profissional porque me ensina a aprender na prática, criando coisas e resolvendo problemas.
A5 (Aluno)	No maker estou aprendendo a utilizar máquinas como a impressora 3D e a cortadora a laser, o que pode gerar experiência importante para o futuro profissional.
A6 (Aluno)	Participar do maker ajuda a adquirir novos conhecimentos técnicos e desenvolver habilidades que podem contribuir para o mercado de trabalho.
E1 (Egresso)	Muitas das competências que desenvolvi no maker estão sendo aplicadas diretamente no meu trabalho.
E2 (Egresso)	No maker aprendi a cuidar das máquinas, realizar manutenção e assumir responsabilidade pelos projetos.
E3 (Egresso)	As habilidades de manutenção, responsabilidade e aprendizagem rápida desenvolvidas no maker hoje me ajudam no trabalho com máquinas pesadas na empresa onde atuo.

A Tabela 2 apresenta trechos representativos das entrevistas realizadas com estudantes e egressos, ilustrando as percepções dos participantes sobre as contribuições das atividades desenvolvidas no laboratório maker para sua formação acadêmica e profissional. Além das percepções identificadas nas entrevistas, os resultados também evidenciam impactos acadêmicos associados às atividades desenvolvidas no laboratório maker. Durante o período analisado, os estudantes participaram do desenvolvimento de projetos científicos que resultaram na aprovação de 12 artigos em diferentes congressos nacionais, além da participação e conquista de premiações em competições científicas e tecnológicas. Essas experiências contribuíram para a formação de uma equipe de estudantes com competências complementares em áreas como robótica, programação, prototipagem, escrita científica, liderança e trabalho colaborativo.

A Figura 4 apresenta a distribuição das respostas à pergunta “O maker mudou sua visão sobre o mercado de trabalho?”. Observa-se predominância de percepções positivas entre os participantes. Do total de 23 respondentes, 12 participantes (52,2%) afirmaram que as atividades maker mudaram sua visão sobre o mercado de trabalho “com certeza”, enquanto 9 (39,1%) responderam “sim”, e apenas 2 (8,7%) indicaram mudança “um pouco”.

6. Conclusão

Este estudo analisou como experiências baseadas em práticas maker podem influenciar a percepção de estudantes do ensino médio em relação ao mundo profissional. A partir da análise qualitativa dos depoimentos coletados, foi possível identificar que as atividades desenvolvidas em ambientes maker contribuem para o desenvolvimento de competências técnicas, habilidades socioemocionais e maior compreensão das demandas do mercado de trabalho. Os resultados indicam que o contato com tecnologias de fabricação digital e o desenvolvimento de projetos interdisciplinares possibilitam aos estudantes experiências práticas que ampliam sua compreensão sobre diferentes áreas profissionais.

Além disso, a participação em atividades colaborativas favorece o desenvolvimento de competências relacionadas ao trabalho em equipe, à autonomia e à resolução de problemas. Os depoimentos de egressos também evidenciam que as competências

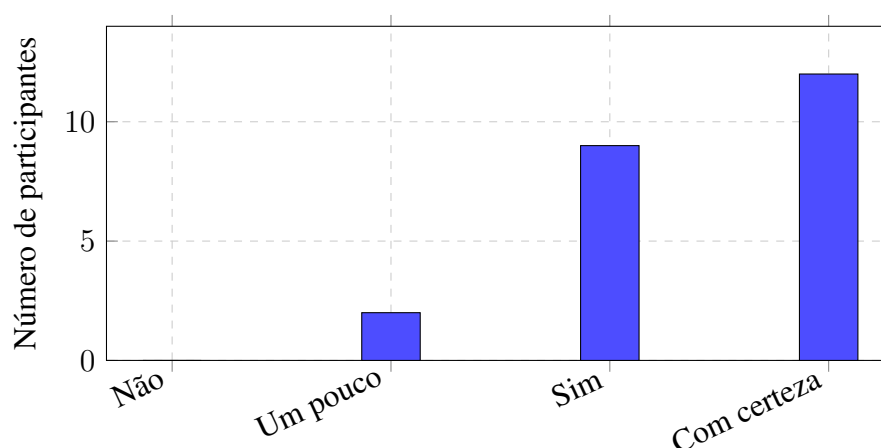


Figura 4. Distribuição das respostas à pergunta “O maker mudou sua visão sobre o mercado de trabalho?”

desenvolvidas nesses ambientes podem ter impacto direto na inserção profissional dos estudantes, contribuindo para sua adaptação a contextos de trabalho que demandam capacidade de aprendizagem contínua e domínio de tecnologias. Dessa forma, os resultados sugerem que a implementação de ambientes maker em instituições educacionais pode representar uma estratégia relevante para aproximar a formação escolar das demandas do mundo profissional contemporâneo. Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a pesquisa por meio da análise de um número maior de participantes e da investigação de impactos de longo prazo das experiências maker na trajetória acadêmica e profissional dos estudantes.

Referências

- Barrows, H. S., Tamblyn, R. M., et al. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*, volume 1. Springer Publishing Company.
- Blikstein, P. (2018). Maker movement in education: History and prospects. In *Handbook of Technology Education*.
- de Araújo, E. T. M., de Menezes, A. C. S., Junior, S. M. X., Silva, J. D. C., Gomes, S. R., de Lima, T. P. F., and Bezerra, T. V. (2025). Inclusão e desenvolvimento cognitivo, social e motor por meio da cultura maker e tecnologias assistivas. In *Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)*, pages 527–532. SBC.
- de Menezes, A. C. S., de Araújo, E. T. M., Junior, S. M. X., Silva, J. D. C., Gomes, S. R., de Lima, T. P. F., and Bezerra, T. V. (2025). Robótica educacional além da competição: Estratégias didáticas com um robô sumô em contextos de aprendizagem ativa. In *Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)*, pages 797–800. SBC.
- Dos Santos, S. S. R. et al. (2025). Abordagem maker na contemporaneidade: Perspectivas e possibilidades nos processos de ensino e aprendizagem. In *Workshop de Inovação, Desenvolvimento, Educação e Inclusão com Ações Maker (IDEIA)*, pages 127–136. SBC.

- George-Reyes, C., Kim, S., and Nguyen, T. (2025). Maker education and the development of creativity and innovation skills in stem learning. *International Journal of STEM Education*, 12(1).
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16:235–266.
- Hsu, Y., Baldwin, S., and Ching, Y. (2024). Learning through making: A systematic review of maker education in k–12 settings. *Educational Technology Research and Development*, 72.
- Ioannou, A. and Gravel, B. (2024). Maker-centered learning and student engagement in stem education. *Computers and Education Open*, 6.
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1).
- Papagiannis, G. and Pallaris, C. (2024). Digital fabrication and maker spaces in education: Supporting collaborative and interdisciplinary learning. *Education and Information Technologies*, 29.
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M., and Jaccheri, L. (2019). The maker movement in education: A systematic literature review. *Educational Technology & Society*, 22(4):1–14.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Pereira, P., Macêdo, A., Marques, S., Cunha, J., Gomes, S., and Bezerra, T. (2025). Construção e avaliação de um robô sumô para competições acadêmicas. In *Workshop de Inovação, Desenvolvimento, Educação e Inclusão com Ações Maker (IDEIA)*, pages 204–207. SBC.
- Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*, 9(2):5–15.
- Sheridan, K., Halverson, E., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., and Owens, T. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4):505–531.