

ENTRE A PROTOTIPAGEM E A PEDAGOGIA CRÍTICA: O CENÁRIO DA CULTURA MAKER NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Gabriel Felipe Martins Magalhãesⁱ  0009-0002-8609-2577
Centro Universitário UniFatecie/CEFET-MG

RESUMO: Cultura Maker reconfigura o ensino de ciências, mas carece de sínteses sistemáticas sobre sua aplicação no contexto do Brasil. Este estudo objetivou analisar como essa abordagem inovadora foi aplicada na educação básica e na formação docente brasileira entre 2019 e 2026. Realizou-se uma revisão integrativa, analisando 21 artigos organizados em cinco eixos temáticos. Os resultados demonstram a predominância da impressão 3D para materializar conceitos

biológicos abstratos, fortemente associada a metodologias ativas. Contudo, evidenciaram-se notáveis lacunas na educação inclusiva, no ensino a distância e na subutilização de outras tecnologias, refletindo graves desigualdades estruturais. Conclui-se que a práxis maker brasileira transcende o utilitarismo, ancorando-se firmemente em uma pedagogia crítica. Recomenda-se formular políticas públicas para democratizar os recursos e a formação docente.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura Maker. Ensino de Ciências. Formação Docente.

BETWEEN PROTOTYPING AND CRITICAL PEDAGOGY: THE LANDSCAPE OF MAKER CULTURE IN SCIENCE EDUCATION IN BRAZIL

ABSTRACT: Maker Culture significantly reconfigures science education but lacks systematic syntheses regarding its application in the Brazilian context. This study aimed to analyze how this innovative approach was applied in basic education and Brazilian teacher training between 2019 and 2026. An integrative review was conducted, analyzing 21 articles organized into five thematic axes. Results demonstrate the predominance of 3D printing to materialize

abstract biological concepts, strongly associated with active methodologies. However, notable gaps were evident in inclusive education, distance learning, and the underutilization of other technologies, reflecting severe structural inequalities. It is concluded that Brazilian maker praxis transcends utilitarianism, anchoring itself firmly in a critical pedagogy. It is highly recommended to formulate new public policies to democratize resources and teacher training.

KEYWORDS: Maker Culture. Science Education. Teacher Training.

1. Introdução

A Cultura Maker tem se consolidado internacionalmente como uma abordagem pedagógica inovadora, capaz de reconfigurar o espaço escolar ao promover a aprendizagem ativa por meio da prototipagem, da colaboração e da fabricação digital. Ancorada nos princípios do construcionismo e em uma perspectiva crítica do “aprender fazendo”, essa vertente educacional ultrapassa a mera inserção de aparatos tecnológicos na sala de aula. Ela propõe, fundamentalmente, uma mudança de paradigma: a transição do estudante como consumidor passivo de informações para a posição de criador e solucionador de problemas reais, conectando os saberes escolares às demandas tecnológicas e sociais contemporâneas.

No contexto educacional brasileiro, essa perspectiva ganha uma relevância singular ao oferecer alternativas metodológicas acessíveis para superar limitações históricas e estruturais do ensino tradicional. Essa transposição didática torna-se especialmente estratégica no ensino de Ciências da Natureza e, mais especificamente, na Biologia. Historicamente, o ensino dessas disciplinas esbarra na dificuldade de materialização de conceitos abstratos, microscópicos ou de alta complexidade dimensional, como estruturas celulares, processos fisiológicos e relações moleculares. Nesse cenário, o movimento maker, mediado por ferramentas como a impressão 3D, cortadoras a laser e espaços de ideação, atua como uma ponte cognitiva, permitindo que fenômenos biológicos intangíveis sejam modelados, tocados e compreendidos visual e tatilmente.

Embora a literatura acadêmica tenha registrado um crescimento expressivo no número de estudos e relatos de experiência sobre a aplicação da Cultura Maker no Brasil entre os anos de 2019 e 2026, esse volume de publicações encontra-se disperso. Persiste, portanto, uma lacuna crítica na literatura nacional: a ausência de sínteses sistemáticas que não apenas mapeiem essas produções, mas que as organizem criticamente. Sem uma categorização rigorosa do que tem sido produzido, torna-se difícil identificar as tendências metodológicas, avaliar o impacto real dessas tecnologias nas escolas públicas e privadas, e apontar os gargalos, especialmente aqueles relacionados à infraestrutura e à formação inicial e continuada de professores.

Diante da necessidade de sistematizar essas evidências para orientar futuras pesquisas e políticas educacionais, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa, de que forma a Cultura Maker tem sido aplicada, refletida e integrada ao ensino de ciências (com ênfase em Biologia) na educação básica e na formação docente no cenário brasileiro, no recorte temporal de 2019 a 2026.

Para assegurar o rigor analítico e a replicabilidade do estudo, adotou-se o *framework* metodológico proposto por Whittemore e Knafl (2005). A fim de facilitar a compreensão e o diálogo entre as diferentes contribuições identificadas na literatura, o presente artigo está estruturado em eixos temáticos progressivos, partindo de revisões panorâmicas e reflexões teóricas, avançando para a reestruturação de currículos e espaços, até culminar nas aplicações práticas e intersecções com metodologias ativas no chão de fábrica da escola.

2. Metodologia

O presente estudo adotou a revisão integrativa como abordagem metodológica, por se tratar de um método de revisão que permite a combinação simultânea de pesquisas empíricas de diferentes desenhos (experimentais e não experimentais) com fontes teóricas, possibilitando uma compreensão abrangente de fenômenos complexos na área da educação (Whittemore; Knafl, 2005). As autoras destacam que esse método contribui para o desenvolvimento da ciência ao sintetizar evidências diversificadas, informando prática, pesquisa e políticas educacionais, desde que sejam adotadas estratégias explícitas de rigor em todas as etapas, incluindo a definição clara do propósito da revisão, a busca sistemática da literatura, a avaliação das fontes primárias, a análise dos dados e a apresentação dos resultados.

As etapas da revisão integrativa seguiram o *framework* atualizado proposto por Whittemore e Knafl (2005): (1) identificação do problema e formulação da pergunta norteadora; (2) busca sistemática da literatura nas bases citadas; (3) avaliação das fontes primárias quanto à qualidade e relevância; (4) extração e análise dos dados, com categorização em eixos temáticos; (5) apresentação dos resultados e síntese crítica.

A pergunta norteadora que orientou o trabalho foi: “De que forma a Cultura Maker tem sido aplicada, refletida e integrada ao ensino de ciências, na educação básica e na formação docente no contexto brasileiro?”. A busca foi realizada entre março e abril de 2026, utilizando os descritores: (“Cultura Maker” OR “movimento maker” OR “maker culture” OR “educação maker”) AND (“ensino de ciências” OR “ensino de biologia” OR “ciências da natureza”) AND (Brasil OR brasileiro OR “educação básica” OR “ensino fundamental” OR “ensino médio”). Foram consultadas as bases Google Acadêmico (n=1.320), Portal de Periódicos CAPES (n=147) e SciELO (n=8).

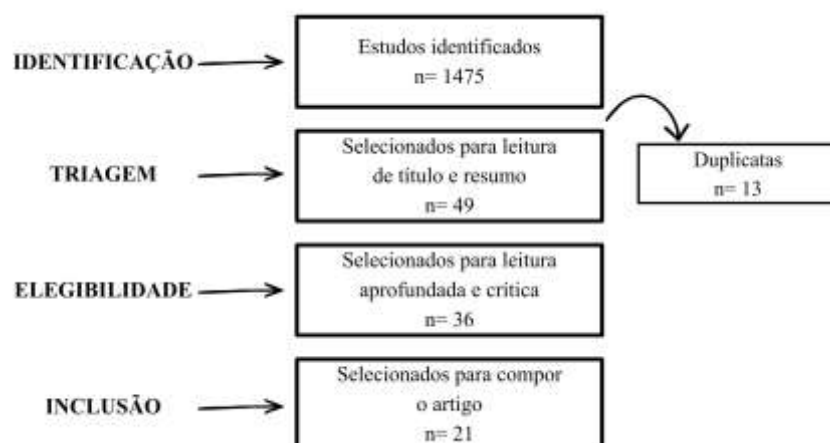
Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: artigos completos publicados ou aceitos entre 2019 e 2026, redigidos em português do Brasil, que abordem explicitamente a cultura maker como abordagem pedagógica ou recurso educacional. Os trabalhos deveriam

tratar da aplicação, reflexão teórica, proposta de implementação ou análise crítica da cultura maker no ensino de ciências (com ou sem ênfase em Biologia), ciências da natureza, STEM ou áreas correlatas, com foco em educação básica (ensino fundamental ou médio) ou na formação inicial e continuada de professores para esse nível. Era exigido recorte geográfico e contextual explicitamente brasileiro, abrangendo escolas públicas ou privadas, redes municipais/estaduais, institutos federais ou universidades brasileiras, além de acesso aberto integral ao texto completo.

Foram excluídos: publicações em idiomas diferentes do português brasileiro; trabalhos publicados antes de 2019 ou após 2026; estudos centrados exclusivamente em aplicações industriais, tecnológicas ou comerciais da fabricação digital sem vínculo pedagógico-educacional; revisões, mapeamentos ou análises internacionais sem recorte ou discussão específica sobre o contexto brasileiro; resumos em anais de eventos, editoriais, cartas ao editor, notas técnicas ou comunicações breves; dissertações, teses completas ou capítulos de livros sem publicação em periódico ou obra coletiva indexada; artigos duplicados ou com sobreposição total de conteúdo; e trabalhos que mencionem a cultura maker apenas de forma periférica ou incidental, sem análise ou aplicação educacional substantiva.

Esses critérios asseguram a homogeneidade temática e contextual do corpus (figura 1), ao mesmo tempo em que preservam a diversidade metodológica típica da revisão integrativa, permitindo a inclusão de relatos de experiência, revisões de literatura, propostas projetuais e reflexões teóricas.

Figura 1 – Processo de seleção dos artigos



Fonte: O autor (2026).

Os achados da revisão integrativa resultaram em 21 artigos, que foram organizados em cinco eixos temáticos, estruturados de forma progressiva do mais abrangente ao mais específico, com o intuito de facilitar a apresentação sistemática e o diálogo entre as

contribuições identificadas. Essa categorização permite expor, de maneira ordenada, as diferentes dimensões da Cultura Maker no contexto educacional brasileiro: revisões de literatura e mapeamentos temáticos, reflexões teóricas e formação docente, propostas de espaços e currículos, articulações com metodologias ativas e, por fim, aplicações práticas da impressão 3D e fabricação digital no ensino de ciências, com ênfase em Biologia.

3. Resultados

3.1. Revisões de literatura e mapeamentos temáticos

As revisões sistemáticas e os mapeamentos temáticos realizados nos últimos anos delineiam o estado da arte da Cultura Maker no contexto educacional brasileiro, com ênfase em suas aplicações no ensino de ciências, matemática e educação a distância. Sales et al. (2023) analisaram, por meio de revisão sistemática da literatura entre 2017 e 2021, nove trabalhos que empregam a Cultura Maker no ensino de ciências na educação básica, identificando o uso recorrente de metodologias como STEAM, Design Thinking e Design Science Research, bem como a predominância de recursos de baixo custo e ferramentas tecnológicas, embora apontem limitações relacionadas à infraestrutura escolar e ao acesso a laboratórios maker. Complementarmente, Martins et al. (2024) revisaram estudos sobre a integração da Cultura Maker no ensino de matemática, destacando o aumento do engajamento e a facilitação da compreensão de conceitos abstratos por meio de impressoras 3D e softwares de modelagem, ao mesmo tempo em que sinalizam desafios persistentes, como a escassez de recursos e a necessidade de capacitação docente.

No campo da educação a distância, Souza, Oliveira e Nunes (2025) examinaram a relação entre a Cultura Maker e a Educação à Distância (EaD), demonstrando que ambas as modalidades apresentam potencial de mútua contribuição: a EaD amplia o alcance da Cultura Maker, enquanto esta enriquece a produção de cursos a distância com práticas de prototipagem e resolução de problemas reais. Já Santos, Santos e Silva (2024) mapearam o uso da Cultura Maker na educação em ciências voltada a pessoas com deficiência visual no Brasil, constatando que os elementos maker têm sido empregados principalmente na criação de tecnologias assistivas alternativas e de baixo custo, embora o potencial pleno da abordagem “aprender fazendo” permaneça pouco explorado no contexto da sala de aula regular.

Mannrich (2019), em ensaio teórico que dialoga com pesquisas nacionais e internacionais, posiciona o movimento maker no campo da educação científica ao articular o construcionismo de Papert com a perspectiva freireana, enfatizando o “fazer” como via de construção de conhecimento e transformação social. Essa perspectiva teórica dialoga com os mapeamentos empíricos anteriores ao sugerir que a Cultura Maker não se limita à incorporação de tecnologias, mas envolve uma reorientação pedagógica que valoriza a produção ativa e crítica do conhecimento.

As análises realizadas nesses trabalhos convergem ao apontar que a Cultura Maker, embora ainda em processo de consolidação no Brasil, apresenta consistência no estímulo à aprendizagem ativa e à resolução de problemas, com maior maturidade em contextos de ciências e matemática, mas com lacunas evidentes em áreas como educação inclusiva e EaD, onde as possibilidades permanecem subexploradas em comparação com as aplicações presenciais e laboratoriais.

3.2. Reflexões teóricas, formação docente e perspectivas críticas

As reflexões teóricas e formativas sobre o movimento maker na educação escolar enfatizam sua dimensão pedagógica como prática que transcende a mera incorporação de tecnologias, situando-o em um campo de construção crítica do conhecimento. Mannrich, Pinheiro e Brick (2024) analisam, a partir da auto-observação de um processo formativo remoto no projeto Educamaker, como professores da rede municipal elaboraram práticas maker problematizadoras alinhadas a uma pedagogia ético-crítica. Os autores observam que, apesar de recorrentes evasões e demandas por encontros mais “práticos”, os participantes conseguiram planejar ações que visavam à transformação de realidades injustas, embora tenham enfrentado desafios relacionados ao uso de tecnologias, à inovação metodológica, à motivação e à reconfiguração da identidade docente.

Essa perspectiva dialoga com a análise de Mannrich (2019), que posiciona o movimento maker no âmbito da educação científica ao articular o construcionismo de Papert com a pedagogia freireana. O autor argumenta que o “fazer” não se restringe à produção de objetos, mas constitui via privilegiada para a construção ativa e crítica do conhecimento, permitindo que os sujeitos questionem e modifiquem o meio em que estão inseridos. Essa leitura teórica oferece sustentação conceitual às observações empíricas de Mannrich, Pinheiro e Brick (2024), ao sugerir que a formação docente em Cultura Maker deve priorizar não apenas competências técnicas, mas também a intencionalidade transformadora.

Andrade e Santana (2025) complementam essa discussão ao examinar as possibilidades da cortadora a laser (CNC) na abordagem maker educacional. Por meio de pesquisa netnográfica em repositórios online, as autoras constataam que, apesar do potencial da ferramenta para prototipagem e criação de projetos diversos, sua utilização na educação permanece limitada, com predominância de jogos e baixa exploração em outras áreas curriculares. Os desafios identificados, isto é, acesso restrito, formação insuficiente e subutilização pedagógica, reforçam a necessidade de reflexões críticas sobre a implementação equitativa de tecnologias maker, tema que ecoa nas análises anteriores sobre formação docente e identidade profissional.

Vieira e Sabbatini (2020) ampliam o debate ao investigar o uso do Scratch em uma escola rural, com foco no desenvolvimento do pensamento computacional. Os autores demonstram que a linguagem de programação visual, inserida em um espaço maker, estimulou a curiosidade, a criatividade e a produção colaborativa dos estudantes do 5º ano, que elaboraram jogos e histórias interativas. Essa experiência prática ilustra como ferramentas digitais de baixo custo podem concretizar princípios teóricos do movimento maker, promovendo participação ativa e crítica mesmo em contextos de recursos limitados, e dialoga com as reflexões sobre formação e inclusão apresentadas nos demais trabalhos do eixo.

3.3. Propostas de espaços, infraestrutura e currículos maker

As propostas de espaços, infraestrutura e reestruturação curricular representam esforços para institucionalizar a Cultura Maker na educação básica, superando barreiras de acesso e promovendo sua integração sistemática ao cotidiano escolar. Pacini, Passaro e Henriques (2019) apresentam o Pavilhão FAB!t, um sistema modular, montável e desmontável, projetado para introduzir rapidamente a fabricação digital e os princípios da indústria 4.0 no ensino elementar. A partir da análise de Fab Labs existentes, os autores desenvolvem uma estrutura adaptável que permite expansão ou retração conforme as necessidades da comunidade escolar, com o objetivo de democratizar o acesso à Cultura Maker de forma econômica e igualitária, atualizando o ensino de tecnologia em contextos tradicionais.

Essa preocupação com a acessibilidade física dialoga com a experiência relatada por Oliveira et al. (2024), que examinam os benefícios e desafios de iniciativas extracurriculares de Cultura Maker em escolas públicas por meio de um espaço maker instalado em instituto federal. Os autores identificam ganhos no desenvolvimento de competências de inovação e resolução de problemas, bem como maior motivação dos participantes, mas destacam obstáculos

estruturais persistentes, como limitação de recursos materiais, falta de continuidade e necessidade de formação continuada dos educadores. A análise reforça que, embora as práticas extracurriculares demonstrem viabilidade, sua sustentabilidade depende de suporte institucional e de superação de desigualdades de infraestrutura.

Gonzaga (2022) avança na dimensão curricular ao relatar o processo coletivo de construção de uma proposta curricular inovadora para educação básica, implementada entre 2016 e 2019 em uma escola privada. A autora descreve a transição para um currículo interdisciplinar ancorado na Cultura Maker, na pedagogia de projetos, nas metodologias ativas e na sustentabilidade, com integração de tecnologias e web currículo. Esse modelo, fundamentado em referenciais como Blikstein, Valente, Papert e Freire, resultou em práticas que conectam diferentes áreas do conhecimento e respondem a demandas contemporâneas, servindo como referência para outras instituições.

Os três trabalhos convergem ao tratar a Cultura Maker não apenas como conjunto de ferramentas, mas como elemento estruturante que exige reconfiguração de espaços, currículos e políticas institucionais. Enquanto Pacini, Passaro e Henriques (2019) priorizam soluções arquitetônicas portáteis e de baixo custo, Oliveira et al. (2024) evidenciam os entraves reais da implementação em contextos públicos, e Gonzaga (2022) demonstra a possibilidade de reorientação curricular profunda quando há intencionalidade coletiva e alinhamento teórico-pedagógico.

3.4. Cultura Maker associada a metodologias ativas e resolução de problemas

A integração da Cultura Maker com metodologias ativas emerge como estratégia para promover aprendizagem participativa e centrada na resolução de problemas reais, especialmente em contextos de ensino de ciências e STEM. Santos e Andrade (2020) relatam a aplicação de impressora 3D em uma escola pública da Paraíba, associando-a ao Design Thinking como metodologia ativa. Os estudantes identificaram a escassez de material didático como problema central, percorreram as etapas de empatia, definição, ideação, prototipagem e teste, e construíram modelos físicos para uso em aulas práticas. Os resultados indicam que a abordagem facilitou o ensino de conteúdos curriculares ao incentivar a construção ativa de modelos, ampliando o repertório de recursos didáticos disponíveis na instituição.

Essa articulação entre Cultura Maker e resolução de problemas dialoga com a proposta de Vieira e Mello (2023), que examinam os potenciais pedagógicos da relação entre Cultura Maker e educação STEM no ensino de Biologia. Os autores argumentam que práticas integradas

estimulam a conexão entre disciplinas, favorecendo o prazer pela ciência e tecnologia, apesar de limitações como o modelo expositivo predominante e a escassez de tempo. A análise qualitativa de casos revela que a combinação maker-STEM incentiva os alunos a correlacionarem conteúdos abstratos com situações do mundo real, demandando, contudo, maior investimento em formação continuada de professores e em pesquisas específicas sobre o tema no contexto brasileiro.

Linhares et al. (2024) complementam essa perspectiva ao aplicar sequências didáticas investigativas em aulas de Biologia sobre serpentes, em uma escola pública. As atividades envolveram pesquisa em grupo, discussões, criação de materiais educativos e uso de ferramentas digitais, promovendo participação ativa e responsabilidade pelo próprio aprendizado. Os autores observam aumento na compreensão conceitual, no interesse pelo tema e na conscientização ambiental, evidenciando que abordagens investigativas, quando combinadas com elementos maker implícitos na produção de recursos, fortalecem o pensamento crítico e a conexão entre ciência e cotidiano.

Os três estudos convergem ao posicionar a Cultura Maker como ferramenta que potencializa metodologias ativas, transformando o aluno em protagonista do processo de aprendizagem. Enquanto Santos e Andrade (2020) enfatizam a prototipagem colaborativa para suprir carências materiais, Vieira e Mello (2023) destacam a dimensão interdisciplinar no âmbito STEM, e Linhares et al. (2024) ilustram os ganhos investigativos em conteúdos biológicos específicos. Essa interconexão sugere que a associação entre maker e metodologias ativas contribui para superar o ensino tradicional, embora dependa de adaptações contextuais e de suporte pedagógico contínuo.

3.5. Aplicações da impressão 3d e fabricação digital no ensino de biologia e ciências

A impressão 3D e a fabricação digital consolidam-se como recursos centrais na aplicação prática da Cultura Maker ao ensino de Biologia e Ciências, permitindo a concretização de estruturas abstratas e o aumento da interação tátil e visual dos estudantes. Lima et al. (2025) investigam o impacto da Cultura Maker na formação de licenciandos em Biologia, por meio de atividades que envolveram apresentação do movimento, modelagem 2D/3D e elaboração de projetos para FabLab. Os autores observam elevado engajamento dos participantes, manifestado no uso dos materiais produzidos, nas respostas a questionários e na proposição de ações futuras, o que indica que a fabricação digital fortalece metodologias ativas e estimula a criatividade na preparação docente.

Essa linha de aplicação didática estende-se aos relatos que desenvolvem modelos específicos de estruturas biológicas. Martins et al. (2025) modelaram e imprimiram em 3D a enzima ATP sintase, validando sua utilização em oficinas de Biologia Celular no Ensino Médio. Diniz et al. (2025) produziram modelo tridimensional de *Bacillus thuringiensis*, finalizado com pintura, para demonstração de morfologia e importância bacteriana. Sousa et al. (2026) confeccionaram representações de microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos, empregando parâmetros otimizados de impressão FDM. Em todos os casos, os modelos facilitaram a visualização de componentes celulares e processos fisiológicos, com relatos de maior interesse e assimilação do conteúdo por parte dos alunos.

Morandini et al. (2023) exploram o potencial das coleções 3D interativas desde o Ensino Médio até a graduação, destacando a capacidade da impressão e do escaneamento 3D de gerar soluções tridimensionais concretas e acessíveis. Banegas, Kerr e Ogusucu (2024) organizaram kits de modelos impressos representando átomos e ligações químicas, aplicados em oficinas interdisciplinares de Química, Biologia e Bioquímica. Os autores verificam participação ativa elevada e respostas favoráveis em questionário pós-atividade, confirmando a eficácia dos modelos como ferramenta complementar para conceitos abstratos.

Ferreira et al. (2024) integram laboratório virtual de histologia com abordagem maker em turmas de Ensino Médio de escola com recursos laboratoriais limitados. A combinação de simulações digitais e elementos maker resultou em aumento do interesse pela histologia e em aprendizagem efetiva, ilustrando como a fabricação digital pode complementar ou substituir métodos tradicionais de alto custo.

Os trabalhos convergem ao demonstrar que a impressão 3D transforma o ensino de Biologia e Ciências ao tornar visíveis e manipuláveis estruturas microscópicas ou moleculares, promovendo engajamento e compreensão conceitual. A ênfase recai sobre a acessibilidade de ferramentas de baixo custo, a interação tátil e a preparação de recursos didáticos contextualizados, com resultados consistentes quanto ao incremento da participação estudantil e da motivação para o aprendizado em ciências.

4. Discussão

A análise da literatura revela uma produção científica estruturada em cinco eixos temáticos que evidenciam a transição da Cultura Maker de um conceito teórico abstrato para uma práxis pedagógica aplicada. Destaca-se, nesse cenário, a predominância absoluta da impressão 3D como recurso central para a materialização de entidades biológicas microscópicas

ou intangíveis, como estruturas celulares, enzimas e bactérias. O uso dessa tecnologia não atua apenas como um substituto paliativo para a ausência de microscópios ou laboratórios úmidos convencionais em escolas públicas; ele promove uma ruptura epistemológica. Ao transformar o aluno de observador passivo em construtor de modelos tridimensionais, a abordagem tátil-visual facilita a transposição didática e corrobora estudos prévios sobre a democratização do ensino de ciências. Contudo, esta revisão avança ao sistematizar que o sucesso dessas práticas no Brasil está intimamente condicionado ao engajamento contínuo e à assimilação conceitual mediada pelo docente.

A articulação sistemática do movimento maker com metodologias ativas (como o *Design Thinking* e as sequências investigativas) demonstra que o "fazer" transcende o uso instrumental da tecnologia. A Cultura Maker consolida-se como um ecossistema favorável à resolução de problemas reais, alinhando-se organicamente aos princípios do construcionismo e às diretrizes curriculares contemporâneas (como a BNCC), que exigem o protagonismo discente. No entanto, a implementação de propostas curriculares integradas e a criação de espaços modulares evidenciam um gargalo crítico: a Cultura Maker demanda reconfigurações institucionais e arquitetônicas profundas. A dependência de "ilhas de excelência", como os Institutos Federais ou escolas privadas com maior aporte financeiro, revela que a expansão dessa cultura ainda esbarra nas crônicas desigualdades de infraestrutura do sistema educacional brasileiro.

Outro ponto de aprofundamento reside nas lacunas e anomalias identificadas no corpus analisado. A subutilização de equipamentos de fabricação digital mais complexos, como a cortadora a laser, e a incipiência de práticas voltadas à educação inclusiva e à EaD evidenciam limitações na apropriação tecnológica. Essa assimetria pode ser justificada por um duplo viés: a priorização mercadológica de ferramentas de alto impacto visual inicial (como a impressão 3D) e a concentração de pesquisas em contextos urbanos já dotados de infraestrutura mínima. Isso sugere que a inovação tecnológica no ensino de ciências ainda não alcançou, de forma equitativa, populações atípicas ou periféricas.

Por fim, o diálogo com a literatura internacional revela uma identidade singular da produção nacional. Enquanto revisões em países do Norte Global ou em outros países em desenvolvimento frequentemente apresentam um viés utilitarista ou puramente tecnológico, a práxis maker brasileira destaca-se por sua forte ancoragem em reflexões ético-críticas. A articulação recorrente entre o construcionismo de Seymour Papert e a pedagogia emancipatória de Paulo Freire confere à produção nacional um caráter de resistência. No Brasil, a Cultura Maker em Ciências não se limita a preparar mão de obra para a Indústria 4.0; ela é mobilizada

como um instrumento de leitura crítica do mundo e de transformação da realidade socioambiental.

5. Considerações Finais

O presente estudo evidencia o potencial transformador da Cultura Maker para o ensino de ciências no contexto brasileiro, destacando sua capacidade de materializar conceitos biológicos complexos e de fomentar o pensamento crítico. Do ponto de vista prático e gerencial, os achados sublinham a necessidade premente de políticas públicas voltadas à democratização de insumos (como impressoras 3D) e, fundamentalmente, à formação docente continuada nas redes públicas.

Teoricamente, a revisão contribui para a consolidação de uma pedagogia maker alicerçada no construcionismo crítico nacional. Apesar do rigor metodológico empregado, esta pesquisa apresenta limitações inerentes ao seu escopo. O recorte temporal estabelecido (2019-2026) e a restrição a artigos de acesso aberto em bases específicas podem ter subestimado produções publicadas em periódicos fechados ou anais de eventos restritos. Ademais, a ausência de meta-análises quantitativas no corpus analisado reflete a natureza qualitativa e descritiva que ainda predomina nas pesquisas nacionais da área.

Como agenda para investigações futuras, recomenda-se a condução de estudos longitudinais que avaliem o impacto dessas tecnologias no aprendizado em larga escala. É imperativo, ainda, que novas pesquisas explorem com profundidade empírica as aplicações da Cultura Maker na educação inclusiva e em ambientes virtuais de aprendizagem, preenchendo as lacunas identificadas por este mapeamento

Referências

ANDRADE, Fabiana; SANTANA, Gabrielle de Novaes. Possibilidades da cortadora a laser para a abordagem da cultura maker na educação. **ReDoc: Revista Docência e Cibercultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 1, maio/ago. 2025. DOI: 10.12957/redoc.2025.80474. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/80474>. Acesso em: 08 ago. 2025.

BANEGAS, Rodrigo; KERR, Daniel; OGUSUCU, Renata. O uso da impressão 3D no ensino de ciências: aplicação em oficinas interdisciplinares. **Contraponto: Discussões Científicas e Pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação**, Blumenau, v. 5, n. 8, p. 77-89, jul./dez. 2024. ISSN 2763-5635. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/contraponto/article/view/5049>. Acesso em: 08 mar. 2025.

DINIZ, Julia Sardinha et al. Cultura maker e metodologias ativas: uso de modelo 3D de bactérias em aulas de biologia celular. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, [s.l.], v. 7, n. 6, p. 1-9, nov./dez. 2025. DOI: 10.56579/rev.v7i6.2468. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/2468>. Acesso em 08 dez. 2025.

FERREIRA, Giulia D'Alonso et al. Promovendo a aprendizagem ativa em biologia: laboratório virtual e abordagem maker. **Lumen et Virtus**, São José dos Pinhais, v. 15, n. 41, p. 5556-5567, out. 2024. DOI: 10.56238/levv15n41-049. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/841>. Acesso em: 08 mar. 2025.

GONZAGA, Kátia Valéria Pereira. Construindo uma proposta curricular inovadora na educação básica a partir da cultura maker. **e-Curriculum**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1084-1109, jul./set. 2022. DOI: 10.23925/1809-3876.2022v20n3p1084-1109. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/50056>. Acesso em: 08 mar. 2025.

LINHARES, Luciana Fernandes et al. Metodologias ativas no ensino de biologia: o impacto da sequência didática investigativa no ensino sobre serpentes. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, e51131247575, dez. 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i12.47575. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/rsd/article/download/47575/37617/491626>. Acesso em: 08 mar. 2025.

LIMA, Luiz Paulo Fernandes et al. A cultura maker e o ensino de ciências: relato de experiência com alunos da licenciatura em biologia. **ENCITEC**, [s.l.], 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/398710971_A_CULTURA_MAKER_E_O_ENSINO_DE_Ciencias_RELATO_DE_EXPERIENCIA_COM_ALUNOS_DA_LICENCIATURA_EM_BIOLOGIA. Acesso em: 08 dez. 2025.

MANNRICH, João Paulo; PINHEIRO, Eduarda Boing; BRICK, Elizandro Maurício. Movimento maker na educação escolar: reflexões sobre uma formação docente na perspectiva ético-crítica no contexto do projeto Educamaker. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-29, jan./mar. 2024. DOI: 10.23925/1809-3876.2024v22i1p1-29. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-38762024000100268. Acesso em: 08 mar. 2025.

MANNRICH, João Paulo. Um olhar sobre o movimento maker na educação (científica). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1065-1.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2025.

MARTINS, Hevelynn Franco et al. Integração da cultura maker no ensino de matemática. **International Contemporary Management Review**, v. 5, n. 3, p. 1-19, 2024. DOI: 10.54033/icmr.v5n3-026. Disponível em: <https://icmreview.com/icmr/article/view/188>. Acesso em: 08 mar. 2025.

MARTINS, Karine Victória Monteiro et al. Aprendizagem ativa e cultura maker: impressão 3D da ATP sintase para educação científica no ensino médio. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 11, p. 1-13, 2025. DOI: 10.55905/cuadv17n11-002. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/9874>. Acesso em: 08 mar. 2025.

MORANDINI, Mariana de Alcântara et al. Coleções 3D interativas e seu potencial no ensino de biologia e iniciação científica do ensino médio à graduação. *In: Caminhos da pesquisa: o mundo da iniciação científica*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2023. cap. 2, p. 13-22. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/colecoes-3d-interativas-e-seu-potencial-no-ensino-de-biologia-e-na-iniciacao-cientifica-no-ensino-medio-a-graduacao>. Acesso em: 08 mar. 2025.

OLIVEIRA, Danieli Soares de et al. Cultura maker na educação: benefícios e desafios em iniciativas extracurriculares para escolas públicas. **Caderno Pedagógico**, Caxias do Sul, v. 21, n. 10, p. 1-23, out. 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n10-283. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/9615>. Acesso em: 08 mar. 2025.

PACINI, Giordana Dileta; PASSARO, Andrés Martín; HENRIQUES, Gonçalo Castro. Pavilhão FAB!t: proposta portátil para inserção da cultura maker no ensino tradicional. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 76-89, set. 2019. DOI: 10.11606/gtp.v14i1.148143. Disponível em: https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/pt_BR/article/view/148143. Acesso em: 08 mar. 2025.

SALES, Giliane Felismino et al. Cultura maker no ensino de ciências na educação básica: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educar Mais**, v. 7, n. 1, p. 444-459, 2023. DOI: 10.15536/educarmais.7.2023.3120. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/download/3120/2238>. Acesso em: 08 mar. 2025.

SANTOS, Jarles Tarso Gomes; ANDRADE, Adja Ferreira de. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: associando a cultura maker à resolução de problemas. **Revista Ensino de Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 1-11, jul. 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014>. Acesso em: 08 mar. 2025.

SANTOS, Priscila Valdênia dos; SANTOS, Daniel de Jesus Melo dos; SILVA, Waldson Marcelo dos Santos. A cultura maker na educação em ciências para pessoas com deficiência visual: um mapeamento do cenário brasileiro. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 68, p. 1-21, 2024. DOI: 10.30681/23066801.2024. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/965>. Acesso em: 08 mar. 2025.

SOUSA, Brayan Vieira de et al. Do microscópio à impressão 3D: estratégias para o ensino da célula no contexto da educação básica. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 1-9, jan./fev. 2026. DOI: 10.56579/rev.v8i1.XXXX. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/2469>. Acesso em: 08 mar. 2026.

SOUZA, Cristina Gonçalves Ferreira de; OLIVEIRA, Lúcia de Salvo; NUNES, Alana Gonçalves. Cultura maker e educação a distância: aproximações. **Texto Horizonte**, Belo Horizonte, v. 1, n. 19, p. 1-6, 2025. Disponível em: <https://www.ufmg.br/dedd/wp-content/uploads/2025/07/CULTURA-MAKER-E-EDUCACAO-A-DISTANCIA-APROXIMACOES-1.pdf> Acesso em: 08 mar. 2026.

VIEIRA, Bruno Remanowski; MELLO, Waldiney. Potenciais pedagógicos da relação entre a cultura maker e a educação STEM no ensino de biologia. In: VIEIRA, Bruno Remanowski; MELLO, Waldiney. **As ciências biológicas e a construção de novos paradigmas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Atenas, 2023. p. 2, p. 9-17. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/83511> Acesso em: 08 mar. 2026.

VIEIRA, Sebastião da Silva; SABBATINI, Marcelo. Cultura maker na educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano da Escola Base Rural da cidade de Olinda-PE. **ReDoc: Revista Docência e Ciberultura**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 43-66, maio/ago. 2020. DOI: 10.12957/redoc.2020.50671. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/50671> Acesso em: 08 mar. 2026.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/7498980_The_integrative_review_Update_methodology Acesso em: 08 mar. 2026.

Recebido:	30/03/2026
Publicado:	30/07/2026

ⁱ Doutorando em Bioinformática pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), em 2026. Bacharel em Psicologia pelo Centro Universitário Una (2014) e MBA em Gestão de Pessoas pelo Centro Universitário Una (2016). Graduando em Engenharia de Software pela UniFatecie.