

INTERNET DAS COISAS (IOT) E CULTURA MAKER NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA CRIATIVIDADE, INOVAÇÃO E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

**INTERNET OF THINGS (IOT) AND MAKER CULTURE IN TECHNOLOGICAL
EDUCATION: PEDAGOGICAL PRACTICES FOR DEVELOPING CREATIVITY,
INNOVATION, AND PROJECT-BASED LEARNING**

Ciências Humanas • 15/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/786808239](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/786808239)

Deusdeth Gonçalves de Oliveira

Ilma Maria Bezerra

Magda Costa e Silva Gonçalves

Maria Regina de Jesus

Marla Franco Coelho

Selma Augusto dos Santos

Soraya Francisca de Brito Lima

RESUMO

A integração entre Internet das Coisas (IoT) e Cultura Maker amplia as possibilidades da educação tecnológica ao aproximar conceitos de conectividade, sensores, programação, prototipagem e resolução de problemas de práticas pedagógicas centradas na autoria dos estudantes. Este texto discute como essa articulação pode favorecer criatividade, inovação, pensamento computacional, colaboração e aprendizagem baseada em projetos, considerando estudos brasileiros publicados entre 2021 e 2026. A análise destaca que ambientes maker, plataformas de simulação, microcontroladores e projetos com dispositivos conectados podem contribuir para transformar conteúdos abstratos em experiências investigativas, especialmente quando os estudantes participam da identificação de problemas, do planejamento de soluções, da construção de protótipos, da testagem e da comunicação dos resultados. Também se evidencia que a qualidade pedagógica dessas práticas depende de intencionalidade curricular, mediação docente, formação continuada, infraestrutura adequada e critérios de inclusão. A IoT, quando inserida em propostas maker e interdisciplinares, pode atuar como objeto de aprendizagem e como meio para integrar ciência, matemática, computação, sustentabilidade e situações do cotidiano. Conclui-se que a combinação entre IoT, Cultura Maker e aprendizagem baseada em projetos possui potencial para fortalecer uma educação tecnológica mais autoral, contextualizada e orientada à criação de soluções, desde que a inovação tecnológica permaneça subordinada aos objetivos formativos.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Cultura Maker; educação tecnológica; criatividade; inovação; aprendizagem baseada em projetos.

ABSTRACT

The integration of the Internet of Things (IoT) and Maker Culture expands the possibilities of technological education by connecting concepts of connectivity, sensors, programming, prototyping, and problem solving with pedagogical practices centered on student authorship. This paper discusses how this articulation can foster creativity, innovation, computational thinking, collaboration, and project-based learning, drawing on Brazilian studies published between 2021 and 2026. The discussion indicates that maker environments, simulation platforms, microcontrollers, and connected-device projects can help transform abstract content into investigative experiences, especially when students participate in identifying problems, planning solutions, building prototypes, testing, and communicating results. It also shows that the pedagogical quality of these practices depends on curricular intentionality, teacher mediation, continuing education, adequate infrastructure, and inclusion criteria. When embedded in maker and interdisciplinary proposals, IoT can serve both as a learning object and as a means of integrating science, mathematics, computing, sustainability, and everyday situations. The paper concludes that combining IoT, Maker Culture, and project-based learning has the potential to strengthen a more authorial, contextualized, and solution-oriented technological education, provided that technological innovation remains subordinate to educational goals.

Keywords: Internet of Things; Maker Culture; technological education; creativity; innovation; project-based learning.

1. INTRODUÇÃO

Internet das Coisas (IoT) designa um ecossistema no qual objetos físicos dotados de sensores, atuadores, capacidade de

processamento e conectividade podem coletar, transmitir e utilizar dados para executar funções ou apoiar decisões. Na educação tecnológica, esse conceito ganha valor pedagógico quando deixa de ser apresentado apenas como conteúdo técnico e passa a integrar situações de investigação, prototipagem e resolução de problemas próximos da realidade dos estudantes. Costa e Guedes (2022) demonstram que a inserção curricular de artefatos baseados em IoT pode aproximar conteúdos da formação técnica de aplicações concretas e favorecer a percepção de utilidade dos conhecimentos construídos em sala de aula.

A Cultura Maker, por sua vez, organiza-se em torno da ideia de aprender fazendo, testando, desmontando, reconstruindo e compartilhando processos de criação. Paula et al. (2021) identificam, na produção educacional brasileira, que as práticas maker tendem a valorizar protagonismo discente, colaboração, criatividade, resolução de problemas, robótica e fabricação digital, compondo um campo no qual o conhecimento é mobilizado durante a produção de artefatos e soluções. Essa perspectiva modifica a posição do estudante, que deixa de atuar somente como receptor de explicações e passa a assumir responsabilidades sobre escolhas, procedimentos, erros e aprimoramentos.

A aproximação entre IoT e Cultura Maker é particularmente fecunda porque conecta o fazer material ao processamento de informações. Um protótipo pode deixar de ser apenas um objeto construído e tornar-se um sistema capaz de perceber condições do ambiente, registrar dados e responder a determinadas situações. Em estudo sobre educação tecnológica no ensino médio, Santos et al. (2024) observaram que oficinas práticas com Arduino e Tinkercad favoreceram a compreensão de conceitos de IoT e estimularam

participação e interesse dos estudantes, indicando que a experimentação pode reduzir a distância entre vocabulário técnico e experiência concreta.

Quando a criação de protótipos é orientada por problemas autênticos, o estudante precisa articular saberes de diferentes áreas, decidir quais informações são relevantes, comparar alternativas e justificar soluções. Lemos e Valente (2023) destacam que atividades maker desenvolvidas em escola pública possibilitaram a produção colaborativa de protótipos relacionados a projetos sustentáveis, mostrando que a aprendizagem pelo fazer pode estabelecer pontes entre currículo, tecnologias e questões que emergem da realidade. Nessa dinâmica, o produto final importa, mas o percurso de investigação, negociação e revisão constitui parte central da aprendizagem.

A aprendizagem baseada em projetos oferece uma estrutura metodológica compatível com essa articulação, porque organiza o trabalho em torno de desafios que exigem planejamento, pesquisa, produção e apresentação de resultados. Bremgartner et al. (2022) verificaram que a utilização dessa abordagem em cursos de Cultura Maker favoreceu a aplicação prática dos conteúdos e recebeu avaliação positiva dos participantes, especialmente pela presença de atividades concretas vinculadas aos interesses dos estudantes. A conexão entre projeto e autoria pode, portanto, sustentar percursos formativos mais ativos e menos dependentes da transmissão linear de informações.

A presença de IoT e práticas maker não deve ser confundida com simples modernização de equipamentos. Gonzaga (2022) argumenta que uma proposta curricular inovadora baseada em

Cultura Maker depende de interdisciplinaridade, metodologias ativas, tecnologia e pedagogia de projetos articuladas a uma concepção curricular coerente. Isso significa que sensores, placas programáveis ou impressoras 3D não produzem inovação por si mesmos; seu valor educacional emerge das perguntas que orientam o uso, das relações estabelecidas com os conteúdos e da capacidade de envolver o estudante em processos de investigação e criação.

A discussão também envolve a formação docente, pois a expansão de laboratórios maker e recursos de fabricação digital cria demandas pedagógicas que ultrapassam o domínio instrumental das ferramentas. Andrade e Félix (2024) ressaltam a necessidade de formação continuada que apresente equipamentos, possibilidades educacionais e aplicações concretas, combinando teoria e prática para que educadores de diferentes áreas consigam incorporar a Cultura Maker ao planejamento. O professor precisa compreender não apenas como uma tecnologia funciona, mas como transformá-la em experiência de aprendizagem com objetivos, critérios e acompanhamento.

Este texto analisa, assim, as possibilidades pedagógicas da articulação entre IoT, Cultura Maker e aprendizagem baseada em projetos, enfatizando criatividade, inovação, pensamento computacional, interdisciplinaridade e autoria. Serafim et al. (2025), ao sintetizarem pesquisas sobre Cultura Maker, identificam contribuições relacionadas à aprendizagem significativa, ao pensamento crítico, à construção, ao compartilhamento de conhecimento e à colaboração, mas também apontam a necessidade de ampliar evidências e ferramentas de avaliação. A discussão procura, portanto, equilibrar potencialidades e condições concretas de implementação.

2. INTERNET DAS COISAS COMO CONTEÚDO E LINGUAGEM DA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Na educação tecnológica, a IoT pode ser tratada simultaneamente como objeto de conhecimento e como linguagem para produzir soluções. Costa e Guedes (2022) mostram que sua integração curricular permite articular conceitos tecnológicos a componentes formativos de cursos técnicos, favorecendo experiências nas quais conectividade, sensoriamento e automação deixam de aparecer isoladamente. Essa integração é relevante porque prepara o estudante para compreender sistemas tecnológicos como conjuntos interdependentes, nos quais hardware, software, comunicação de dados e contexto de uso precisam ser analisados de forma coordenada.

Braga (2026) evidencia que a combinação entre Tinkercad e Arduino pode aproximar teoria e prática no ensino de computação aplicada à IoT, oferecendo aos estudantes um ambiente para experimentar circuitos, sensores, atuadores e lógica de programação. A simulação reduz algumas barreiras iniciais de acesso ao hardware e permite que hipóteses sejam testadas antes da montagem física. Pedagogicamente, isso amplia o espaço para o erro produtivo, pois o estudante pode revisar conexões, alterar parâmetros e observar efeitos sem transformar cada tentativa em uma situação de perda de materiais.

A compreensão de IoT torna-se mais significativa quando parte de problemas que exigem coleta e interpretação de dados. Em vez de ensinar sensores como componentes isolados, o professor pode organizar projetos nos quais temperatura, luminosidade, umidade ou movimento sejam variáveis vinculadas a uma questão

investigativa. Santos et al. (2024) mostram que atividades práticas voltadas à IoT favorecem a apropriação de conceitos e podem despertar interesse por trajetórias tecnológicas, especialmente quando há combinação entre momentos de explicação e oficinas de experimentação.

A prototipagem conectada também possibilita trabalhar a noção de sistema. Um projeto educacional de IoT exige que os estudantes pensem na relação entre entrada de dados, processamento, comunicação e resposta do dispositivo, o que favorece uma visão menos fragmentada da tecnologia. Santana e Machado (2025) apresentam uma proposta didática baseada em protótipo de miniestação meteorológica e destacam a utilização da aprendizagem baseada em projetos para mobilizar sensores, programação e comunicação sem fio. A atividade tecnológica, nesse sentido, funciona como fio condutor para a integração de diferentes conhecimentos.

Quando inserida em projetos interdisciplinares, a IoT pode aproximar computação de temas ambientais, científicos e sociais. A proposta curricular analisada por Gonzaga (2022) demonstra que a Cultura Maker pode articular tecnologia, sustentabilidade, interdisciplinaridade e pedagogia de projetos, criando condições para que o conhecimento escolar seja utilizado na elaboração de respostas a situações concretas. Projetos de monitoramento ambiental, por exemplo, podem envolver conceitos de ciências, matemática e computação sem dissolver as especificidades de cada área.

A experiência com objetos conectados também estimula a leitura crítica da infraestrutura digital presente no cotidiano. Ao

compreender que dispositivos coletam dados e executam ações a partir de regras programadas, os estudantes podem discutir limites, confiabilidade e consequências de sistemas automatizados. Costa e Guedes (2022) situam a IoT no contexto das tecnologias da Indústria 4.0 e defendem sua presença nos processos formativos, o que reforça a importância de uma educação tecnológica que não se limite a utilizar dispositivos prontos, mas examine como eles são concebidos, conectados e aplicados.

A integração da IoT à educação ganha maior potência quando o protótipo é compreendido como representação de uma ideia em desenvolvimento, e não como produto acabado. Braga (2026) relata que estudantes utilizaram simulação, Arduino e sensores para propor soluções a problemas identificados, valorizando o processo de experimentação e a aplicabilidade dos conhecimentos. Esse movimento favorece a passagem de uma lógica de reprodução de circuitos para uma lógica de autoria, na qual o estudante precisa definir propósitos, combinar recursos e explicar por que determinada solução foi escolhida.

3. CULTURA MAKER E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Paula et al. (2021) caracterizam a Cultura Maker educacional pela valorização da invenção, da solução de problemas, do protagonismo e do trabalho colaborativo. Essa combinação cria um ambiente propício para a aprendizagem baseada em projetos, pois o estudante precisa produzir algo que responda a uma questão, e não apenas demonstrar que memorizou uma informação. Na educação tecnológica, a construção de protótipos conectados pode funcionar como uma tarefa síntese, capaz de reunir pesquisa, desenho, programação, montagem, testagem e comunicação.

A aprendizagem baseada em projetos tende a ganhar consistência quando o desafio proposto admite diferentes caminhos de solução. Bremgartner et al. (2022) observaram que projetos escolhidos a partir dos interesses dos participantes contribuíram para a aplicação e a fixação dos conteúdos em cursos de Cultura Maker. O espaço para escolhas exige mediação docente mais sofisticada, porque o professor deixa de fornecer uma sequência única de passos e passa a acompanhar decisões, oferecer critérios, propor questões e apoiar a reorganização do trabalho quando surgem obstáculos.

Em uma pedagogia maker, errar faz parte do ciclo de aprendizagem porque protótipos raramente funcionam de modo satisfatório na primeira tentativa. Lemos e Valente (2023) mostram que atividades de criação podem articular problemas emergentes, trabalho colaborativo e desenvolvimento de protótipos, evidenciando um percurso no qual os estudantes aprendem ao lidar com limites materiais e conceituais. Essa lógica favorece a compreensão de que revisar uma solução não é sinal de fracasso, mas etapa necessária para aprimorar ideias e ampliar a qualidade do resultado.

A autoria também se fortalece quando o projeto produz um artefato que pode ser explicado, demonstrado e compartilhado. Oliveira et al. (2024) destacam que iniciativas maker em escolas públicas favorecem criatividade, colaboração e desenvolvimento de habilidades críticas, mesmo diante de desafios de infraestrutura e implementação. A apresentação do projeto para colegas ou comunidade pode transformar o protótipo em objeto de diálogo, permitindo que o estudante argumente sobre decisões, receba perguntas e reconheça possibilidades de melhoria.

A dimensão investigativa da Cultura Maker não depende exclusivamente de equipamentos sofisticados. Lemos e Valente (2023) relatam atividades que combinaram materiais recicláveis, reuso de objetos e tecnologias digitais na produção de projetos sustentáveis. Essa perspectiva é relevante para contextos escolares diversos, pois demonstra que o fazer pode começar pela exploração de materiais disponíveis e avançar para tecnologias de maior complexidade quando houver pertinência pedagógica, evitando a associação automática entre inovação e alto custo.

A aprendizagem por projetos também favorece a distribuição de papéis em equipes, desde que essa organização não se transforme em divisão rígida do conhecimento. Serafim et al. (2025) identificam colaboração e compartilhamento de conhecimento como benefícios recorrentes da Cultura Maker, o que indica a importância de estruturar situações nas quais os estudantes expliquem procedimentos uns aos outros. Em projetos de IoT, isso pode significar alternar responsabilidades de pesquisa, programação, documentação, montagem e apresentação, garantindo que todos compreendam o funcionamento geral da solução.

Bremgartner et al. (2022) mostram que a realização de atividades práticas em Cultura Maker pode contribuir para manter o envolvimento dos estudantes e tornar a formação menos cansativa, inclusive em propostas híbridas. Essa constatação reforça que a aprendizagem baseada em projetos não elimina a necessidade de conteúdos conceituais; ela reorganiza o momento em que esses conteúdos são mobilizados. Conceitos tornam-se recursos para tomar decisões, resolver impasses e justificar escolhas realizadas durante o projeto.

O vínculo entre projeto e contexto ajuda a evitar atividades maker meramente decorativas. Gonzaga (2022) enfatiza que a Cultura Maker pode integrar currículo, interdisciplinaridade e sustentabilidade, indicando que o fazer precisa estar conectado a finalidades educacionais mais amplas. Em uma proposta de IoT, a pergunta pedagógica deve anteceder a escolha do dispositivo: primeiro se define o problema e os conhecimentos necessários para compreendê-lo; depois se selecionam sensores, plataformas e formas de prototipagem adequadas.

4. CRIATIVIDADE, INOVAÇÃO E PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A criatividade em contextos maker pode ser compreendida como capacidade de imaginar alternativas, combinar recursos e transformar ideias em representações testáveis. Vieira e Sabbatini (2025) descrevem práticas que articularam Cultura Maker, abordagem STEAM, pensamento computacional e produção de protótipos com materiais reciclados e microcontroladores, valorizando experimentação e busca de soluções para problemas locais. Essa experiência mostra que criatividade educacional não se reduz à expressão espontânea, pois envolve investigação, critérios, conhecimento técnico e disposição para revisar propostas.

O pensamento computacional encontra na IoT um campo fértil de aplicação porque muitos projetos exigem decompor problemas, identificar padrões, estabelecer sequências lógicas e representar processos por meio de programação. Braga (2026) associa o uso de Tinkercad e Arduino ao desenvolvimento de competências ligadas ao pensamento computacional, demonstrando que circuitos e simulações podem apoiar a compreensão de relações entre

comandos, entradas e saídas. O estudante aprende a transformar uma intenção em um conjunto organizado de procedimentos.

A inovação pedagógica emerge quando a tecnologia altera qualitativamente a atividade cognitiva proposta, e não apenas quando substitui um recurso antigo. Paula et al. (2021) mostram que a Cultura Maker tem sido utilizada em propostas envolvendo robótica, fabricação digital e resolução de problemas, com ênfase na participação ativa do estudante. Assim, um projeto inovador de IoT não é aquele que apenas utiliza uma placa programável, mas aquele que cria oportunidades para formular hipóteses, comparar soluções e produzir conhecimento a partir do processo de construção.

Em atividades maker, a criatividade pode ser ampliada pela existência de restrições produtivas. Quando o projeto possui critérios de funcionamento, limites de materiais ou necessidade de atender a determinado usuário, o estudante precisa selecionar entre possibilidades e justificar escolhas. Lemos e Valente (2023) demonstram que questões-problema surgidas durante a construção de protótipos podem fortalecer a articulação entre criação e currículo, pois os obstáculos do projeto geram novas perguntas e exigem mobilização de conhecimentos que antes poderiam parecer abstratos.

A prototipagem favorece uma cultura de melhoria contínua, na qual uma solução é analisada por aquilo que consegue realizar e pelas limitações que revela. Santana e Machado (2025) utilizam um protótipo de IoT como ferramenta de ensino em tecnologia e destacam a aprendizagem baseada em projetos como caminho para engajamento e aplicação prática. Essa lógica pode ser pedagogicamente explorada por meio de registros de versões,

justificativas de mudanças e comparação entre expectativas iniciais e resultados obtidos.

A inovação também pode ocorrer na forma de integrar diferentes linguagens e campos do conhecimento. Vieira e Sabbatini (2025) mostram que práticas maker podem combinar eletrônica, robótica sustentável, programação, investigação e conteúdos curriculares, aproximando a aprendizagem de uma lógica STEAM. Para a educação tecnológica, essa combinação é relevante porque ajuda o estudante a perceber que problemas reais não chegam organizados por disciplinas e frequentemente exigem diálogo entre conceitos científicos, matemáticos, computacionais e sociais.

A criatividade não deve ser avaliada apenas pela aparência ou originalidade do produto final. Serafim et al. (2025) identificam pensamento crítico, construção e colaboração entre os ganhos associados à Cultura Maker, sugerindo que a avaliação precisa considerar processos cognitivos e sociais envolvidos na criação. Critérios como definição do problema, coerência da solução, capacidade de testar hipóteses, uso consciente de recursos, documentação e qualidade das justificativas tornam a avaliação mais alinhada aos objetivos de uma educação tecnológica investigativa.

5. PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA INTEGRAR IOT E CULTURA MAKER

Uma prática pedagógica consistente pode começar pela apresentação de uma situação-problema suficientemente aberta para permitir investigação, mas delimitada o bastante para orientar o trabalho. Costa e Guedes (2022) propõem a integração da IoT ao

currículo técnico por meio de um artefato tecnológico relacionado à área de formação, evidenciando a importância de conectar o projeto aos conhecimentos profissionais do curso. Em diferentes níveis de ensino, essa lógica pode ser adaptada para temas como ambiente, mobilidade, consumo de recursos, acessibilidade ou organização de espaços escolares.

Na etapa inicial do projeto, o levantamento de conhecimentos prévios ajuda o professor a identificar o que os estudantes já compreendem sobre sensores, programação, conectividade e o problema investigado. Santos et al. (2024) combinaram exposição conceitual e oficinas práticas em uma experiência com IoT, mostrando que teoria e experimentação podem ser organizadas de forma complementar. Uma sequência equilibrada evita tanto o excesso de explicação antes da prática quanto a atividade manual sem conceitos suficientes para interpretar o que está sendo construído.

A simulação pode constituir uma etapa intermediária entre o planejamento e a montagem física. Braga (2026) demonstra que o Tinkercad permite experimentar circuitos e Arduino em ambiente virtual, favorecendo a aproximação entre conceitos e prototipagem. Em contextos com número reduzido de kits, essa estratégia também pode ampliar o tempo de experimentação, permitindo que diferentes grupos testem soluções antes de utilizar os componentes disponíveis presencialmente.

Albuquerque Neto e Manguiera (2024) destacam o potencial do Arduino em atividades associadas à Cultura Maker e à introdução de tecnologias no ambiente educacional. Microcontroladores podem funcionar como elementos de ligação entre programação e mundo

físico, pois permitem controlar luzes, motores e outros componentes ou interpretar sinais de sensores. Pedagogicamente, o mais importante é que esses recursos sejam utilizados para responder a perguntas e construir protótipos compreensíveis pelos estudantes, e não apenas para reproduzir montagens prontas.

Projetos de IoT podem incluir uma etapa explícita de documentação, na qual os estudantes registram problema, hipóteses, desenho da solução, materiais, lógica de funcionamento, testes e alterações realizadas. Oliveira et al. (2024) ressaltam que a Cultura Maker promove aprendizagem prática, criatividade e colaboração, características que podem ser potencializadas quando o percurso se torna visível. A documentação ajuda o estudante a refletir sobre suas próprias decisões e fornece ao professor evidências mais ricas para acompanhar a aprendizagem.

A apresentação pública dos projetos pode funcionar como situação de avaliação e comunicação científica. Lemos e Valente (2023) mostram que atividades maker podem culminar em protótipos construídos colaborativamente, articulando criação e questões de interesse da comunidade escolar. Ao explicar um protótipo de IoT, o estudante precisa traduzir conceitos técnicos, demonstrar funcionamento, reconhecer limites e responder a perguntas, desenvolvendo competências comunicativas que também integram a formação tecnológica.

A avaliação formativa pode acompanhar cada etapa do projeto em vez de concentrar-se no produto final. Bremgartner et al. (2022) destacam a relevância das atividades práticas e da aplicação dos conteúdos em projetos de interesse dos estudantes, o que sugere a necessidade de feedback durante o percurso. Rubricas simples

podem considerar compreensão conceitual, participação, colaboração, qualidade dos testes, capacidade de revisão e clareza da apresentação, permitindo que o estudante saiba o que precisa melhorar antes da conclusão.

A interdisciplinaridade deve ser planejada a partir de relações reais entre os conhecimentos mobilizados pelo projeto. Gonzaga (2022) associa Cultura Maker a currículo interdisciplinar, pedagogia de projetos, sustentabilidade e tecnologias, demonstrando que a integração pode ocorrer quando diferentes áreas contribuem para compreender um mesmo problema. Um projeto de monitoramento de condições ambientais, por exemplo, pode envolver análise de dados, fenômenos naturais, programação e discussão sobre uso responsável de recursos sem transformar a atividade em uma soma artificial de conteúdos.

A construção de desafios em níveis progressivos permite atender estudantes com experiências tecnológicas distintas. Andrade e Félix (2024) defendem formação que apresente ferramentas, funcionamento e aplicações da Cultura Maker, lógica que também pode orientar a organização das atividades para os alunos. Projetos iniciais podem privilegiar compreensão de sensores e lógica simples; etapas posteriores podem exigir integração entre componentes, interpretação de dados e justificativas mais complexas, garantindo progressão sem transformar a atividade em competição por desempenho técnico.

6. FORMAÇÃO DOCENTE, INFRAESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DOS ESPAÇOS MAKER

Andrade e Félix (2024) argumentam que a expansão de laboratórios e iniciativas maker aumenta a demanda por formação continuada de professores. Essa formação precisa contemplar dimensões técnicas e pedagógicas, porque conhecer uma ferramenta não equivale a saber integrá-la ao currículo. Docentes precisam experimentar atividades, discutir objetivos de aprendizagem, analisar exemplos, antecipar dificuldades e planejar formas de avaliação, construindo segurança para adaptar recursos a diferentes componentes curriculares.

A formação docente em Cultura Maker é mais coerente quando também adota princípios do aprender fazendo. Bremgartner et al. (2022) demonstram que cursos apoiados em aprendizagem baseada em projetos favoreceram a aplicação dos conteúdos em produções de interesse dos participantes. Para professores, vivenciar um projeto do ponto de vista de aprendiz ajuda a compreender a importância de tempo para experimentação, feedback, cooperação e revisão, além de tornar mais visíveis as dificuldades que os estudantes podem enfrentar.

A infraestrutura maker deve ser compreendida como ecossistema de recursos, e não como coleção de equipamentos caros. Paula et al. (2021) identificam grande diversidade de materiais, tecnologias e estratégias nas iniciativas maker brasileiras, incluindo robótica e fabricação digital. Uma escola pode iniciar com materiais de baixo custo, dispositivos compartilhados e simuladores, ampliando o acervo conforme objetivos pedagógicos e condições institucionais. O planejamento deve considerar manutenção, armazenamento, conectividade, segurança e disponibilidade real de uso.

Oliveira et al. (2024) apontam que projetos maker em escolas públicas convivem com desafios relacionados à implementação, apesar dos benefícios educacionais observados. Essa constatação reforça a necessidade de planejar o uso do espaço de forma sustentável, evitando laboratórios que funcionem apenas em eventos ou dependam de uma única pessoa. A integração ao horário escolar, a organização de kits, a documentação de atividades e o compartilhamento de responsabilidades entre docentes podem favorecer continuidade e ampliar o número de estudantes atendidos.

A presença de simuladores pode reduzir parte das desigualdades de acesso aos componentes físicos, sobretudo em etapas de planejamento e experimentação inicial. Braga (2026) mostra que ambientes virtuais associados ao Arduino podem apoiar aprendizagem de IoT e pensamento computacional, permitindo desenvolver e testar circuitos antes da montagem. Contudo, a simulação não precisa substituir permanentemente o contato com materiais; ela pode compor um percurso híbrido em que representação virtual e prototipagem física se complementam.

A organização pedagógica de um espaço maker também precisa favorecer circulação, colaboração e visibilidade dos processos de trabalho. Lemos e Valente (2023) evidenciam que atividades maker podem envolver construção coletiva e produção de protótipos a partir de problemas emergentes, o que exige ambientes nos quais grupos possam conversar, manipular materiais e revisar ideias. Mesmo em salas convencionais, o professor pode criar temporariamente zonas de planejamento, montagem, teste e registro para tornar o fluxo do projeto mais organizado.

A sustentabilidade financeira e pedagógica depende da escolha de tecnologias que possam ser reutilizadas em diferentes projetos. Albuquerque Neto e Manguiera (2024) apresentam o Arduino como recurso associado a kits educacionais e materiais de apoio, mostrando sua versatilidade para atividades introdutórias. Em termos pedagógicos, componentes reutilizáveis permitem que o foco permaneça no raciocínio e na criação de soluções, enquanto a escola evita transformar cada projeto em consumo irreversível de materiais.

A gestão do espaço maker precisa incluir estratégias de inclusão para estudantes com diferentes níveis de familiaridade tecnológica. Serafim et al. (2025) identificam colaboração e compartilhamento de conhecimento como aspectos importantes das práticas maker, sugerindo que a organização dos grupos pode ser utilizada para ampliar participação. O professor deve observar se tarefas técnicas ficam concentradas sempre nos mesmos estudantes e criar oportunidades para que todos experimentem programação, montagem, registro, pesquisa e apresentação.

7. DESAFIOS PEDAGÓGICOS, ÉTICOS E DE INCLUSÃO

A valorização da Cultura Maker não deve ocultar o risco de reproduzir desigualdades de acesso. Oliveira et al. (2024) apontam desafios substanciais para a implementação de iniciativas maker em escolas públicas, indicando que infraestrutura e condições institucionais interferem diretamente na continuidade das propostas. Por isso, o planejamento precisa prever alternativas de baixo custo, compartilhamento de recursos, uso de simuladores e tempos adequados para que a participação não dependa de experiências tecnológicas adquiridas fora da escola.

O uso de IoT envolve produção e circulação de dados, o que abre espaço para discutir responsabilidade digital dentro dos próprios projetos. Costa e Guedes (2022) inserem a IoT no contexto de formação tecnológica relacionada à Indústria 4.0, permitindo compreender que sistemas conectados não são neutros e exigem decisões sobre finalidade, funcionamento e aplicação. Mesmo em protótipos educacionais simples, é pertinente questionar quais dados são realmente necessários, quem pode acessá-los e como evitar coleta desnecessária de informações.

Os estereótipos sobre quem possui talento para tecnologia também precisam ser enfrentados. Serafim et al. (2025) destacam colaboração, pensamento crítico e construção como benefícios das experiências maker, dimensões que podem ser desenvolvidas por diferentes estudantes quando existem oportunidades de participação. A mediação docente deve evitar que programação seja atribuída automaticamente a quem já possui experiência e que tarefas de organização ou apresentação sejam destinadas sempre aos mesmos integrantes do grupo.

Outra tensão está na possibilidade de transformar a Cultura Maker em sequência de receitas prontas. Paula et al. (2021) mostram que o campo se relaciona à invenção, resolução de problemas e protagonismo, princípios que se enfraquecem quando todos os estudantes apenas reproduzem um protótipo idêntico. Modelos e tutoriais podem ser utilizados como apoio inicial, mas a atividade precisa abrir espaço para escolhas, adaptação, explicação e produção de soluções próprias, de modo que a tecnologia seja meio de autoria e não apenas objeto de imitação.

A integração curricular também pode falhar quando o projeto se torna um evento isolado sem continuidade conceitual. Gonzaga (2022) evidencia que a Cultura Maker ganha força quando articulada a currículo, interdisciplinaridade e pedagogia de projetos, indicando que o fazer precisa dialogar com objetivos formativos permanentes. A escola deve planejar como as experiências maker se conectam a conhecimentos trabalhados antes e depois do projeto, evitando a sensação de que a atividade tecnológica ocupa um espaço separado do ensino regular.

A pressão por resultados visualmente impressionantes pode desviar a atenção do processo de aprendizagem. Lemos e Valente (2023) destacam a relevância das questões-problema e das articulações curriculares que surgem durante a produção de protótipos, mostrando que o valor pedagógico está no percurso. Um projeto tecnicamente simples pode produzir aprendizagem profunda se exigir investigação e justificativa, enquanto um artefato complexo montado sem compreensão pode oferecer pouca evidência de desenvolvimento conceitual.

A inovação educacional precisa, por fim, ser acompanhada por avaliação crítica das práticas implementadas. Vieira e Sabbatini (2025) mostram que projetos maker articulados ao pensamento computacional podem incentivar criatividade, experimentação e solução de problemas locais, mas esses resultados precisam ser observados em relação aos objetivos definidos. Registrar dificuldades, participação, estratégias de resolução e aprendizagens percebidas ajuda a transformar experiências isoladas em conhecimento pedagógico que pode orientar novos projetos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A articulação entre Internet das Coisas e Cultura Maker oferece uma possibilidade consistente para ampliar a educação tecnológica, porque aproxima conceitos digitais do mundo físico e permite que estudantes aprendam por meio da criação de soluções. Sensores, plataformas de simulação, microcontroladores e protótipos conectados tornam-se pedagogicamente relevantes quando integram situações investigativas nas quais o estudante identifica problemas, planeja, testa, registra, comunica e aprimora suas próprias ideias.

A aprendizagem baseada em projetos constitui uma estrutura especialmente adequada para organizar essas experiências, pois transforma conteúdos técnicos em recursos para alcançar uma finalidade compreensível. Ao trabalhar com desafios contextualizados, os estudantes podem articular programação, ciência, matemática, comunicação e sustentabilidade, desenvolvendo uma visão mais integrada dos sistemas tecnológicos e reconhecendo que problemas reais exigem conhecimentos de diferentes áreas.

O desenvolvimento da criatividade e da inovação depende menos da quantidade de equipamentos disponíveis do que da qualidade das perguntas e das oportunidades de autoria oferecidas aos estudantes. Ambientes maker podem começar com materiais simples e evoluir gradualmente, desde que preservem experimentação, colaboração, revisão e reflexão. O protótipo deve ser compreendido como parte de um percurso de aprendizagem e não como único indicador de sucesso da atividade.

A implementação dessas propostas exige formação continuada de professores, planejamento curricular, manutenção de recursos e

estratégias de inclusão. A tecnologia precisa ser acessível a estudantes com diferentes experiências prévias, e a organização dos grupos deve garantir participação real nas tarefas intelectuais e técnicas. Também é necessário abordar criticamente questões relacionadas à coleta de dados, à sustentabilidade, ao uso responsável dos equipamentos e às desigualdades de acesso.

Conclui-se que IoT e Cultura Maker podem fortalecer uma educação tecnológica orientada à autonomia, à criatividade, ao pensamento crítico e à construção coletiva de conhecimento. Para alcançar esse potencial, a inovação deve permanecer subordinada às finalidades educacionais: não se trata de inserir dispositivos conectados porque são recentes, mas de utilizá-los para criar experiências nas quais aprender tecnologia signifique compreender, projetar, testar, argumentar e transformar ideias em soluções responsáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque Neto, A. G. de, & Manguiera, V. dos S. (2024). Cultura maker, uso do microcontrolador Arduino. *Revista Práxis: Saberes da Extensão*, 12(24), 87–96. <https://doi.org/10.18265/2318-23692024v12n24p87-96>

Andrade, F., & Félix, L. C. (2024). “Cultura Maker para Educadores”: um projeto de curso híbrido baseado em MOOC. *EaD em Foco*, 14(1), e2123. <https://doi.org/10.18264/eadf.v14i1.2123>

Braga, M. (2026). Da teoria à prototipagem: Tinkercad e Arduino no ensino de computação aplicada à Internet das Coisas. *Metodologias e Aprendizado*, 9, 161–171. <https://doi.org/10.21166/metapre.v9i.6742>

Bremgartner, V., Fernandes, P., Sousa, J., & Souza, J. C. (2022). Aprendizagem baseada em projetos aplicada a cursos de formação inicial e continuada em Cultura Maker. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 17(3), 1943–1957. <https://doi.org/10.21723/riaee.v17i3.16409>

Costa, J. da C., & Guedes, L. A. (2022). Proposta de integração curricular com Internet das Coisas na Educação Profissional Técnica de Nível Médio. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 244–254). Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225171>

Gonzaga, K. V. P. (2022). Construindo uma proposta curricular inovadora na educação básica a partir da cultura maker. *Revista e-Curriculum*, 20(3), 1084–1109. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2022v20i3p1084-1109>

Lemos, S. D. V., & Valente, J. A. (2023). Estudo da Cultura Maker na escola. *Revista e-Curriculum*, 21, e60975. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2023v21e60975>

Oliveira, D. S. de, Taffner, M. B., Pereira, E. P., Marques, F. P., & Gomes, R. C. e. (2024). Cultura Maker na Educação: benefícios e desafios em iniciativas extracurriculares para escolas públicas. *Caderno Pedagógico*, 21(10), e9615. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-283>

Paula, B. B. de, Martins, C. B., & Oliveira, T. de. (2021). Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: revisão sistemática da literatura no Brasil. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, 7, e134921. <https://doi.org/10.31417/educitec.v7i1349>

Santana, F. P. de, & Machado, P. H. F. (2025). Aprendizagem prática: proposta de aplicação de IoT como ferramenta de ensino em tecnologia. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, 6(7), e6570. <https://doi.org/10.47820/recima21.v6i7.6570>

Santos, Y. da S., Santos, E. A. F. dos, Fernandes, I. C. B., Belém, D. F., Saraiva, P. M., & Costa, F. C. (2024). A importância da Internet das Coisas (IoT) na educação tecnológica: um estudo de caso em uma escola de ensino médio. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 10(12), 4116–4122. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i12.17702>

Serafim, R. de S. G., Abreu, F. G. da S., Gondim, R. de S., Marçal, E., & Vasconcelos, F. H. L. (2025). Aplicabilidade da Cultura Maker na educação e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC, 15(2), 271–290. <https://doi.org/10.31512/encitec.v15i2.1687>

Vieira, S. da S., & Sabbatini, M. (2025). Cultura Maker, abordagem STEAM e pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental. Revista Docência e Cibercultura, 9(2), 1–14. <https://doi.org/10.12957/redoc.2025.82852>