

A CULTURA MAKER E O ENSINO DE CIÊNCIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DA LICENCIATURA EM BIOLOGIA

DIGITAL MANUFACTURING AND SCIENCE EDUCATION: EXPERIENCE REPORT WITH BIOLOGY EDUCATION STUDENTS

Luiz Paulo Fernandes Lima¹, Francisco Levi Pereira Braga², José Ricardo Barros de Lima³, Daniel Brandão Meneses⁴, Francisco Herbert Lima Vasconcelos⁵

Recebido: Fevereiro/2024 - Aprovado: Novembro/2025

RESUMO: A aprendizagem ativa, em que os estudantes assumem papel protagonista, tem sido cada vez mais adotada na educação básica. Nesse contexto, a fabricação digital dentro da cultura maker surge como uma nova ferramenta pedagógica, permitindo desde modelagem computacional até a criação de produtos educacionais. Este estudo objetivou investigar o impacto da cultura maker e da fabricação digital no engajamento e na aprendizagem de futuros professores de Biologia, por meio de uma formação com alunos do terceiro semestre da UFC. A atividade incluiu a apresentação da cultura maker, modelagem 2D/3D e a proposta de projetos aplicáveis em um FabLab. Observou-se grande interesse dos participantes, demonstrado no uso dos materiais produzidos, nas respostas a questionários e na elaboração de propostas futuras. Os resultados indicam receptividade positiva e uma compreensão clara do potencial dessas tecnologias na educação, sugerindo que a fabricação digital pode fortalecer metodologias ativas, estimular a criatividade e facilitar a aprendizagem prática. Conclui-se que a integração de FabLabs e abordagens maker na formação docente pode contribuir significativamente para a inovação no ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: fabricação digital, cultura maker, ensino de ciências.

ABSTRACT: Active learning, where students take on a leading role, has been increasingly adopted in basic education. In this context, digital fabrication within the maker culture emerges as a new pedagogical tool, enabling everything from computational modeling

- 1 <https://orcid.org/0000-0002-5250-7669> – Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará (Polo RENEON - UFC). Professor Efetivo do Instituto Federal do Ceará (IFCE), Aracati, Ceará, Brasil. E-mail: luiz.lima@ifce.edu.br
- 2 <https://orcid.org/0009-0008-9390-3554> - Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará (Polo RENEON - UFC). Professor Efetivo do Estado do Ceará (SEDUC-CE), Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: levibraga84@alu.ufc.br
- 3 <https://orcid.org/0000-0002-3029-6290> - Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará (Polo RENEON - UFC). Professor Efetivo do Estado do Pernambuco (SEDUC_PE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: delimajrb@gmail.com
- 4 <https://orcid.org/0000-0002-5930-7969> - Pós-Doutor em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: brandaomenezes@hotmail.com
- 5 <https://orcid.org/0000-0003-4896-9024> - Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: herbert@virtual.ufc.br





to the creation of educational products. This study aimed to investigate the impact of maker culture and digital fabrication on the engagement and learning of future Biology teachers through a training session with third-semester students at UFC. The activity included an introduction to maker culture, 2D/3D modeling, and the proposal of projects applicable in a FabLab. Significant participant interest was observed, demonstrated through the use of produced materials, responses to questionnaires, and the development of future proposals. The results indicate positive receptiveness and a clear understanding of the potential of these technologies in education, suggesting that digital fabrication can strengthen active methodologies, stimulate creativity, and facilitate hands-on learning. It is concluded that integrating FabLabs and maker approaches into teacher training can significantly contribute to innovation in science education.

KEYWORDS: digital fabrication, maker culture, science education.

1 Introdução

A implementação de atividades centradas na aprendizagem ativa tem conquistado crescente adesão nas escolas de educação básica, visando capacitar os estudantes como protagonistas do processo educacional. As metodologias ativas buscam transformar o ambiente educacional, fomentando efetivamente as habilidades e competências cruciais para a vida dos alunos conforme a BNCC (BRASIL, 2018), tanto no âmbito escolar quanto fora dele (ROCHA; FARIAS, 2020; BARBOSA; MOURA, 2013).

Nesse cenário, a cultura maker se destaca ao permitir que os alunos desenvolvam projetos próprios, tornando-se mais colaborativos, críticos e inovadores, além de adquirirem competências tecnológicas (FREITAS OLIVEIRA et al., 2023). Essas atividades variam desde artesanato tradicional até fabricação digital com tecnologias como cortadoras a laser e impressoras 3D, realizadas em espaços específicos chamados makerspaces ou FabLabs (GONDIM et al., 2023).

Na área de ciências da natureza, essas ferramentas possibilitam a criação de diversos materiais didáticos, desde desenhos a laser até estruturas complexas como órgãos humanos em 3D, revolucionando o ensino (RAABE; GOMES, 2018). Para tanto, é fundamental capacitar os professores no uso dessas tecnologias, permitindo-lhes criar recursos educacionais personalizados (CORTE REAL et al., 2022).

A cultura maker na educação básica abre novas possibilidades pedagógicas, transformando a dinâmica de ensino-aprendizagem, onde a mediação docente e o uso estratégico de espaços como os makerspaces pelos alunos influenciam diretamente na construção do conhecimento (LIMA et al., 2025). Essa abordagem permite a criação de diversos recursos didáticos, desde modelos anatômicos de seres vivos até representações de microrganismos (células, bactérias e vírus), adaptáveis conforme os objetivos educacionais em cada contexto (LIMA, et al., 2024).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi investigar o impacto da cultura maker e da fabricação digital no engajamento e na aprendizagem ativa de estudantes do curso de biologia. Assim, este relato de



experiência descreve as vivências durante uma capacitação sobre cultura maker, realizada com alunos do terceiro semestre do curso de licenciatura em Biologia na Universidade Federal do Ceará (UFC).

A formação envolveu a apresentação da cultura maker, os processos de modelagem computacional e a fabricação em 2D e 3D, culminando na concepção de projetos para possível desenvolvimento futuro dentro de um FabLab no Centro de Excelência em Políticas Educacionais (CEnPE).

2 A Cultura Maker e o FabLab

A cultura maker ganhou grande impulso no início dos anos 2000, impulsionada pela popularização do “Faça Você Mesmo” (Do It Yourself - DIY), conquistando crescente adesão global (BLIKSTEIN; VALENTE; MOURA, 2020). Com a criação de espaços como os makerspaces e FabLabs, esse movimento se fortaleceu e rapidamente expandiu seu alcance, penetrando nas mais diversas áreas das universidades e, posteriormente, alcançando as escolas de educação básica (GERSHENFELD, 2012).

Dentro dessa abordagem, uma ampla gama de atividades coloca o aluno no centro do seu próprio processo de aprendizagem, fomentando sua participação ativa, ao engloba desde práticas artesanais até eletrônica, permitindo o desenvolvimento de circuitos elétricos para diversas aplicações. Além disso, contempla atividades de programação e robótica, capacitando os alunos na programação e robótica. Contudo, a verdadeira transformação ocorre quando se introduz a fabricação em 2D, por meio de máquinas de corte a laser, e a fabricação em 3D, com impressoras específicas para esta finalidade, pois são essas ferramentas que redefinem completamente o panorama dos makerspaces, proporcionando um leque vasto de possibilidades (ARUSIEVICZ et al., 2022).






A fabricação digital (FD), baseada em modelagem computacional, permite tanto a criação de novos objetos quanto a reprodução de peças e itens existentes (PERES et al., 2021). Na educação, seu potencial aplicativo é vasto, abrangendo desde a produção de mapas até modelos celulares, sempre alinhados aos objetivos pedagógicos. O Design Thinking surge como metodologia eficaz para orientar esse processo de criação, auxiliando na definição das melhores estratégias de aplicação.

3 O Design Thinking e a Fabricação Digital

O Design Thinking (DT) é uma metodologia estruturada em etapas bem definidas, estreitamente associada à cultura maker. Seu processo compreende fases distintas, como se pode ver na figura 1: descoberta, interpretação, ideação, experimentação e evolução, podendo ser adotada tanto por professores quanto por alunos em diversas atividades de modelagem ou fabricação dentro dos FabLabs (BROW, 2010).



Figura 1 – Fases do DT

FASES				
1 DESCOBERTA  Eu tenho um desafio. Como posso abordá-lo?	2 INTERPRETAÇÃO  Eu aprendi alguma coisa. Como posso interpretá-la?	3 IDEAÇÃO  Eu vejo uma oportunidade. Como posso criar?	4 EXPERIMENTAÇÃO  Eu tenho uma ideia. Como posso concretizá-la?	5 EVOLUÇÃO  Eu experimentei alguma coisa nova. Como posso aprimorá-la?
PASSOS				
1-1 Entenda o desafio	2-1 Conte histórias	3-1 Gere ideias	4-1 Faça protótipos	5-1 Acompanhe o aprendizado
1-2 Prepare a pesquisa	2-2 Procure por significados	3-2 Refine ideias	4-2 Obtenha feedback	5-2 Avance
1-3 Reúna inspirações	2-3 Estructure oportunidades			

Fonte: Educadigital, 2013.

Durante a fase de descoberta, professores e alunos deparam-se com um desafio a ser solucionado, como, por exemplo, estudar o sistema circulatório sem ter um modelo de coração para compreender os percursos sanguíneos. Na fase de interpretação e ideação, surgem as primeiras ideias para resolver o problema. Conversas, trocas de pensamentos e esboços são comuns nesse estágio. Na etapa de experimentação, ocorre a modelagem computacional, decidindo-se quanto ao tipo de FD que será executada e é nesse ponto que alguns softwares são utilizados para o dimensionamento das peças (EDUCADIGITAL, 2013).

Nas fases de experimentação e evolução as máquinas entram em ação para produzir conforme o modelo elaborado anteriormente. Professores e alunos testam a eficácia da FD, identificando se ajustes são necessários e reavaliando o modelo ou a qualidade da impressão. Essa fase valida o produto, demonstrando sua funcionalidade na resolução do problema inicialmente proposto (EDUCADIGITAL, 2013).

4 Metodologia

Esta pesquisa adotou uma abordagem de pesquisa-ação (COUTINHO, 2019), integrando métodos qualitativos para investigar o impacto da cultura maker e da FD na formação de licenciandos em Biologia. O estudo foi realizado em outubro de 2023 no FabLab do Centro de Excelência em Políticas Educacionais (CEnPE), localizado no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará (UFC). Participaram do estudo 20 alunos do terceiro semestre do curso de Licenciatura em Biologia, uma professora da disciplina e três pesquisadores doutorandos em Ensino de Ciências e Matemática, todos com experiência em cultura maker e FD.

O evento formativo foi organizado em quatro etapas, seguindo o ciclo reflexivo da pesquisa-ação (planejamento, ação, observação e reflexão). Na primeira etapa, os participantes foram introduzidos aos conceitos de cultura maker e Design Thinking, com demonstração de materiais fabricados digitalmente,



como modelos 2D e 3D de estruturas biológicas (células, órgãos). Essa fase teve como objetivo sensibilizar os licenciandos sobre as possibilidades pedagógicas da FD.

Figura 2 – Apresentação do FabLab e dos materiais desenvolvidos.



Fonte: Autores, 2023.

Em seguida, na segunda etapa, foram realizadas oficinas práticas de FD. Inicialmente, os participantes exploraram o corte a laser utilizando o software *Due Studio 4*, com a produção de um modelo 2D de um olho humano, destacando-se a reutilização de materiais como papelão e madeira. Posteriormente, na terceira etapa, foram apresentadas ferramentas de modelagem 3D (*Thingiverse e Tinkercad*), seguindo-se a impressão de um coração humano em uma impressora 3D *Ultimaker Cura*. Essas atividades permitiram que os licenciandos vivenciassem todo o processo de criação, desde o design até a fabricação.

Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário misto (Google Forms), contendo perguntas fechadas e uma aberta de acordo com o quadro 1 a seguir.



Quadro 1- Questões enviadas via Google Forms aos alunos no curso de formação.

Questões	Perguntas
1	Deixe um comentário sobre sua visita ao nosso FabLab.
2	Você já teve acesso a um FabLab? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3	Você utilizaria uma impressora 3D para o ensino? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez
4	Você utilizaria uma máquina de corte a laser para o ensino? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez
5	Você acha que um espaço maker pode fazer diferença nos processos de ensino e aprendizagem? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez

Fonte: Autores, 2023.

Na etapa final, os licenciandos foram organizados em duplas para propor projetos educacionais que integrassem Biologia e cultura maker. Os resultados preliminares foram discutidos em um momento de devolutiva, permitindo ajustes para futuras intervenções. Esta metodologia permitiu não apenas avaliar a receptividade dos participantes, mas também mapear desafios e oportunidades para a incorporação da FD na formação de futuros docentes.

5 Resultados e discussões

A análise dos dados revelou impactos significativos da imersão no FabLab na formação dos licenciandos em Biologia. Como destacado por Blikstein, Valente e Moura (2020), os makerspaces promovem um ambiente propício para aprendizagem ativa, o que foi claramente observado durante nossa intervenção.

A reação inicial dos participantes ao entrarem no FabLab (Figura 3) corrobora os achados de Gershenfeld (2012) sobre o potencial inspirador dos FabLabs. Os relatos evidenciaram três dimensões principais: Descontração ao perceberem que espaço rompe com a formalidade tradicional das salas de aula; Colaboração por facilitar a interação entre pares, conforme observado por Raabe e Gomes (2018); e Curiosidade ao despertar interesse pelas tecnologias, aspecto fundamental para a aprendizagem significativa.



Figura 3 – FabLab do CEnPE – UFC campus do Pici



Fonte: Autores, 2023.

As respostas à questão aberta (Quadro 2), embora de apenas 10 participantes, revelam percepções alinhadas com Lima et al. (2025) sobre a importância de ambientes inovadores para o ensino de conceitos abstratos em ciências. Um participante destacou: “Foi muito bom ver diferentes métodos didáticos para elucidar conteúdos mais complexos, além do método tradicional da aula expositiva”, reforçando o potencial identificado por Peres et al. (2021) para o ensino de ciências.

Quadro 2 – Transcrição das respostas à questão aberta sobre o FabLab.

Questão 1 - Deixe um comentário sobre sua visita ao nosso FabLab.	
Participante	Resposta
1	Muito maneiro.
2	Muito massa.
3	Realmente tem potencial para melhorar a didática em sala de aula.
4	Foi muito incrível, estar aqui me deu muitas ideias.
5	Massa.
6	Achei ótimo conhecer outro lab maker.
7	Muito legal! Sou da licenciatura, mas amo a educação e suas implicações e estou inserida no contexto escolar, dessa forma, conhecer o laboratório me encheu os olhos e me trouxe muitas ideias!
8	Foi ótimo! O pessoal foi super receptivo e atencioso. Um lugar muito bacana, cheio de coisas interativas. Parabéns!
9	Fiquei encantada com o material produzido. Parabéns!
10	Foi muito bom ver diferentes métodos didáticos para elucidar conteúdos mais complexos, além do método tradicional da aula expositiva

Fonte: Autores, 2023.



A formação abordou de forma prática os processos de modelagem computacional e FD, com a produção de dois modelos didáticos: um olho humano em 2D cortado a laser em papelão e um coração humano impresso em 3D. Essa abordagem experiencial permitiu demonstrar concretamente como a cultura maker pode ser integrada ao ambiente escolar, tanto para a criação de recursos pedagógicos pelos professores quanto para o desenvolvimento de atividades mão na massa com os alunos, conforme defendido por Blikstein, Valente e Moura (2020).

A seleção dos materiais foi cuidadosamente planejada para aliar sustentabilidade e eficácia pedagógica. Para o modelo 2D, optou-se por utilizar papelão reciclado de embalagens descartadas, ilustrando o potencial de reaproveitamento de materiais no contexto educacional, como destacam Peres et al. (2021). Já para a impressão 3D, foi empregado filamento PLA (ácido polilático), um termoplástico biodegradável que oferece condições seguras de uso em ambientes escolares por não emitir odores durante o processo de fusão, conforme recomendações de Gershenfeld (2012).

Os protótipos produzidos (Figuras 5 e 6) cumpriram múltiplas funções pedagógicas: serviram como recursos tangíveis para o ensino de anatomia humana; exemplificaram a integração entre tecnologia e educação e demonstraram o caráter interdisciplinar da FD, corroborando as observações de Raabe e Gomes (2018). Essa experiência prática validou os pressupostos de Barbosa e Moura (2013) sobre a eficácia da aprendizagem baseada em projetos, evidenciando como a FD pode ser adaptada a diferentes níveis de ensino e áreas do conhecimento, desde a educação básica até a formação docente.

Figura 5 – Olho humano fabricado na máquina de corte a laser



Fonte: Autores, 2023.

Figura 6 – Coração humano fabricado na impressora 3D



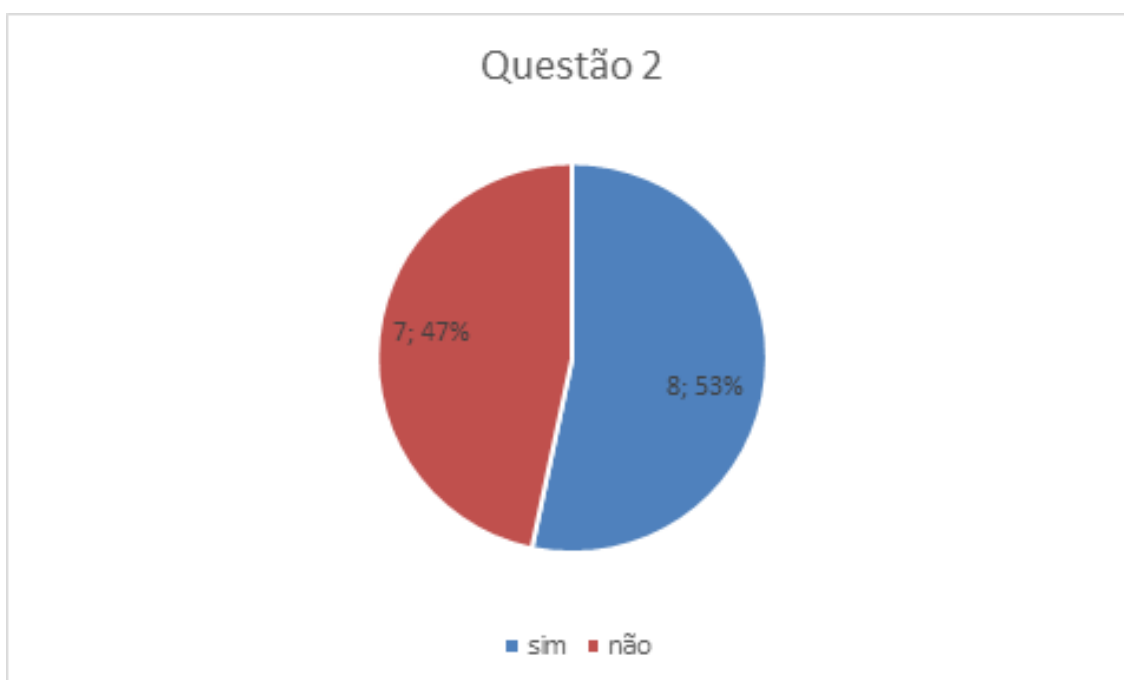
Fonte: Autores, 2023.



Os dados coletados por meio do questionário aplicado aos participantes revelaram percepções significativas sobre a cultura maker na formação docente. Com uma amostra de 15 respondentes (75% dos 20 alunos participantes), os resultados apresentam consistência com os achados de Blikstein e Valente (2020) sobre a importância da imersão prática em espaços maker durante a formação de futuros professores.

Conforme evidenciado no Gráfico 1, apenas 53% dos participantes relataram ter tido acesso prévio a um FabLab, enquanto 47% nunca haviam frequentado ou sequer conhecido esse tipo de espaço. Esses dados corroboram as observações de Arusiewicz et al. (2022) sobre a ainda limitada disseminação dos makerspaces nas instituições de ensino superior brasileiras, particularmente nos cursos de licenciatura. Tal fato revela uma lacuna na formação tecnológica dos futuros educadores, especialmente considerando o potencial pedagógico desses ambientes, conforme destacado por Gershenfeld (2012).

Gráfico 1 – Você já teve acesso a um FabLab?



Fonte: Autores, 2023.

Os Gráficos 2 e 3 demonstram uma equivalência notável no interesse pelo uso das diferentes tecnologias: 87% dos respondentes afirmaram que utilizariam tanto a impressora 3D quanto a cortadora a laser no ensino. Essa uniformidade de respostas sugere que, uma vez familiarizados com as ferramentas, os licenciandos reconhecem seu valor educacional de forma abrangente, não privilegiando uma tecnologia em detrimento de outra. Apenas um participante (7%) manifestou indecisão (“talvez”) e outro (7%) recusa em utilizar as ferramentas, padrão que se alinha com os achados de Raabe e Gomes (2018) sobre a curva de adoção tecnológica por educadores.



Gráfico 2 – Você utilizaria uma impressora 3D para o ensino?

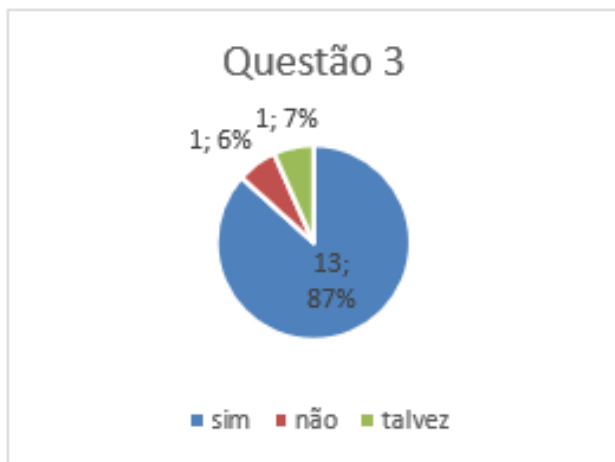
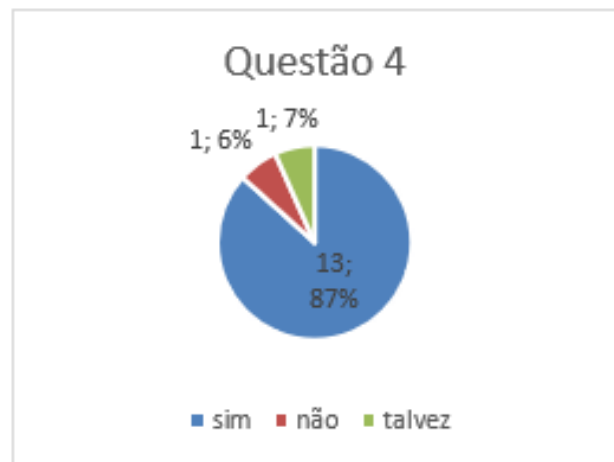


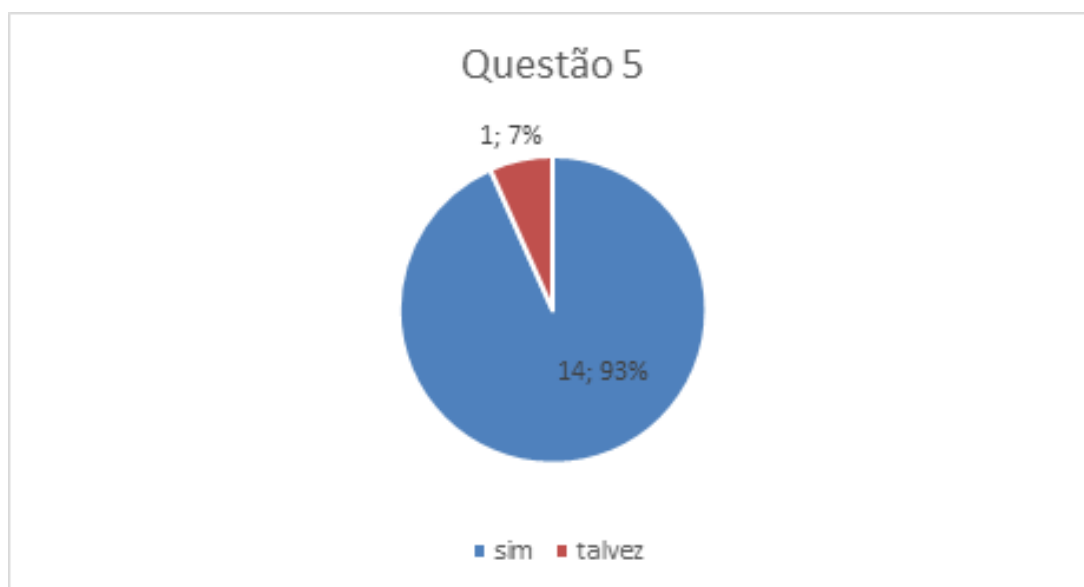
Gráfico 3 – Você utilizaria uma máquina de corte a laser para o ensino?



Fonte: Autores, 2023.

O Gráfico 4 revela um consenso marcante entre os participantes, pois 93% acreditam que espaços maker podem efetivamente transformar os processos de ensino e aprendizagem. Esse resultado ecoa as conclusões de Barbosa e Moura (2013) sobre o potencial das metodologias ativas na educação, particularmente quando mediadas por tecnologias de FD. A única resposta duvidosa (7%) pode ser interpretada à luz das observações de Corte Real et al. (2022) sobre as resistências iniciais à incorporação de novas tecnologias na prática docente.

Gráfico 4 – Você acha que um espaço maker pode fazer diferença nos processos de ensino e aprendizagem?



Fonte: Autores, 2023.

Esses achados reforçam a necessidade de incluir sistematicamente a cultura maker nos currículos de licenciatura, como proposto por Peres et al. (2021). A alta receptividade demonstrada pelos participantes,



mesmo entre aqueles sem experiência prévia com FabLabs, sugere que intervenções formativas bem estruturadas podem efetivamente preparar os futuros educadores para integrar essas tecnologias em sua prática pedagógica como afirmam Lima et al. (2024), superando assim a lacuna identificada nos dados iniciais sobre familiaridade com makerspaces.

Após a aplicação do questionário, realizou-se uma atividade prática onde os licenciandos, organizados em duplas, desenvolveram propostas didáticas integrando biologia e cultura maker. Das 10 duplas formadas, 9 apresentaram projetos viáveis (Quadro 2), demonstrando compreensão conceitual e aplicabilidade pedagógica das tecnologias digitais, corroborando os achados de Freitas Oliveira et al. (2023) sobre a efetividade da aprendizagem baseada em projetos.

Quadro 2- Possibilidades de projetos aplicáveis nas salas de aula relacionando a biologia e a cultura maker.

Equipes	Projetos
1	construção do esqueleto dos répteis em mdf para classificação
2	montar um quebra cabeça dos estados do brasil com as respectivas unidades de conservação do meio ambiente
3	produção de modelos em 3D dos insetos divididos em 3 partes para montagens, como quebra cabeça
4	usando o papelão e a cortadeira a laser, produzir vários vegetais para classificação de suas partes e dos seus tipos
5	produção de hemoglobina em 3D para aulas sobre doação de sangue
6	fabricação de um jogo em 2D (MDF) sobre as parasitoses e suas doenças
7	Fabricação de peças (2D, 3D, artesanal) para produzir um jogo de tabuleiro sobre guerras biológicas (2 equipes)
8	produção de cards numa ploter (RPG) sobre a fauna da caatinga
9	Com base na Teoria da evolução, fabricar os vários tipos de crânios em 3D para tratar sobre as diferenças entre as espécies

Fonte: Autores, 2023.

As propostas apresentadas podem ser categorizadas em três eixos principais. Primeiramente, destacam-se os recursos de modelagem anatômica, como os esqueletos de répteis em MDF e os crânios evolutivos em 3D, que materializam conceitos morfológicos tradicionalmente abstratos. Em segundo lugar, observa-se a criação de jogos educativos, incluindo um RPG sobre fauna da Caatinga e um jogo de tabuleiro sobre guerras biológicas. Por fim, os recursos interativos, como quebra-cabeças de insetos e modelos vegetais para classificação, exemplificam a aplicação do Design Thinking proposto por Brown (2010) na educação científica.

A análise crítica das propostas revela características pedagógicas notáveis. Todas as ideias desenvolvidas apresentam clara vinculação com a BNCC (BRASIL, 2018), particularmente na área de Ciências da Natureza, demonstrando a capacidade dos licenciandos em articular inovação tecnológica com demandas curriculares. A maioria dos projetos (78%) mostra potencial de adaptação para diferentes níveis de ensino, enquanto 67% priorizam materiais de baixo custo ou recicláveis, aspecto fundamental para a viabilidade escolar conforme destacado por Peres et al. (2021).



A qualidade das propostas sugere que os participantes internalizaram efetivamente os princípios da cultura maker (BLIKSTEIN; VALENTE, 2020), desenvolvendo competências para transformar conceitos biológicos em recursos pedagógicos tangíveis. A única dupla que não compartilhou seu projeto (10% de ausência) pode refletir o que Corte Real et al. (2022) identificam como resistência passiva à inovação, fenômeno que merece investigação mais aprofundada.

Os resultados demonstram que 89% das propostas são executáveis com recursos básicos de FabLabs, sendo que 56% apresentam potencial interdisciplinar significativo. O interesse unânime dos participantes em desenvolver seus projetos no espaço maker corrobora a tese de Gershenfeld (2012) sobre o poder transformador desses ambientes na educação, indicando que intervenções formativas relativamente breves podem gerar impactos relevantes na preparação de professores inovadores.

6 Considerações finais

Os resultados deste estudo evidenciam o potencial transformador da cultura maker na formação de professores de biologia. A experiência no FabLab demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover aprendizagem ativa, desenvolvendo nos licenciandos competências técnicas e pedagógicas essenciais para a educação contemporânea. A combinação entre teoria e prática, com a produção de materiais didáticos inovadores, mostrou-se particularmente eficiente para o ensino de conceitos complexos.

Apesar dos resultados positivos, é importante reconhecer as limitações da pesquisa. O estudo foi realizado com uma amostra relativamente pequena (20 participantes) e em um contexto específico (licenciandos em Biologia de uma única instituição), o que limita a generalização dos achados. Além disso, a intervenção teve curta duração (3 horas), não permitindo avaliar impactos de médio e longo prazo na formação docente. A ausência de acompanhamento da aplicação prática das propostas desenvolvidas também representa uma lacuna a ser preenchida em futuras investigações.

As perspectivas futuras incluem a ampliação da pesquisa para outros cursos de licenciatura e instituições, permitindo comparações mais abrangentes. Seria valioso desenvolver estudos longitudinais que acompanhem a trajetória dos licenciandos após a formação, avaliando como incorporam a cultura maker em sua prática docente. Outra linha promissora seria a investigação de modelos sustentáveis para a implantação de FabLabs em escolas públicas, considerando aspectos de custo, manutenção e formação continuada de professores.

Os achados sugerem que a cultura maker pode contribuir significativamente para a renovação do ensino de ciências, combinando inovação tecnológica com pedagogias ativas. A experiência demonstrou que mesmo intervenções breves, quando bem estruturadas, são capazes de despertar o interesse e a criatividade dos futuros professores. Este estudo aponta caminhos para a integração sistemática da FD na formação docente, preparando educadores mais capacitados para os desafios da educação na atualidade.



Referências

- ARUSIEVICZ, F.; PERES, A.; BERTAGNOLLI, S. C. Espaço maker educacional e a gestão escolar. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 11, n. 2, 2022. DOI: 10.35819/tear.v11.n2.a6274. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/6274>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349>. Acesso em: 21 out. 2023.
- BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J. A.; MOURA, É. M. Educação maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 404-427, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/48127>. Acesso em: 24 out. 2023.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- BROWN, T. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 249 p.
- CORTE REAL BARBIERI, S.; AVILA E SILVA, S.; BACIN, K. M. S. Reflexões sobre a formação docente e as possibilidades de ensinagem para a cultura maker. **Revista Edutec - Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente**, v. 2, n. 1, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/EduTec/article/view/14488>. Acesso em: 24 out. 2023.
- COUTINHO, C. P. **Metodologias de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática**. 2. ed. Coimbra: Almedina, 2022.
- EDUCADIGITAL. **Design Thinking para Educadores**. [S. l.]: Instituto Educadigital, 2013. Disponível em: <http://issuu.com/dtparaeducadores>. Acesso em: 29 out. 2023.
- FREITAS OLIVEIRA, E. et al. Metodologia ativa - cultura maker aplicação em ambiente do metaverso, na educação profissional e tecnológica. **PRATICA - Revista Multimídia de Investigação em Inovação Pedagógica e Práticas de E-Learning**, v. 6, n. 1, p. 83-95, 2023. Disponível em: <https://parc.ipp.pt/index.php/elearning/article/view/4908>. Acesso em: 22 out. 2023.
- GERSHENFELD, N. How to make almost anything: the digital fabrication revolution. **Foreign Affairs**, v. 91, n. 6, p. 43-57, 2012. Disponível em: <https://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>. Acesso em: 28 out. 2023.
- GONDIM, R. S. et al. A implementação de laboratório FabLearn no município de Sobral: um estudo de caso sobre o uso da cultura maker no ensino de ciências no ensino fundamental. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 13, n. 1, p. 138-151, 2023.
- LIMA, L. P. F.; MENEZES, D. B.; VASCONCELOS, F. H. L. Formação maker de professores:



competências desenvolvidas via engenharia didática. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 9, n. 3, p. 1-24, 2024. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/view/19194> . Acesso em: 19 ago. 2025.

LIMA, L. P. F.; MENEZES, D. B.; VASCONCELOS, F. H. L. Integração entre a teoria das situações didáticas e a educação maker numa perspectiva formativa. **Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. e439, 2025. DOI: 10.25757/invep.v15i1.439. Disponível em: <https://ojs.eselx.ipl.pt/index.php/invep/article/view/439>. Acesso em: 19 ago. 2025.

PERES, A.; BERTAGNOLLI, S. C.; OKUYAMA, F. Y. **Fabricação digital em espaços criativos educacionais**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/xmlui/handle/123456789/461>. Acesso em: 29 out. 2023.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Belo Horizonte, v. 26, n. 26, p. 1-15, 2018. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1>. Acesso em: 22 out. 2023.

ROCHA, C. J. T.; FARIAS, S. A. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **Revista REAMEC**, Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 69-87, maio/ago. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/14385>. Acesso em: 21 out. 2023.

SOUSA GONDIM, R. et al. A implementação de laboratório FabLearn no município de Sobral: um estudo de caso sobre o uso da cultura maker no ensino de ciências no ensino fundamental. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 13, n. 1, p. 138-151, 2023.