

CULTURA MAKER, IMPRESSÃO 3D E EXPERIMENTAÇÃO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INCLUSIVA E SUSTENTÁVEL

Carolina Sousa de Sá Leitão¹, Brisa Muryel da Silva Cardoso¹, Dean Cidy Santos de Carvalho¹, Alyne Pereira de Oliveira Ribeiro¹, Bruno Raphael Gomes de Sá Leitão¹, Vitor Bremgartner da Frota²

¹Secretaria de Educação e Desporto do Estado do Amazonas– SEDUC AM, Manaus- AM, Brasil. Avenida Waldomiro Lustoza, 250, Bairro Japiim II, Manaus-AM, CEP: 69076-000

²Instituto Federal do Amazonas – Campus Distrito Industrial (IFAM – DI) Manaus-AM, Brasil. Avenida Governador Danilo de Matos Areosa, 1731-1975, Bairro Distrito Industrial I, Manaus-AM, CEP: 69075-351

{carolina.sousa@prof.am.gov.br, brisa.cardoso@prof.am.gov.br, cydinet@gmail.com, alyne.chemistry@gmail.com, brgleitao@gmail.com, vitorbref@ifam.edu.br}

Abstract. *This study analyzes the integration of Maker Culture into Science teaching in Elementary Education through the use of 3D printing, creative programming, accessible Braille resources, and maker workshops in electronics and robotics. The research adopts a qualitative and descriptive-interpretative approach, grounded in Project-Based Learning (PBL) and the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) perspective. The activities were organized into cycles of problematization, prototyping, experimentation, and formative assessment. The results indicated advances in the spatial visualization of microscopic structures, strengthening of computational thinking, expansion of bilingual scientific vocabulary, and greater student protagonism in investigative activities. The production of accessible Braille materials contributed to inclusive pedagogical practices and reflections on accessibility. It is concluded that educational environments grounded in Maker Culture foster meaningful learning, creativity, autonomy, and the development of scientific and technological competencies in Science education.*

Resumo. *Este estudo analisa a integração da Cultura Maker ao ensino de Ciências no Ensino Fundamental por meio da utilização de impressão 3D, programação criativa, recursos acessíveis em Braille e oficinas maker de eletrônica e robótica. A pesquisa possui abordagem qualitativa e caráter descritivo-interpretativo, fundamentada na Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). As atividades foram organizadas em ciclos de problematização, prototipagem, experimentação e avaliação formativa. Os resultados indicaram avanços na visualização espacial de estruturas microscópicas, fortalecimento do pensamento computacional, ampliação do vocabulário científico bilíngue e maior protagonismo estudantil em atividades investigativas. A produção de materiais acessíveis em Braille contribuiu para práticas pedagógicas inclusivas e reflexões sobre acessibilidade. Conclui-se que ambientes fundamentados na Cultura Maker favorecem aprendizagem significativa, criatividade, autonomia e desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas no ensino de Ciências.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, a educação científica tem incorporado abordagens pedagógicas que valorizam a aprendizagem ativa, a experimentação e a resolução de problemas. Nesse cenário, a Cultura Maker emerge como ambiente de aprendizagem que incentiva a criação, a investigação e a produção de artefatos tecnológicos, promovendo a integração entre ciência, tecnologia, engenharia e artes (HALVERSON; SHERIDAN, 2014; IOANNOU; GRAVEL, 2024). Essa perspectiva dialoga diretamente com o construcionismo de Papert (1980), segundo o qual o conhecimento é construído de forma mais significativa quando os estudantes produzem objetos tangíveis que podem ser compartilhados, testados e aperfeiçoados.

Entre as tecnologias associadas a esse movimento, destaca-se a impressão 3D, que permite produzir modelos tridimensionais capazes de representar estruturas científicas complexas, como células, organelas e moléculas. Estudos indicam que tecnologias de visualização tridimensional contribuem significativamente para a compreensão espacial e conceitual em Ciências, especialmente quando os estudantes manipulam fisicamente os modelos e relacionam essas representações aos conteúdos trabalhados em sala de aula (HUANG; WANG, 2022). Além da fabricação digital, a integração de programação criativa, eletrônica básica e robótica educacional amplia as possibilidades de aprendizagem interdisciplinar, promovendo o desenvolvimento do pensamento computacional, da autonomia e de competências digitais (KREBS, 2026).

Outro aspecto relevante refere-se à educação inclusiva. Tecnologias de fabricação digital podem ser utilizadas para produzir materiais acessíveis, como modelos táteis e inscrições em Braille, ampliando o acesso ao conhecimento científico e favorecendo práticas pedagógicas mais equitativas (HOLLOWAY et al., 2025). No contexto escolar, esses recursos possibilitam que a aprendizagem de Ciências seja vivenciada por diferentes formas de percepção, incluindo dimensões visuais, táteis, linguísticas e sensoriais.

Diferentemente de abordagens centradas exclusivamente em fabricação digital ou robótica educacional, este trabalho articula Cultura Maker, acessibilidade em Braille, letramento bilíngue em língua japonesa, sustentabilidade e experimentação científica no contexto de uma escola pública bilíngue amazônica. Nesse contexto, o presente estudo analisa uma experiência pedagógica que integra impressão 3D, programação criativa, recursos acessíveis e oficinas maker de eletrônica e robótica, buscando compreender seus impactos no ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

2. Fundamentação Teórica

A Cultura Maker caracteriza-se como uma abordagem educacional baseada na criação, experimentação e produção de artefatos, conectando conhecimentos científicos a práticas de design, fabricação e resolução de problemas. Essa perspectiva permite que os estudantes atuem como produtores de conhecimento e não apenas como receptores de conteúdos escolares, fortalecendo processos de autoria e aprendizagem ativa (IOANNOU; GRAVEL, 2024). No campo educacional, essa abordagem dialoga diretamente com metodologias ativas e com a Aprendizagem Baseada em Projetos, nas quais os estudantes investigam problemas, constroem soluções e refletem sobre os

processos desenvolvidos, articulando teoria e prática no processo de aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018).

A impressão 3D destaca-se como ferramenta pedagógica relevante por permitir a materialização de estruturas tridimensionais complexas. A manipulação de modelos físicos auxilia na compreensão de fenômenos científicos abstratos, especialmente em conteúdos relacionados a escalas microscópicas, formas tridimensionais e relações espaciais entre estruturas biológicas e químicas (HUANG; WANG, 2022). Além disso, a integração da programação criativa em plataformas como Scratch e OctoStudio favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, da resolução de problemas e da autoria estudantil, ampliando as possibilidades de aprendizagem interdisciplinar e criativa (RESNICK, 2017).

A literatura recente também enfatiza a relevância da fabricação digital na promoção da inclusão educacional. A produção de materiais táteis em impressoras 3D pode ampliar o acesso a conteúdos científicos para estudantes com deficiência visual, favorecendo práticas pedagógicas orientadas pela acessibilidade e pelo desenho universal (HOLLOWAY et al., 2025). Nesse contexto, os recursos acessíveis contribuem para tornar a aprendizagem mais equitativa, significativa e participativa.

A experimentação científica constitui estratégia fundamental no ensino de Ciências, pois possibilita que os estudantes observem fenômenos, testem hipóteses e construam conhecimentos a partir da prática. Esse processo favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da investigação e da compreensão dos conceitos científicos, aproximando os conteúdos escolares da realidade vivenciada pelos estudantes (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Estudos recentes também indicam que atividades maker em contextos STEM ampliam o engajamento, a motivação e a participação ativa dos estudantes em processos investigativos (KREBS, 2026).

A perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) amplia o sentido pedagógico das práticas maker ao relacionar conteúdos científicos a questões sociais, ambientais, culturais e tecnológicas presentes no cotidiano. Assim, a integração entre Cultura Maker, fabricação digital, programação criativa, experimentação científica e práticas inclusivas constitui estratégia promissora para fortalecer a alfabetização científica, o protagonismo estudantil e as aprendizagens interdisciplinares no ensino de Ciências, especialmente em contextos educacionais voltados à inovação e à inclusão (IOANNOU; GRAVEL, 2024).

3. Metodologia

A pesquisa adotou abordagem qualitativa de caráter descritivo-interpretativo, configurando-se como relato analítico de experiência pedagógica desenvolvida em turmas do Ensino Fundamental em tempo integral da Escola Estadual de Tempo Integral Bilingue Prof. Djalma da Cunha Batista, em Manaus-AM. Participaram aproximadamente 120 estudantes do 6º ao 9º ano durante atividades realizadas entre 2024 e 2025, envolvendo ações integradas nas áreas de Ciências da Natureza, tecnologia educacional e Cultura Maker.

A proposta pedagógica foi estruturada a partir da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), organizando-se em ciclos de problematização, planejamento, prototipagem, experimentação e avaliação formativa. As atividades ocorreram semanalmente em

espaços como Sala Maker, Laboratório de Ciências, Laboratório de Informática e horta escolar.

Inicialmente, foram realizadas oficinas formativas e atividades de capacitação com estudantes e professores sobre modelagem tridimensional, impressão 3D, programação criativa em Scratch e OctoStudio, eletrônica básica e robótica educacional, utilizando recursos provenientes dos projetos Mulher + STEM (Edital nº 008/2023) e Programa Ciência na Escola (PCE/FAPEAM). Posteriormente, as ações passaram a ser ampliadas com apoio do Programa Mais Ciência na Escola, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

As atividades com os estudantes foram organizadas em projetos investigativos. No eixo de fabricação digital, os alunos modelaram e imprimiram em 3D estruturas científicas, como células, organelas e moléculas, utilizando a plataforma Tinkercad. Os modelos receberam etiquetas bilíngues em língua japonesa e versões com inscrições em Braille. No eixo tecnológico, foram realizadas oficinas maker de eletrônica e robótica utilizando materiais de baixo custo, como LEDs, motores, resistores, protoboards e componentes recicláveis, destacando-se a construção de um sistema de irrigação automatizado baseado em sensores de umidade.

Também foram desenvolvidas atividades experimentais relacionadas a fenômenos físicos e químicos, como carrinhos movidos a balão de ar e experimentos com extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. A coleta de dados ocorreu por meio de observação participante, registros fotográficos, portfólios de aprendizagem, análise dos protótipos produzidos e registros escritos dos estudantes. A análise dos dados baseou-se na triangulação dessas diferentes fontes.

4. Resultados

Os resultados foram analisados a partir da triangulação entre observações pedagógicas, registros escritos, portfólios, projetos desenvolvidos e participação dos estudantes nas oficinas e apresentações científicas. De modo geral, observou-se aumento progressivo do engajamento estudantil, maior participação nas atividades investigativas e fortalecimento da autonomia durante os processos de criação, programação e experimentação. Durante as oficinas maker, os estudantes demonstraram maior interesse pelas atividades práticas em comparação às abordagens tradicionais expositivas, especialmente nas experiências envolvendo impressão 3D, robótica e programação criativa. Também foi identificada evolução gradual na utilização da linguagem científica durante apresentações orais e registros escritos realizados pelos estudantes.

A análise dos dados evidenciou avanços significativos na aprendizagem conceitual em Ciências, especialmente na visualização espacial de estruturas microscópicas e compreensão de conceitos abstratos. A utilização de modelos científicos produzidos por impressão 3D permitiu a manipulação de representações tridimensionais de células, organelas e moléculas, favorecendo a construção de representações mentais mais estáveis (Figuras 1 e 2) e ampliando a compreensão das relações estruturais entre componentes biológicos.



Figura 1: Esquema da mitose e jogo da memória sobre conceitos de genética.

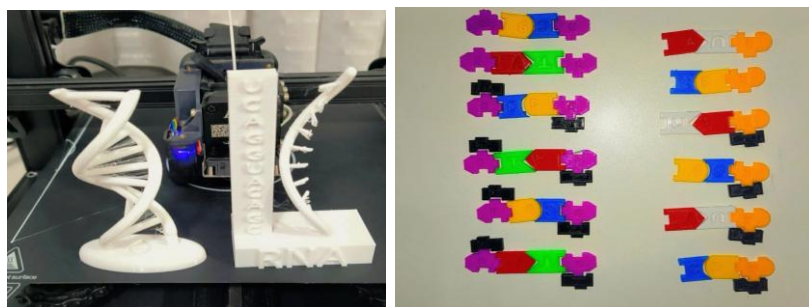


Figura 2: Moléculas de DNA e RNA e nucleotídeos que formam os ácidos nucleicos.

No campo do letramento bilíngue, a inclusão de etiquetas em língua japonesa nos modelos tridimensionais contribuiu para ampliar o vocabulário científico e fortalecer a integração entre linguagem e conteúdo curricular (Figura 3). Esse processo demonstrou que a integração entre ciência e linguagem pode favorecer aprendizagens mais contextualizadas e significativas.

A produção de materiais didáticos com inscrições em Braille revelou impactos importantes tanto no plano cognitivo quanto no socioemocional (Figura 3). Durante o processo de elaboração das peças acessíveis, os estudantes discutiram aspectos relacionados à legibilidade tátil, espaçamento entre pontos e adaptação de informações científicas para diferentes formas de percepção sensorial. Essas discussões ampliaram a compreensão sobre acessibilidade e inclusão, reforçando a importância do design universal no desenvolvimento de materiais educativos.



Figura 3: Etiquetas em japonês e braile de estruturas das células e domino em japonês.

As atividades de programação criativa em Scratch e OctoStudio também demonstraram resultados relevantes no fortalecimento do pensamento computacional (Figura 4). Os estudantes desenvolveram jogos e animações, exercitando organização lógica, sequenciamento de comandos e depuração de erros, evidenciando evolução progressiva na complexidade dos projetos desenvolvidos.



Figura 4: Participação dos alunos no Scratch Day, apresentando os projetos desenvolvidos.

Nas oficinas de eletrônica e robótica, a montagem de circuitos simples permitiu compreender conceitos como polaridade e fluxo de corrente elétrica. A utilização de materiais recicláveis demonstrou que práticas inovadoras podem ser desenvolvidas mesmo em contextos com recursos limitados. A construção de minirobôs utilizando motores de vibração e materiais de baixo custo favoreceu o desenvolvimento de habilidades relacionadas à robótica e à resolução de problemas. conforme Figura 5.

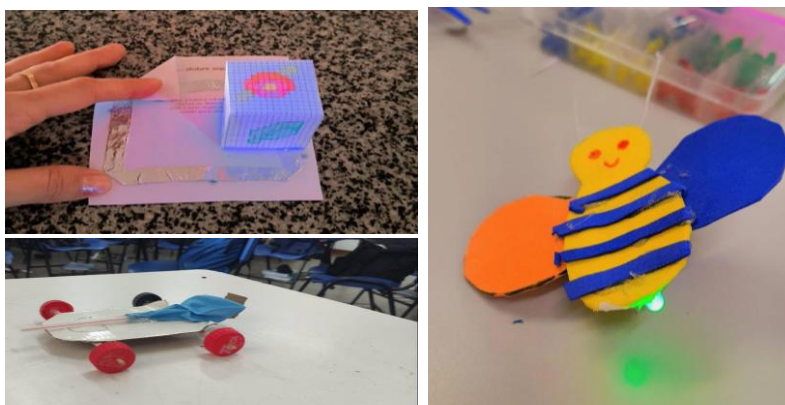


Figura 5: Circuito elétrico dos seres vivos, minirobôs de invertebrados e carrinho movido a ar.

Outro conjunto de atividades experimentais envolveu o uso do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base, permitindo que os estudantes observassem mudanças de cor em diferentes substâncias domésticas. Essa abordagem experimental favoreceu a compreensão conceitual da química de forma acessível e visualmente significativa. Complementarmente, foram realizadas atividades de extração de pigmentos naturais a partir de vegetais, nas quais os estudantes investigaram processos de maceração e liberação de compostos colorantes presentes nas plantas (Figura 6).



Figura 6: Indicador de pH natural com extrato de repolho e pigmentos naturais.

No eixo tecnológico, destaca-se o desenvolvimento de um protótipo de sistema de irrigação automática programado com sensor de umidade do solo (Figura 7). Os estudantes participaram do processo de montagem do circuito e programação, discutindo conceitos relacionados a sensoriamento ambiental, lógica de controle e automação. A experiência permitiu compreender como dados ambientais podem ser utilizados para tomada de decisões automatizadas, fortalecendo o raciocínio sistêmico e a relação entre tecnologia e sustentabilidade.

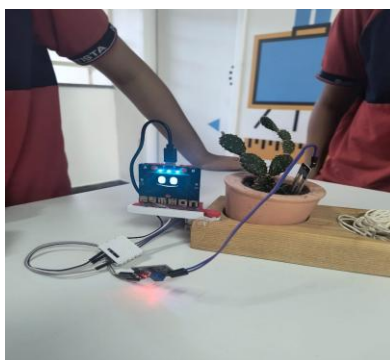


Figura 7: Protótipo de irrigação automática com sensor de umidade.

De modo geral, a triangulação das diferentes fontes de dados indicou aumento significativo do protagonismo estudantil, maior engajamento nas atividades científicas e fortalecimento da cultura de autoria. Os estudantes demonstraram maior segurança na argumentação científica e maior capacidade de integrar conhecimentos de ciência, tecnologia e linguagem em suas produções.

5. Conclusão

A integração entre Cultura Maker, impressão 3D, programação criativa e experimentação demonstrou elevado potencial formativo no ensino de Ciências, promovendo letramento científico, protagonismo juvenil e desenvolvimento do pensamento computacional. A fabricação digital possibilitou a materialização de conceitos abstratos, favorecendo aprendizagens mais significativas e contextualizadas.

A inclusão de etiquetas bilíngues e recursos em Braille ampliou a dimensão interdisciplinar e inclusiva da proposta. As oficinas de eletrônica, robótica, programação e experimentação científica evidenciaram que práticas inovadoras podem ser desenvolvidas em escolas públicas utilizando materiais acessíveis e tecnológicos, desde que associadas a planejamento pedagógico consistente.

Os resultados demonstram que a integração entre Cultura Maker, fabricação digital e experimentação científica constitui estratégia relevante para fortalecer a alfabetização científica, a criatividade e a autonomia estudantil no ensino de Ciências. Como perspectivas futuras, pretende-se ampliar as ações para outras áreas curriculares e consolidar espaços permanentes de experimentação e fabricação digital no contexto escolar.

6. Agradecimentos

Este trabalho teve apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (FNDCT), por meio da Chamada Pública CNPq/MCTI/FNDCT Conecta e Capacita nº 13/2024 – Programa Mais Ciência na Escola, com a aprovação do projeto “Educ 4.0 no Amazonas”. Também contou com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) por meio do Programa Mulher + STEM (Edital nº 008/2023) e Programa Ciência na Escola (PCE).

7. Referências

- ABEDI-FIROOZJAH, R. et al. (2022) “Anthocyanins as pH-sensitive natural indicators: a review”, *Polymers*, v. 14, n. 8, p. 1629. DOI: 10.3390/polym14081629.
- BACICH, L. and MORAN, J. (org.) (2018) *Metodologias ativas para uma educação inovadora*. Porto Alegre: Penso.
- BRASIL (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.
- HALVERSON, E. and SHERIDAN, K. (2014) “The maker movement in education”, *Harvard Educational Review*, v. 84, n. 4, p. 495–504. DOI: 10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063.
- HOFSTEIN, A. and LUNETTA, V. N. (2004) “The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century”, *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 28–54. DOI: 10.1002/sce.10106.
- HOLLOWAY, C. et al. (2025) “Inclusive digital fabrication and accessibility in education”, *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 22, n. 1. DOI: 10.1186/s41239-025-00421-7.
- HUANG, W. and WANG, Y. (2022) “3D visualization technologies and spatial cognition in science learning”, *Computers & Education*, v. 186, p. 104534. DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104534.
- IOANNOU, A. and GRAVEL, B. (2024) “Maker education: trends, challenges and future directions”, *Educational Technology Research and Development*, v. 72, p. 1–18. DOI: 10.1007/s11423-023-10334-w.
- KREBS, A. (2026) “It looks like my die has a favorite number”: maker education for 21st century skills in primary science education”, *Frontiers in Education*, v. 10, p. 1732650. DOI: 10.3389/educ.2025.1732650.
- PAPERT, S. (1980) *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- RESNICK, M. (2017) *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. Cambridge: MIT Press. DOI: 10.7551/mitpress/11099.001.0001.
- UNESCO (2023) *Reimagining our futures together: a new social contract for education*. Paris: UNESCO.