

INTERNET DAS COISAS (IOT) E INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO: PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA SUSTENTABILIDADE, AUTOMAÇÃO E CONSUMO CONSCIENTE NO AMBIENTE ESCOLAR

**INTERNET OF THINGS (IOT) AND INNOVATION IN EDUCATION:
INTERDISCIPLINARY PRACTICES FOR SUSTAINABILITY, AUTOMATION,
AND CONSCIOUS CONSUMPTION IN THE SCHOOL ENVIRONMENT**

Ciências Humanas • 09/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/786252758](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/786252758)

Catiene Cardoso Silva Lima

Cinira Aires Mendes

Liene Luque dos Santos

Magna Bonfim Luz

Pedro de Souza Ramos

Rosiléia Dias dos Santos

Sérgio Messias Ferreira

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) amplia as possibilidades de integração entre objetos físicos, sensores, redes digitais e processos de tomada de decisão, o que permite transformar espaços escolares em ambientes de investigação, autoria e gestão sustentável. Este artigo analisa as contribuições da IoT para a inovação educacional, com ênfase em práticas interdisciplinares relacionadas à sustentabilidade, à automação e ao consumo consciente de água, energia e materiais. Metodologicamente, desenvolve-se uma revisão narrativa de literatura, de abordagem qualitativa, fundamentada em produções de autores brasileiros publicadas entre 2021 e 2026 e identificadas por DOI verificável. A discussão articula fundamentos da IoT, robótica educacional, cultura maker, aprendizagem baseada em projetos, educação ambiental crítica, cidadania digital e gestão de dados. São examinadas possibilidades pedagógicas como hortas inteligentes, estações de monitoramento ambiental, sistemas de irrigação automatizada, medição do consumo elétrico, controle de iluminação, acompanhamento de reservatórios, coleta seletiva assistida por sensores e painéis de visualização de dados. Argumenta-se que a relevância educativa dessas soluções não reside apenas no uso de dispositivos, mas na capacidade de mobilizar problemas reais, integrar componentes curriculares, produzir evidências e promover decisões coletivas. Também são discutidos desafios de infraestrutura, formação docente, segurança, privacidade, manutenção, descarte eletrônico e equidade de acesso. Conclui-se que projetos de IoT podem converter a escola em laboratório vivo de sustentabilidade, desde que sejam orientados por objetivos pedagógicos claros, planejamento interdisciplinar, participação estudantil e critérios éticos de uso dos dados.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Inovação educacional; Sustentabilidade; Automação; Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) expands the possibilities of integrating physical objects, sensors, digital networks, and decision-making processes, enabling schools to become environments for inquiry, authorship, and sustainable management. This article analyzes the contributions of IoT to educational innovation, emphasizing interdisciplinary practices related to sustainability, automation, and the conscious consumption of water, energy, and materials. Methodologically, it presents a qualitative narrative literature review grounded in works by Brazilian authors published between 2021 and 2026 and identified through verifiable DOIs. The discussion connects IoT foundations, educational robotics, maker culture, project-based learning, critical environmental education, digital citizenship, and data management. Pedagogical possibilities include smart gardens, environmental monitoring stations, automated irrigation systems, electricity consumption measurement, lighting control, reservoir monitoring, sensor-assisted selective waste collection, and data visualization dashboards. The educational relevance of these solutions lies not merely in the use of devices but in their capacity to address real problems, integrate curricular areas, produce evidence, and support collective decisions. The article also discusses infrastructure, teacher education, safety, privacy, maintenance, electronic waste, and access equity. It concludes that IoT projects can turn the school into a living sustainability laboratory when guided by clear pedagogical goals, interdisciplinary planning, student participation, and ethical criteria for data use.

Keywords: Internet of Things; Educational innovation; Sustainability; Automation; Interdisciplinarity.

1. INTRODUÇÃO

A expansão das tecnologias conectadas alterou a forma como pessoas, organizações e instituições educacionais observam fenômenos, registram informações e respondem a situações do cotidiano. Nesse cenário, a Internet das Coisas, conhecida pela sigla IoT, caracteriza-se pela conexão de objetos físicos dotados de sensores, atuadores e capacidade de comunicação. Esses objetos podem coletar dados do ambiente, compartilhar informações e executar ações previamente programadas. Lara et al. (2021) explicam que a IoT não se limita à conexão técnica entre equipamentos, pois interfere na relação entre pessoas, processos e mercados, produzindo novas formas de interação e gestão. No espaço escolar, essa lógica pode ser ressignificada pedagogicamente para aproximar conceitos abstratos de problemas concretos, permitindo que estudantes investiguem o consumo de recursos, interpretem dados e proponham intervenções.

A presença da IoT na educação não deve ser entendida como simples aquisição de dispositivos. A inovação ocorre quando sensores, placas programáveis, aplicativos e painéis digitais são incorporados a sequências didáticas que favorecem participação, investigação e autoria. Rocha (2023) destaca que práticas com IoT possuem potencial interdisciplinar porque articulam diferentes conhecimentos em torno de projetos, favorecendo a colaboração e o uso de metodologias ativas. Essa característica é especialmente relevante para a educação básica, onde desafios relacionados à água, à energia, aos resíduos, à qualidade do ar e ao cuidado com espaços comuns podem integrar Ciências, Matemática, Geografia, Língua Portuguesa, Tecnologia, Arte e Educação Ambiental.

A escola é, ao mesmo tempo, espaço de aprendizagem e unidade consumidora de recursos. Salas de aula, cozinhas, laboratórios,

banheiros, jardins e áreas administrativas demandam energia elétrica, água, materiais e manutenção. Quando esses consumos permanecem invisíveis, torna-se difícil compreender desperdícios ou avaliar mudanças de comportamento. Yasuoka et al. (2023), ao analisarem uma solução de IoT para gestão energética em um campus brasileiro, demonstram que o monitoramento contínuo pode apoiar decisões de eficiência e ações educativas. Embora o estudo tenha sido realizado no ensino superior, sua lógica pode ser adaptada à educação básica por meio de projetos de menor escala, como medidores de luminosidade, temperatura, umidade, nível de água ou tempo de funcionamento de equipamentos.

A aproximação entre IoT e sustentabilidade favorece uma educação ambiental baseada em evidências. Em vez de restringir o tema a campanhas pontuais, a escola pode acompanhar dados reais, identificar padrões e verificar o impacto de suas ações. Rosa, Kauchakje e Fontana (2024) observam que a educação ambiental escolar ainda apresenta contradições entre teoria e prática, além de fragilidades relacionadas à formação e às condições institucionais. Projetos de monitoramento podem contribuir para superar parte dessa fragmentação, desde que os dados sejam problematizados e relacionados às dimensões sociais, econômicas, culturais e políticas da sustentabilidade.

As experiências brasileiras mais recentes indicam que a IoT pode ser trabalhada com estudantes da educação básica por meio da robótica educacional, da aprendizagem criativa e da cultura maker. Asquino e Kniess (2025) relatam atividades em que estudantes dos anos finais do ensino fundamental desenvolveram soluções para problemas reais, integrando robótica e IoT. Santos e Couto (2026), ao investigarem experiências em escolas baianas, reforçam que a

tecnologia pode ampliar práticas de experimentação, colaboração e produção de conhecimento. Esses resultados sugerem que a escola pode deixar de ser apenas consumidora de soluções prontas para tornar-se espaço de criação tecnológica situada.

Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é analisar como a Internet das Coisas pode contribuir para a inovação educacional por meio de práticas interdisciplinares voltadas à sustentabilidade, à automação e ao consumo consciente no ambiente escolar. Busca-se discutir fundamentos, possibilidades pedagógicas, exemplos de projetos, formas de integração curricular e desafios éticos e institucionais. A questão orientadora é: de que maneira projetos educacionais com IoT podem transformar dados do cotidiano escolar em experiências de aprendizagem e em ações coletivas de uso responsável dos recursos?

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, organizada na forma de revisão narrativa. Essa opção metodológica é adequada ao objetivo de articular contribuições provenientes de diferentes campos, como educação, computação, sustentabilidade, robótica, cultura maker e cidadania digital. A revisão não pretende mensurar a totalidade da produção científica sobre IoT na educação, mas construir uma síntese interpretativa capaz de apoiar práticas escolares e indicar critérios para o planejamento de projetos interdisciplinares.

Foram priorizadas publicações de autores brasileiros divulgadas entre 2021 e 2026, período correspondente aos cinco anos mais recentes considerados na elaboração do artigo. A seleção

contemplou estudos diretamente relacionados à IoT educacional, experiências de robótica e cultura maker, pesquisas sobre sustentabilidade e educação ambiental, trabalhos sobre gestão energética com sensores e discussões acerca de cidadania digital. Como critério de confiabilidade, foram incluídas apenas produções com DOI identificável e verificável. Também se privilegiaram artigos e trabalhos completos que apresentassem resultados, experiências ou fundamentos aplicáveis ao contexto escolar.

A análise foi conduzida por eixos temáticos: fundamentos da IoT; inovação e aprendizagem ativa; interdisciplinaridade; sustentabilidade e educação ambiental; automação e gestão escolar; consumo consciente; formação docente; segurança, privacidade e inclusão. Em seguida, os achados foram relacionados a possibilidades de aplicação na educação básica. Esse movimento interpretativo reconhece que algumas experiências foram realizadas no ensino superior ou técnico, mas seus princípios podem inspirar adaptações para diferentes etapas, desde que respeitadas a faixa etária, a infraestrutura e a intencionalidade pedagógica.

3. INTERNET DAS COISAS, CULTURA DIGITAL E INOVAÇÃO EDUCACIONAL

A IoT pode ser compreendida como uma arquitetura em camadas. Na camada física, sensores registram grandezas como temperatura, luminosidade, umidade, presença, vazão ou nível de reservatórios. Na camada de comunicação, os dados são transmitidos por redes locais ou pela internet. Na camada de processamento, programas organizam as informações e podem gerar alertas, gráficos ou comandos. Por fim, atuadores executam ações, como acender uma lâmpada, abrir uma válvula ou acionar um ventilador. Em um

projeto educacional, cada camada oferece oportunidades de aprendizagem: a Física explica grandezas e circuitos; a Matemática organiza medidas; a Computação trabalha algoritmos; e as Ciências Humanas discutem impactos sociais e ambientais.

Rocha (2023) identifica a aprendizagem baseada em projetos, a experimentação e a interdisciplinaridade como caminhos recorrentes para o ensino com IoT. Essas metodologias favorecem situações em que os estudantes precisam planejar, testar, documentar, corrigir e comunicar resultados. Diferentemente de atividades fechadas, os projetos de IoT lidam com variáveis do mundo real: sensores podem apresentar ruídos, conexões podem falhar e os dados podem exigir interpretação. O erro, nesse contexto, deixa de ser apenas resultado inadequado e torna-se fonte de investigação sobre calibração, limites do sistema e confiabilidade da informação.

A inovação educacional associada à IoT também está vinculada à autoria. Asquino e Kniess (2025) demonstram que a integração entre robótica educacional e aprendizagem criativa estimula a produção de soluções para problemas percebidos pelos próprios estudantes. Quando a turma participa da escolha do desafio, o projeto tende a ganhar sentido social. A pergunta “como reduzir o desperdício de água na escola?” mobiliza conhecimentos diferentes da proposta meramente técnica “como ligar um sensor”. O primeiro enunciado exige observação, levantamento de hipóteses, negociação, prototipagem e avaliação de impacto.

Santos et al. (2023) relatam capacitações em robótica e IoT com centenas de estudantes de escolas públicas, destacando o estímulo ao raciocínio lógico, à criatividade, à colaboração e à autonomia. A

experiência mostra que a formação tecnológica pode ser desenvolvida de forma lúdica e vinculada à cultura maker. Essa cultura valoriza o aprender fazendo, a reutilização de materiais, a documentação de processos e a circulação de conhecimentos. No entanto, o caráter prático não dispensa fundamentação: a montagem precisa ser acompanhada de registros, explicações, análise de dados e reflexão sobre os usos sociais da tecnologia.

A robótica educacional contribui para essa integração ao oferecer um suporte material para a programação. Cardoso, Trentin e Mendonça Neto (2025) verificaram que a articulação entre robótica e pensamento computacional favorece uma abordagem ativa para o ensino de algoritmos e lógica. Em projetos de sustentabilidade, o algoritmo pode assumir funções compreensíveis: comparar a umidade do solo com um valor de referência, calcular médias de consumo, identificar horários de maior gasto ou emitir um alerta quando um reservatório atinge nível baixo. A programação passa a responder a uma finalidade observável no cotidiano.

4. INTERDISCIPLINARIDADE E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS REAIS

A interdisciplinaridade não consiste apenas em reunir professores de áreas diferentes em uma mesma atividade. Ela se efetiva quando um problema exige conceitos, métodos e linguagens de vários componentes curriculares. A IoT favorece esse movimento porque conecta fenômenos físicos, dados, decisões e consequências sociais. Um projeto sobre qualidade do ar, por exemplo, pode envolver Ciências na compreensão de partículas e ventilação; Matemática na análise de séries temporais; Geografia na relação com clima e

urbanização; Língua Portuguesa na produção de relatórios; e Arte na elaboração de infográficos.

A aprendizagem baseada em problemas reais fortalece a relação entre currículo e território. Santos e Couto (2026) evidenciam que experiências com IoT em escolas podem estimular investigação de situações locais e produção colaborativa. Assim, o ponto de partida pode ser uma observação simples: torneiras que permanecem abertas, salas iluminadas sem necessidade, excesso de calor, falta de irrigação, descarte inadequado de resíduos ou dificuldade para acompanhar o nível de caixas d'água. Esses problemas não são pretextos; constituem objetos de estudo que afetam a vida coletiva.

O planejamento interdisciplinar pode começar com uma pergunta orientadora, seguida de levantamento de conhecimentos prévios e definição de indicadores. Se o problema for desperdício de energia, a turma precisa decidir o que observar: tempo de iluminação, quantidade de equipamentos, temperatura, ocupação das salas ou hábitos de uso. A escolha do indicador é uma decisão científica e política, pois define quais aspectos serão tornados visíveis. Yasuoka et al. (2023) demonstram que a gestão energética baseada em IoT combina monitoramento, comportamento dos usuários e ações de conscientização.

A coleta de dados deve ser acompanhada de práticas de validação. Estudantes podem comparar medições de sensores com instrumentos convencionais, repetir registros, identificar valores discrepantes e discutir margens de erro. Essa etapa evita a crença de que todo dado digital é automaticamente verdadeiro. Vicari (2021), ao discutir tecnologias inteligentes no ensino, chama atenção para a crescente presença de sistemas capazes de processar grandes

volumes de informações. A escola precisa formar estudantes que compreendam tanto as possibilidades quanto os limites dessas tecnologias.

A comunicação dos resultados amplia o alcance da aprendizagem. Os dados podem ser apresentados em reuniões, feiras de ciências, murais, blogs, podcasts ou painéis digitais. Machado et al. (2023) discutem recursos imersivos para a educação em desenvolvimento sustentável, indicando que ambientes digitais podem apoiar conscientização e visualização de situações ambientais. Mesmo sem recursos complexos, a escola pode criar narrativas interativas com gráficos, mapas e simulações que mostrem o antes e o depois de uma intervenção.

A avaliação de um projeto interdisciplinar precisa considerar dimensões diversas: domínio conceitual, qualidade dos dados, funcionamento do protótipo, cooperação, capacidade de argumentação e impacto da solução. Avaliar apenas se o circuito funciona reduziria o projeto à montagem técnica. O objetivo educacional é compreender o problema, justificar escolhas e refletir sobre consequências. Dessa forma, a IoT torna-se meio de construção do conhecimento e não um fim em si mesma.

5. IOT, SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

A sustentabilidade escolar envolve práticas ambientais, econômicas e sociais. Economizar água ou energia é importante, mas a discussão precisa incluir acesso, justiça, responsabilidade coletiva e condições de infraestrutura. Rosa, Kauchakje e Fontana (2024) defendem uma educação ambiental crítica, capaz de superar abordagens naturalistas e ações fragmentadas. A IoT pode contribuir

quando os dados são usados para problematizar relações de consumo e gestão, e não apenas para promover comportamentos individuais descontextualizados.

Yasuoka et al. (2023) apresentam um sistema de gestão energética que associa dados técnicos, conforto dos usuários e educação para a eficiência. Esse princípio é relevante para escolas, pois medidas de economia não devem comprometer condições de aprendizagem. Desligar ventiladores em uma sala excessivamente quente, por exemplo, pode reduzir consumo, mas prejudicar o bem-estar. O projeto precisa considerar a relação entre eficiência, saúde, conforto e qualidade do ambiente. A sustentabilidade exige decisões equilibradas e participativas.

A educação ambiental mediada por tecnologia também precisa evitar o solucionismo, isto é, a ideia de que todo problema ambiental será resolvido por um dispositivo. Sensores não substituem políticas de manutenção, investimento público ou mudanças organizacionais. Eles podem revelar vazamentos, mas o conserto depende de recursos e gestão. Podem mostrar desperdícios, mas a mudança requer diálogo e responsabilidade. Santos e Couto (2026) indicam que experiências escolares com IoT ganham força quando articuladas à participação, à reflexão e à criação coletiva.

O consumo consciente pode ser abordado a partir da relação entre necessidade, uso e impacto. Estudantes podem investigar quais aparelhos permanecem conectados sem utilização, quanto tempo as luzes ficam acesas, quais materiais são descartados e como o uso de água varia em diferentes espaços. A produção de dados transforma percepções vagas em informações discutíveis. Porém, é necessário proteger a comunidade de práticas de vigilância. O foco

deve estar nos processos e ambientes, não na exposição de indivíduos.

Quando integrada ao projeto político-pedagógico, a IoT pode apoiar uma cultura institucional de sustentabilidade. Os dados produzidos pelos estudantes podem subsidiar metas, campanhas, reorganização de rotinas e prestação de contas à comunidade. Silva e Freire (2023) destacam a importância das instituições educacionais na ampliação do compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A escola torna-se um laboratório vivo quando aprende com seu próprio funcionamento e transforma conhecimento em ação coletiva.

6. PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES DE IOT NO AMBIENTE ESCOLAR

As possibilidades de aplicação da IoT no ambiente escolar são amplas e podem ser desenvolvidas em diferentes níveis de complexidade. O princípio comum é partir de um problema, definir variáveis, coletar dados, construir uma interpretação e propor uma intervenção. Asquino e Kniess (2025) mostram que estudantes dos anos finais podem desenvolver projetos conectados a problemas reais quando contam com mediação e espaço para experimentação. A seguir, são apresentadas propostas que podem ser adaptadas conforme os recursos disponíveis.

6.1. Horta Inteligente e Irrigação Automatizada

Uma horta inteligente pode utilizar sensores de umidade do solo para acompanhar a necessidade de irrigação. Em uma versão simples, os dados são exibidos em uma tela ou aplicativo; em uma versão automatizada, uma bomba é acionada quando a umidade

fica abaixo de um valor definido. O projeto permite estudar necessidades das plantas, tipos de solo, evaporação, clima, unidades de medida e programação condicional. A turma pode comparar o consumo de água antes e depois da automação e avaliar se o sistema realmente evita desperdícios.

6.2. Monitoramento do Consumo de Energia e Iluminação

O monitoramento energético pode começar com sensores de luminosidade e presença, sem intervenção direta na rede elétrica. A turma registra horários em que as luzes permanecem acesas apesar da iluminação natural ou da ausência de pessoas. Com autorização e suporte técnico, medidores apropriados podem acompanhar o consumo de determinados equipamentos. Yasuoka et al. (2023) demonstram que sistemas de gestão energética ganham efetividade quando combinam dados, comportamento e educação dos usuários.

6.3. Controle de Água e Detecção de Desperdícios

Sensores de nível podem acompanhar reservatórios e alertar para variações inesperadas. Sensores de fluxo, quando instalados por profissionais, ajudam a observar consumo e possíveis vazamentos. Em atividades escolares, também é possível construir protótipos de pequena escala, com recipientes e circuitos de baixa tensão, para simular o funcionamento de caixas d'água. A simulação reduz riscos e permite compreender princípios antes de qualquer aplicação real.

6.4. Estação Ambiental e Conforto Térmico

Uma estação ambiental escolar pode registrar temperatura, umidade, luminosidade e, conforme os equipamentos disponíveis,

concentração de dióxido de carbono ou partículas. Os estudantes comparam salas, horários e condições de ventilação. A análise pode apoiar debates sobre conforto térmico, arborização, arquitetura escolar e mudanças climáticas. O projeto também permite avaliar a confiabilidade dos sensores por comparação com dados meteorológicos públicos.

6.5. Coleta Seletiva e Gestão de Resíduos

Projetos de coleta seletiva podem utilizar sensores de distância para indicar o nível de preenchimento de recipientes ou etiquetas digitais para registrar tipos e quantidades de resíduos. O sistema pode gerar alertas para evitar transbordamento e apoiar a organização da coleta. Entretanto, a tecnologia precisa ser acompanhada de estudo sobre redução, reutilização, reciclagem e destino dos materiais. O monitoramento não resolve a produção excessiva de resíduos, mas fornece dados para discutir hábitos e infraestrutura.

6.6. Automação de Espaços e Acessibilidade

A automação pode melhorar o uso de espaços, desde que seja planejada com critérios de segurança e inclusão. Sensores de presença podem auxiliar na iluminação de corredores, avisos sonoros ou visuais podem indicar condições ambientais e dispositivos podem facilitar o acionamento de recursos. Santos et al. (2023) associam robótica e IoT à inclusão digital e à transformação social, ressaltando que a participação em projetos tecnológicos pode ampliar autonomia e interesse por áreas científicas.

7. AUTOMAÇÃO, DADOS E GESTÃO ESCOLAR PARTICIPATIVA

A automação escolar é frequentemente associada à eficiência operacional, mas seu valor educacional aumenta quando os processos são transparentes e participativos. Um sistema que aciona irrigação ou emite alertas pode ser estudado pelos estudantes, documentado e avaliado. Assim, a infraestrutura torna-se objeto de aprendizagem. Yasuoka et al. (2023) mostram que a gestão baseada em IoT pode apoiar decisões e educação para a eficiência, combinando monitoramento com envolvimento dos usuários.

O uso de dados pode fortalecer a argumentação em decisões escolares. Em vez de afirmar que uma sala é muito quente, a turma pode apresentar registros de temperatura, horários e ocupação. Em vez de supor desperdício, pode comparar padrões. Santos e Couto (2026) indicam que a IoT escolar favorece práticas de produção de conhecimento ligadas ao cotidiano. Esse movimento aproxima ciência e cidadania, pois ensina a sustentar propostas com evidências e a reconhecer limites dos dados.

Automação não significa ausência de pessoas. Sistemas precisam de manutenção, revisão e possibilidade de intervenção manual. Uma válvula automática pode falhar, um sensor pode perder calibração e a conexão pode ficar indisponível. O projeto pedagógico deve incluir planos de contingência e explicar que tecnologias são construções humanas sujeitas a erros. Cardoso, Trentin e Mendonça Neto (2025) mostram que a robótica favorece aprendizagem ativa justamente porque envolve testar e revisar soluções.

O monitoramento também pode apoiar a prestação de contas e a continuidade dos projetos. Registros de consumo, manutenção e resultados permitem verificar se uma intervenção produziu efeito. Entretanto, números não devem ser usados para criar competição

injusta entre turmas ou escolas. A gestão participativa utiliza dados para aprender e melhorar, não para punir. Silva e Freire (2023) associam a educação para a sustentabilidade à formação ética e ao compromisso institucional, princípios que devem orientar qualquer sistema de indicadores.

8. FORMAÇÃO DOCENTE, INFRAESTRUTURA E EQUIDADE

A implementação de projetos com IoT depende de formação docente que integre conhecimento técnico e pedagógico. Não é necessário que todos os professores sejam especialistas em eletrônica ou programação, mas é importante compreender os princípios do sistema, formular problemas investigáveis e organizar a colaboração. Rocha (2023) aponta a diversidade de ferramentas e metodologias como um desafio para a adoção educacional da IoT. A formação deve, portanto, partir de projetos simples, materiais acessíveis e objetivos curriculares claros.

A infraestrutura deve ser planejada para continuidade. Muitos projetos são iniciados com entusiasmo, mas interrompidos por falta de peças, conexão, armazenamento ou manutenção. Ribeiro Neto et al. (2024) destacam que a cultura maker possui potencial para metodologias ativas, embora exija condições institucionais. Um projeto sustentável precisa de inventário, regras de uso, identificação dos componentes, documentação dos códigos e previsão de reposição. O conhecimento não pode ficar concentrado em uma única pessoa.

A equidade é um critério central. A ausência de laboratório sofisticado não impede experiências com IoT, mas exige adaptação. Simuladores, kits compartilhados, materiais de baixo custo e

protótipos em pequena escala podem ampliar o acesso. A atividade deve garantir que todos participem de tarefas intelectualmente relevantes, evitando que apenas alguns estudantes manipulem equipamentos enquanto outros assumem funções periféricas. Lima et al. (2023) reforçam a importância de ações que ampliem a participação de grupos historicamente afastados das áreas científicas e tecnológicas.

A formação docente deve incluir segurança. Projetos escolares devem utilizar baixa tensão e componentes apropriados, sem intervenções improvisadas na rede elétrica ou hidráulica. Aplicações reais que envolvam instalações prediais precisam de profissionais habilitados e autorização institucional. A escola pode trabalhar conceitos e protótipos de forma segura, preservando a dimensão investigativa. A inovação responsável reconhece limites e não transforma estudantes em responsáveis por tarefas de risco.

A avaliação da infraestrutura também deve considerar conectividade e proteção dos dispositivos. Nem todo projeto precisa enviar dados para a nuvem; redes locais e armazenamento no próprio equipamento podem ser suficientes. Essa decisão pode reduzir custos e riscos. Menezes, Schlemmer e Di Felice (2024) defendem uma cidadania digital capaz de compreender a algoritmização do cotidiano. Escolher onde e como os dados circulam faz parte dessa formação.

A continuidade depende ainda de integrar o projeto ao currículo e ao planejamento anual. Atividades isoladas, realizadas apenas em feiras, podem gerar interesse, mas raramente transformam práticas institucionais. Quando os dados são coletados ao longo de semanas ou meses, diferentes turmas podem participar e comparar períodos.

O projeto torna-se patrimônio pedagógico da escola, com possibilidade de aperfeiçoamento progressivo.

9. ÉTICA, PRIVACIDADE, SEGURANÇA E SUSTENTABILIDADE DIGITAL

A IoT amplia a capacidade de observação dos ambientes, mas também pode ampliar a vigilância. Por isso, projetos educacionais devem priorizar dados ambientais e evitar coleta de informações pessoais desnecessárias. Sensores de temperatura, luminosidade ou umidade geralmente não identificam indivíduos. Já sistemas de presença, imagem, voz ou localização exigem avaliação rigorosa, consentimento e proteção. A pergunta ética fundamental é se o dado é realmente necessário para o objetivo pedagógico.

Menezes, Schlemmer e Di Felice (2024) relacionam cidadania digital ao desenvolvimento do pensamento computacional em uma sociedade algoritmizada. Essa perspectiva ajuda a compreender que estudantes não devem apenas usar sistemas, mas discutir quem os projeta, quais dados coletam e quais decisões automatizam. Em um projeto de IoT, a turma pode elaborar um mapa do fluxo de dados, indicando origem, armazenamento, acesso e tempo de retenção. Essa atividade transforma privacidade em conteúdo concreto.

A segurança cibernética também precisa ser abordada de maneira adequada à faixa etária. Senhas padrão, redes abertas e dispositivos desatualizados podem permitir acesso indevido. A escola deve adotar configurações seguras, limitar permissões e evitar exposição pública de equipamentos. Não é necessário transformar o projeto em curso avançado de segurança, mas os estudantes podem

compreender princípios como autenticação, atualização, minimização de dados e responsabilidade no compartilhamento.

A confiabilidade dos dados possui dimensão ética. Decisões sobre conforto, consumo ou manutenção não devem ser tomadas com base em sensores sem verificação. Valores podem ser afetados por posicionamento, temperatura, interferência ou falhas de conexão. Vicari (2021) ressalta que tecnologias inteligentes ampliam a capacidade de processamento, mas também exigem análise crítica. A escola deve ensinar que automatizar uma decisão não elimina a necessidade de julgamento humano.

A sustentabilidade digital envolve consumo energético dos próprios dispositivos, vida útil, reparabilidade e descarte. Um projeto que pretende reduzir resíduos não pode ignorar baterias e componentes eletrônicos. A cultura maker oferece possibilidades de reaproveitamento, porém os materiais devem ser selecionados com segurança. Ribeiro Neto et al. (2024) destacam que práticas maker precisam de planejamento e infraestrutura, o que inclui organização dos materiais e responsabilidade ambiental.

A comunidade escolar deve conhecer os objetivos do projeto e participar da definição de regras. Transparência, documentação e revisão periódica ajudam a construir confiança. Santos e Couto (2026) mostram que a apropriação escolar da IoT depende das relações pedagógicas e sociais estabelecidas em torno da tecnologia. A inovação responsável ocorre quando a comunidade compreende o sistema, pode questioná-lo e participa de suas decisões.

10. DISCUSSÃO

A literatura analisada permite afirmar que a IoT possui potencial para aproximar educação tecnológica e sustentabilidade, mas esse potencial não se realiza automaticamente. Os estudos convergem ao valorizar metodologias ativas, projetos, colaboração e produção de soluções contextualizadas. Rocha (2023) identifica a interdisciplinaridade como característica central das práticas educacionais com IoT; Asquino e Kniess (2025) demonstram que estudantes podem criar respostas para problemas reais; e Santos e Couto (2026) evidenciam experiências escolares situadas no contexto brasileiro.

Os resultados também mostram que o dado é elemento articulador. Sensores transformam fenômenos em registros, mas a aprendizagem ocorre quando esses registros são questionados, comparados e comunicados. A IoT oferece uma ponte entre experiência e representação: o calor percebido torna-se série de temperatura; a impressão de desperdício torna-se padrão de consumo; e a necessidade de irrigação torna-se relação entre umidade e desenvolvimento das plantas. Essa passagem favorece alfabetização científica, estatística e digital.

A sustentabilidade fornece sentido social aos projetos. Rosa, Kauchakje e Fontana (2024) alertam para a distância entre discursos e práticas na educação ambiental. Projetos de IoT podem reduzir essa distância ao permitir acompanhamento contínuo e avaliação de intervenções. Contudo, existe o risco de restringir a sustentabilidade à eficiência. A análise deve incluir justiça, acesso, condições de trabalho, políticas públicas e impactos do próprio sistema tecnológico.

A cultura maker e a robótica ampliam a possibilidade de materializar ideias, mas a montagem precisa estar subordinada ao objetivo educacional. Santos et al. (2023) e Cardoso, Trentin e Mendonça Neto (2025) apontam ganhos relacionados à criatividade, colaboração, lógica e protagonismo. Esses ganhos são mais prováveis quando há tempo para reflexão, documentação e revisão. Projetos rápidos, centrados apenas no produto, podem gerar entusiasmo sem consolidar conhecimentos.

A realidade das escolas brasileiras impõe limites de conectividade, manutenção e formação, mas também favorece soluções criativas. O uso de materiais de baixo custo, simuladores e parcerias pode ampliar possibilidades. A equidade, entretanto, não deve ser confundida com precarização. Projetos acessíveis precisam manter qualidade pedagógica, segurança e participação. Lima et al. (2023) mostram que ações STEAM podem ampliar o interesse e a inclusão quando organizadas de forma intencional.

Com base na análise, propõe-se que um projeto escolar de IoT seja orientado por sete critérios: relevância do problema; integração curricular; participação estudantil; qualidade e proteção dos dados; segurança física e digital; sustentabilidade do ciclo de vida; e avaliação de impacto. Esses critérios ajudam a evitar tanto o tecnicismo quanto o uso meramente decorativo da tecnologia. A pergunta principal deixa de ser “qual equipamento comprar?” e passa a ser “qual aprendizagem e qual transformação coletiva se pretende promover?”.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Internet das Coisas pode contribuir para transformar o ambiente escolar em um espaço de investigação, criação e responsabilidade coletiva. Ao conectar sensores, dados e ações, os projetos permitem que estudantes observem fenômenos do cotidiano, formulem hipóteses, testem soluções e avaliem consequências. Essa dinâmica aproxima conhecimentos científicos e tecnológicos de questões concretas relacionadas à água, à energia, aos resíduos, ao conforto ambiental e ao cuidado com os espaços comuns.

A principal contribuição da IoT para a educação não está na automação isolada, mas na possibilidade de construir aprendizagens interdisciplinares. Um mesmo projeto pode integrar programação, medidas, análise de dados, comunicação, design, educação ambiental e participação cidadã. A tecnologia adquire sentido quando responde a um problema relevante e quando os estudantes compreendem as escolhas envolvidas no sistema.

As práticas voltadas ao consumo consciente precisam superar campanhas passageiras. O monitoramento contínuo permite acompanhar padrões, verificar resultados e revisar estratégias. Entretanto, os dados devem ser interpretados criticamente, considerando fatores sociais, institucionais e ambientais. A economia de recursos não pode comprometer bem-estar, inclusão ou condições adequadas de aprendizagem.

A automação deve permanecer transparente, revisável e subordinada às decisões humanas. Sistemas escolares precisam prever manutenção, intervenção manual e proteção dos dados. Também é necessário considerar o impacto ambiental dos próprios equipamentos, evitando que projetos de sustentabilidade produzam novos desperdícios ou resíduos sem destinação adequada.

A formação docente e a colaboração institucional são condições decisivas. Projetos simples, seguros e bem documentados podem produzir aprendizagens mais consistentes do que soluções sofisticadas sem intencionalidade pedagógica. A participação de diferentes áreas, profissionais e estudantes amplia a qualidade das perguntas e fortalece a continuidade das ações.

Por fim, a IoT pode converter a escola em laboratório vivo de sustentabilidade e inovação. Para isso, deve ser integrada ao currículo, ao projeto político-pedagógico e às necessidades reais da comunidade. Quando planejada com ética, segurança, equidade e participação, a tecnologia deixa de ser um objeto distante e torna-se linguagem para compreender o mundo e intervir nele de forma responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asquino, M. A., & Kniess, J. (2025). Integrando a internet das coisas na robótica educacional por meio da abordagem da aprendizagem criativa. *Texto Livre*, 18, Article e60367. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2025.60367>

Cardoso, C. C., Trentin, M. A. S., & Mendonça Neto, V. dos S. (2025). Robótica educacional e pensamento computacional: Uma estratégia pedagógica para o ensino de algoritmos e lógica de programação no ensino técnico. *Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, 11, Article e253925. <https://doi.org/10.31417/educitec.v11.2539>

Lara, J. E., Reis, L. J., Tissot-Lara, T. A., & Silva, A. de O. (2021). Admirável mundo novo na perspectiva da tríade: Internet das coisas, pessoas e

mercados. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 26(2), 124–150.
<https://doi.org/10.1590/1981-5344/3825>

Lima, W. G. de, Maciano, G. D., Santos, A. F. dos, Pereira, L. R. R., Magalhães, H. C. D., Sassi, S. B., Maciel, C., & Nunes, E. P. dos S. (2023). Por mais mulheres na ciência e na tecnologia: Ação formativa com abordagem STEAM na educação básica. In *Anais do XVII Women in Information Technology* (pp. 239–250). Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/wit.2023.230577>

Machado, L. A. L. M., Silva, T. L. da, Tarouco, L. M. R., & Herpich, F. (2023). Metaverso para educação em desenvolvimento sustentável. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 536–547). Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/sbie.2023.233539>

Menezes, J., Schlemmer, E., & Di Felice, M. (2024). Educação OnLIFE e cidadania digital: O desenvolvimento do pensamento computacional na cidade em tempos de algoritmização do mundo. *Educar em Revista*, 40, Article e88519. <https://doi.org/10.1590/1984-0411.88519>

Ribeiro Neto, J., Maia, L. E. de O., Menezes, D. B., & Vasconcelos, F. H. L. (2024). A cultura maker como metodologia ativa de ensino: Contribuições, desafios e perspectivas na educação. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 25(1), 107–115. <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2024v25n1p107-115>

Rocha, L. A. (2023). Práticas pedagógicas no ensino superior com internet das coisas: Metodologias, ferramentas e perspectivas futuras. *Texto Livre*, 16, Article e38608. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.38608>

Rosa, M. A., Kauchakje, S., & Fontana, M. I. (2024). Educação ambiental na escola: Literatura internacional e análise de estudos brasileiros. *Revista Brasileira de Educação*, 29, Article e290030. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782024290030>

Santos, C. da S., & Couto, E. S. (2026). Internet das coisas: Experiências em escolas baianas. *Práxis Educacional*, 22(53), Article e16895. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v22i53.16895>

Santos, J. B. da S., Pereira, R. I. S., Caetano, A. K., & Jucá, S. C. S. (2023). Robótica educacional e internet das coisas como ferramentas de transformação social. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola* (pp. 475–485). Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/wie.2023.234831>

Silva, N. O. da, & Freire, F. de S. (2023). Teaching for sustainability in Brazilian higher education from the perspective of the Sustainable Development Goals. *Revista Brasileira de Educação*, 28, Article e280080. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782023280080>

Vicari, R. M. (2021). Influências das tecnologias da inteligência artificial no ensino. *Estudos Avançados*, 35(101), 73–84. <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.2021.35101.006>

Yasuoka, J., Cordeiro, G. A., Brittes, J. L. P., Ordóñez, R. E. C., Bajay, S. V., & Nunes, E. (2023). IoT solution for energy management and efficiency on a Brazilian university campus: A case study. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(2), 426–448. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2021-0354>