

Robótica Educacional como Ferramenta de Auxílio no Processo de Ensino e de Aprendizagem

Title: Educational Robotics as a Support Tool in the Teaching and Learning Process

Título: Robótica Educativa como Herramienta de Apoyo en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje

Rafael Augusto Campos Moreira

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

ORCID: [0009-0004-8940-9693](https://orcid.org/0009-0004-8940-9693)

rafael.moreira@aluno.cefetmg.br

Emerson de Sousa Costa

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

ORCID: [0000-0003-1455-7195](https://orcid.org/0000-0003-1455-7195)

emerson@cefetmg.br

Resumo

A robótica educacional é um dos recursos pedagógicos disponíveis para se conseguir a atenção dos estudantes e desenvolver suas habilidades de aprendizagem, uma vez que ela os instiga a buscarem soluções e, de maneira pragmática, aplicarem o conhecimento adquirido. Assim, os estudantes participam de forma ativa no processo, engajando-se diretamente nas atividades práticas e com isso, desenvolvendo o raciocínio e o pensamento crítico. Este trabalho apresenta o relato do desenvolvimento de um projeto de extensão que aborda o uso da robótica educacional como ferramenta auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem de estudantes dos anos finais do ensino fundamental de escolas públicas. Inicialmente destaca-se a presença das tecnologias digitais na vida cotidiana, aprendida e utilizada com muita facilidade pelas crianças e adolescentes, argumentando-se sobre a importância de incorporar essas tecnologias nos processos educacionais. Destacam-se a cultura maker e a robótica como recursos educacionais importantes no despertar do interesse dos estudantes e na promoção de um aprendizado prático e interdisciplinar. O trabalho apresenta ainda o engajamento dos estudantes nas atividades, a compreensão dos conceitos abordados durante o desenvolvimento do projeto e o estímulo ao pensamento crítico e à resolução de problemas.

Palavras-chave: Robótica Educacional; Ensino; Aprendizagem; Interdisciplinaridade; Pensamento Crítico.

Abstract

Educational robotics is one of the pedagogical resources available to capture students' attention and develop their learning skills, as it prompts them to seek solutions and, pragmatically, apply the acquired knowledge. Thus, students actively participate in the process, engaging directly in practical activities and thereby developing reasoning and critical thinking. This paper presents the account of the development of an extension project that addresses the use of educational robotics as an auxiliary tool in the teaching and learning process of students in the final years of public elementary schools. Initially, the presence of digital technologies in everyday life is highlighted, learned and used with ease by children and adolescents, arguing about the importance of incorporating these technologies into educational processes. The maker culture and robotics are highlighted as important educational resources in awakening students' interest and promoting practical and interdisciplinary learning. The paper also presents students' engagement in activities, understanding of concepts addressed during project development, and encouragement of critical thinking and problem-solving.

Keywords: Educational Robotics; Teaching; Learning; Interdisciplinarity; Critical Thinking.

Resumen

La robótica educativa es uno de los recursos pedagógicos disponibles para captar la atención de los estudiantes y desarrollar sus habilidades de aprendizaje, ya que los incita a buscar soluciones y, de manera pragmática, aplicar el conocimiento adquirido. De esta manera, los estudiantes participan de forma activa en el proceso, involucrándose directamente en las actividades prácticas y, con ello, desarrollando el razonamiento y el pensamiento crítico. Este trabajo presenta el informe del desarrollo de un proyecto de extensión que aborda el uso de la robótica educativa como herramienta auxiliar en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estudiantes de los últimos años de la educación básica en escuelas públicas. Inicialmente, se destaca la presencia de las tecnologías digitales en la vida cotidiana, aprendidas y utilizadas con mucha facilidad por los niños y adolescentes, argumentándose sobre la importancia de incorporar estas tecnologías en los procesos educativos. Se destacan la cultura maker y la robótica como recursos educativos importantes para despertar el interés de los estudiantes y promover un aprendizaje práctico e interdisciplinario. El trabajo también presenta el compromiso de los estudiantes en las actividades, la comprensión de los conceptos abordados durante el desarrollo del proyecto y el estímulo al pensamiento crítico y a la resolución de problemas.

Palabras clave: Robótica Educativa; Enseñanza; Aprendizaje; Interdisciplinariedad; Pensamiento Crítico.

1 Introdução

O desenvolvimento tecnológico é um processo contínuo que permeia diversas áreas do conhecimento, sendo fundamental para a resolução de problemas que surgem na sociedade. A partir da aplicação do conhecimento científico, a tecnologia possibilita a criação de sistemas e equipamentos cada vez mais eficientes, capazes de atender de maneira mais eficaz às necessidades de indivíduos, comunidades e empresas.

Esse avanço acelerado marca o que se convencionou chamar de era moderna, na qual as tecnologias digitais se tornaram parte integrante da vida cotidiana. Essas tecnologias compreendem um conjunto de procedimentos, métodos, equipamentos e meios eletrônicos que permitem armazenar, processar e distribuir informações por vias digitais (Kenski, 2007).

Tais recursos tecnológicos podem ser aplicados em diversas situações, como a automação de processos, a comunicação em massa, a resolução de problemas e, sobretudo, no uso de recursos educacionais (Alimisis, 2013). Nesse sentido, diante das inúmeras possibilidades de aplicação das tecnologias digitais, e a notável presença dessas tecnologias entre crianças e adolescentes que já nasceram imersos nesse contexto digital (Prensky, 2001), ignorar seu potencial como instrumento de apoio ao processo de ensino e de aprendizagem é desconsiderar a própria realidade contemporânea (Valente, 2005).

Ao visualizar o uso das novas tecnologias como ferramentas relevantes e com poder educacional transformador que elas possuem, é necessário que se faça uma reflexão sobre o processo de ensino e de aprendizagem de maneira global. Para que esse processo ocorra de maneira mais significativa, participativa e conectada com a realidade atual, é indispensável que haja mais liberdade pedagógica, abertura à inovação e integração efetiva das tecnologias digitais ao cotidiano escolar (Bacich & Moran, 2017).

Contudo, é fundamental reconhecer que muitas instituições educacionais brasileiras, especialmente as públicas, enfrentam desafios estruturais que dificultam a adoção de práticas pedagógicas inovadoras, como limitações orçamentárias e a escassez de programas de formação continuada para os docentes. Como ressalta (Kenski, 2007, p. 65), ainda predominam modelos tradicionais de ensino que nem sempre atendem às demandas contemporâneas. Nesse contexto, torna-se essencial que estudantes e professores estejam preparados para assumir novas perspectivas no processo de ensino e aprendizagem, incorporando abordagens que promovam uma visão transformadora da escola e da educação. Ademais, torna-se imprescindível que a instituição de ensino apoie a implementação dessas novas perspectivas, possibilitando a aquisição dos recursos necessários, ampliando assim seu potencial de inclusão e de democratização do acesso ao conhecimento.

Nesse sentido, para que um ensino verdadeiramente inovador se concretize, é fundamental utilizar materiais e ferramentas integrados às tecnologias digitais que despertem o interesse dos alunos. Esses recursos têm o potencial de tornar o processo de aprendizagem mais envolvente, significativo e consistente dentro do ambiente educacional. A participação dos estudantes em atividades práticas e orientadas contribui para um aprendizado mais autônomo e envolvente, estimulando a curiosidade, o raciocínio crítico e a exploração ativa - elementos essenciais para promover o engajamento e a motivação no processo de aprendizagem e absorção do conhecimento (Gómez, 2015).

Essa abordagem está alinhada aos princípios das chamadas metodologias ativas, que se ca-

racterizam por colocar o estudante como protagonista do próprio aprendizado. Nelas, o aluno deixa de ser apenas receptor de informações e passa a atuar de forma ativa na construção do conhecimento, por meio de desafios, resolução de problemas e colaboração com seus pares (Bacich & Moran, 2017). Tais práticas pedagógicas valorizam a experimentação, a criatividade e a aplicação do conhecimento em contextos reais.

Dentro desse escopo, destaca-se a cultura maker, uma filosofia que propõe que qualquer pessoa, com os recursos adequados e o conhecimento necessário, é capaz de criar suas próprias soluções para problemas do cotidiano. Segundo Anderson (Anderson, 2012, p. 59), essa cultura envolve a criação de artefatos por indivíduos ou grupos, combinando objetos físicos e digitais. Ao incorporar essa abordagem no contexto educacional, especialmente em conjunto com as tecnologias digitais, a cultura maker incentiva os estudantes a construir, consertar e desenvolver projetos com as próprias mãos, promovendo uma aprendizagem prática, criativa e voltada à resolução de problemas reais.

Ao ser aliada às tecnologias digitais, a cultura maker ganha ainda mais força no ambiente escolar. Com o uso de ferramentas como softwares de modelagem 3D, sensores interativos, plataformas de programação e componentes eletrônicos, os alunos ganham mais autonomia para criar, personalizar e materializar seus projetos. Essa sinergia entre o concreto (mão na massa) e o digital (programação e automação) encontra sua expressão mais completa na robótica educacional, que serve como ponte entre o pensamento abstrato e a realização prática (Alimisis, 2013).

Assim, surge-se a robótica educacional como uma ferramenta poderosa, capaz de integrar diferentes áreas do saber e transformar o aprendizado em uma vivência concreta, criativa e significativa. Seu caráter interdisciplinar favorece o desenvolvimento do pensamento lógico, da resolução de problemas e do trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que estimula a curiosidade e o interesse dos alunos (Cook, 2008).

Ao permitir que os estudantes vejam, toquem e programem soluções para desafios reais, a robótica aproxima o conteúdo escolar da realidade e proporciona um ambiente onde errar também faz parte do processo de aprender. Mais do que um recurso tecnológico, ela se configura como uma ponte entre o conhecimento abstrato e sua aplicação prática, despertando nos alunos não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também o entusiasmo por aprender.

A parceria entre a robótica e a educação é uma combinação promissora, repleta de potencial para sucesso. Em primeiro lugar, destaca-se a robótica como representação prática das tecnologias digitais, possuindo uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos, quando utilizados na escola, se tornam um forte recurso de assimilação de conteúdo (Zilli, 2004). Em segundo lugar, sobressai-se o fato de que os robôs têm uma capacidade de instigar o imaginário infantil, criando novas formas de interação e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos e regras (Turkle, 2011). Logo, a criação de um ambiente de aprendizagem, no qual o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados e automatizados pelo computador, denominado Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional (César, 2004), fomentará o desenvolvimento educacional e cognitivo dos alunos.

A robótica pedagógica envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução. O robô como ferramenta de trabalho possibilita a criação de novas formas de interação com o mundo. A aprendizagem é fundamentalmente uma experiência social, de interação pela linguagem e pela ação. Essa interação deve favorecer a cooperação e autonomia, assegurar

a centralidade do indivíduo na construção do conhecimento e possibilitar resultados de ordem cognitiva, afetiva e de ação (Papert, 1980).

Em termos gerais, a robótica educacional (RE) pode ser compreendida como um conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robôs. Diferencia-se do aprendizado técnico em robótica no sentido de não priorizar o domínio dos instrumentos e códigos de programação em função de uma demanda profissionalizante (Martinez & Stager, 2013). Também, distingui-se, ainda, da pesquisa em robótica, que visa, principalmente, o desenvolvimento de sistemas de automação ou de inteligência artificial (Correll et al., 2022).

Tendo isso em vista, propõe-se que a Robótica Educacional (RE) tenha como foco principal promover o design e a invenção de protótipos que satisfaçam demandas específicas, localizadas e identificadas conforme as necessidades particulares de aprendizagem de jovens e adultos. Esta abordagem visa não apenas a construção de dispositivos tecnológicos inovadores, mas também a integração de métodos pedagógicos que fomentem a aprendizagem ativa, colaborativa e contextualizada.

O uso e aplicação da robótica educacional por professores das redes públicas de ensino podem contribuir significativamente com o processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes em geral. A constante atualização dos professores, frente ao surgimento de novas tecnologias, deve ser permanente. Novas informações derrubam velhas certezas, implodem teorias, reformulam leis, transformam hábitos, alteram práticas e mudam as rotinas das pessoas. Tendo isso em vista, o sistema de educação arcaico majoritariamente existente pode, com a utilização dessa ferramenta, ser melhorado no Brasil, uma vez que todos (alunos e professores) estariam no estado de "constante aprendizagem sobre tudo" (R. B. e. Silva & Blikstein, 2019).

Sendo assim, este artigo tem como objetivo desenvolver e avaliar uma proposta de robótica educacional como ferramenta auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem para estudantes do ensino fundamental II de escolas públicas, por meio da criação e implementação de protótipos que integrem conceitos curriculares ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e técnicas. Os protótipos foram projetados para serem utilizados em sala de aula, com atividades práticas mediadas por docentes, abrangendo áreas como matemática aplicada e pensamento computacional.

2 Quadro Teórico

O quadro teórico deste estudo envolve a revisão de literatura existente relacionada ao tema do estudo, incluindo teorias, modelos e conceitos que fundamentam a pesquisa e investigação (Köche, 2002). Tendo isso em vista, essa seção se subdivide em cinco tópicos interdependentes:

- Cultura Maker
- Robótica
- Construtivismo e Construcionismo
- Pensamento Computacional

- Trabalhos Correlatos

2.1 Cultura Maker

A cultura maker, também conhecida como movimento "faça você mesmo", é uma abordagem educacional e social que enfatiza a aprendizagem prática, a criatividade e a inovação através da construção, modificação e compartilhamento de projetos tangíveis (Peppler et al., 2016). Surgida no início do século XXI, fortemente influenciada pelo avanço das tecnologias digitais e pela democratização de ferramentas como impressoras 3D, placas de prototipagem (ex: Arduino) e plataformas de código aberto, essa cultura valoriza o aprendizado baseado em projetos e a colaboração em comunidades de makers (R. B. e. Silva & Blikstein, 2019).



Figura 1: Ambiente típico de um makerspace com ferramentas digitais e analógicas. Fonte: (Drummond, 2016)

Com a popularização de makerspaces, a cultura maker expandiu-se para além de hobbies individuais, sendo adotada em contextos educacionais como estratégia para desenvolver habilidades do século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe (Peppler et al., 2016). Conforme destacam (Halverson & Sheridan, 2014), o movimento maker na educação representa uma mudança paradigmática em direção a pedagogias centradas na criação, colaboração e aprendizagem baseada em projetos. Na educação básica, por exemplo, a integração dessa abordagem com a robótica educacional permite que alunos materializem conceitos abstratos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática por meio de protótipos funcionais (R. B. e. Silva & Blikstein, 2019).

No presente projeto, a cultura maker foi essencial para incentivar a autonomia dos alunos na criação de soluções robóticas, desde a concepção do design até a programação e teste dos protótipos, alinhando-se aos princípios de aprendizagem mão na massa e iterativa.

2.2 Robótica

A robótica configura-se como um campo multidisciplinar que engloba o design, construção, operação e aplicação de robôs - dispositivos programáveis capazes de executar tarefas de forma autônoma ou semi-autônoma (Craig, 2006). Seu desenvolvimento histórico remonta ao século XX, com os primeiros robôs industriais da década de 1950, inicialmente empregados em linhas de

montagem automotiva para tarefas repetitivas e de alta precisão (Matarić, 2014). Atualmente, sua abrangência estende-se para o desenvolvimento dos mais diversos campos, como será mencionado a seguir.



Figura 2: Primeiros robôs industriais da década de 1950. Fonte: (Cavalcante, 2016)

Com a evolução tecnológica, o campo expandiu-se para além dos ambientes industriais, encontrando aplicações sofisticadas em áreas como: saúde, com robôs cirúrgicos de alta precisão; exploração espacial, com veículos autônomos; agricultura de precisão; e serviços especializados (Gonçalves, 2011). Essa diversificação consolida a robótica como tecnologia transversal, cujo potencial educacional será explorado adiante.

No projeto em questão, as múltiplas capacidades da robótica foram aplicadas, principalmente, na educação, já que cada protótipo pensado e criado em sala de aula, de modo sistemático, buscou cumprir um objetivo, sem a intervenção direta do controle humano, favorecendo, assim, habilidades cognitivas, como raciocínio lógico, criatividade e autonomia.

2.3 Construtivismo e Construcionismo

O construtivismo, teorizado por Jean Piaget, estabelece que o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito através da interação com objetos e situações-problema, em um processo de adaptação cognitiva que envolve assimilação e acomodação (Piaget, 1973). Esta teoria epistemológica enfatiza que a aprendizagem ocorre através da ação do aluno sobre o meio, sendo o professor um mediador deste processo (Castañón, 2015).



Figura 3: Processo de construção do conhecimento na perspectiva piagetiana. Fonte: Própria, 2024

Na prática educativa, o construtivismo se materializa através de:

- Problematizações que desafiam habilidades mentais
- Atividades investigativas complexas
- Interações sociais que promovem o conflito cognitivo

(A. M. M. Fernandes et al., 2018) demonstra como esses princípios criam ambientes de aprendizagem ricos e dinâmicos. Neste trabalho, adotamos especificamente o construcionismo de Papert - extensão do construtivismo piagetiano que incorpora a construção de artefatos tecnológicos como robôs. Conforme (Papert, 1980, p. 380), quando os alunos programam e controlam robôs, vivenciam um processo de:

- Aprendizagem tangível através da manipulação de objetos reais
- Correção de protótipos
- Internalização de conceitos abstratos pela materialização em projetos

Esta abordagem justifica nossa metodologia, onde a robótica educacional serve como "objeto para pensar com" (Papert), permitindo aos alunos construir conhecimento tanto sobre tecnologia quanto sobre os conteúdos curriculares envolvidos.

2.4 Pensamento computacional

O Pensamento Computacional (PC), diferentemente do construtivismo, não é uma teoria de aprendizagem, mas sim uma habilidade cognitiva caracterizada como um *framework* metodológico para resolução de problemas. Definido por Wing (2006) como "o processo de reconhecimento de que aspectos fundamentais da computação podem ser aplicados para formulação e solução de problemas", estrutura-se em quatro pilares operacionais:

- **Decomposição:** Fragmentação de problemas complexos em subproblemas gerenciáveis
- **Reconhecimento de Padrões:** Identificação de similaridades e invariantes
- **Abstração:** Filtragem de detalhes irrelevantes
- **Design Algorítmico:** Criação de soluções passo a passo

Essa habilidade não se restringe à problemas de caráter computacional, uma vez que também envolve atividades práticas do dia a dia, desde as mais simples e rotineiras, até as mais complexas e elaboradas. A essência do pensamento computacional não é apenas programar ou transformar humanos em máquinas, mas sim criar uma abordagem que capacite os seres humanos a resolverem problemas de forma eficiente e metódica (Oliveira, 2016).

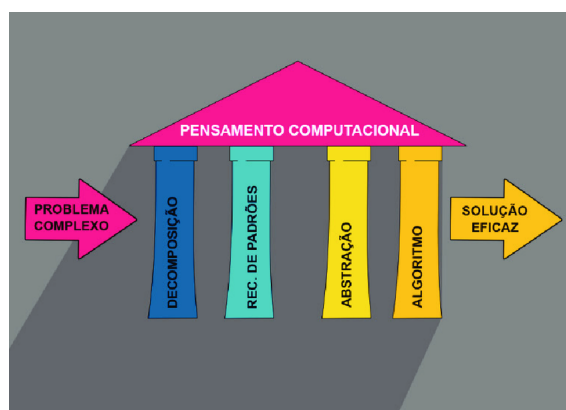


Figura 4: Pilares do Pensamento Computacional. Fonte: (Dias et al., 2023)

A robótica educacional pode se beneficiar significativamente do pensamento computacional. Durante uma atividade prática, como a construção de um protótipo, os alunos são desafiados a decompor o problema principal em problemas menores, necessários para a construção das partes, o que facilita o cumprimento do objetivo principal (Brackmann, 2017). Essa abordagem promove não apenas a aprendizagem prática, mas também o desenvolvimento das habilidades de pensamento sistêmico e resolução de problemas.

2.5 Trabalhos correlatos

Nesta seção, são apresentados diversos estudos que exploram diferentes experiências na utilização da robótica educacional como uma ferramenta de aprendizagem, cada um inserido em contextos distintos e ambientes específicos. Esses estudos ilustram a aplicação prática da RE em variados cenários educacionais, demonstrando sua eficácia e versatilidade como recurso pedagógico.

De forma geral, é evidente que o modelo educacional vigente necessita de melhorias para alcançar níveis mais elevados de aprendizagem em sala de aula. Nesse contexto, o uso da robótica educacional e de suas características como ferramenta de apoio e estímulo ao processo de ensino não é uma novidade no cenário brasileiro.

Um exemplo relevante nesse campo é o projeto DuinoBlocks4Kids, apresentado por (Queiroz et al., 2019) que propõe o desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional em crianças do Ensino Fundamental I, com idades entre 8 e 10 anos, utilizando robótica educacional associada à programação em blocos. A iniciativa foi aplicada em uma escola pública de uma comunidade de baixa renda do Rio de Janeiro e destacou-se pelo uso de tecnologia livre, materiais recicláveis e de baixo custo, buscando tornar a educação tecnológica mais acessível.

Outro estudo de destaque é apresentado por (M. Fernandes et al., 2018), que relata a experiência de um projeto com estudantes do Ensino Fundamental II em escolas da rede privada de Salvador–BA. O objetivo foi promover o ensino de lógica de programação por meio da robótica educacional, utilizando o software Modelix System, baseado em fluxogramas, para facilitar a criação de algoritmos e sua posterior execução em plataformas Arduino. As atividades envolveram desde a montagem de placas eletrônicas em formato de robô até a construção de robôs autônomos

que desviam de obstáculos. O projeto enfatizou a aprendizagem prática, a cooperação entre os alunos e a integração entre teoria e prática, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade e da autonomia no processo de aprendizagem.

Já um exemplo recente, conduzido por (F. W. J. d. Silva et al., 2024), descreve um minicurso de 60 horas que integrou a Cultura Maker e a Robótica Educacional no Ensino Fundamental II, utilizando a plataforma Arduino. O curso, desenvolvido com duas turmas de 20 alunos cada, abrangeu desde conceitos básicos de programação até o desenvolvimento de protótipos interdisciplinares com simuladores (Tinkercad) e kits físicos. Os autores relataram feedback positivo dos alunos, com 44,5% classificando as aulas como "muito boas" e 88,8% indicando que foi possível entender melhor assuntos de outras disciplinas através dos exemplos práticos.

Esses trabalhos reforçam a relevância e a versatilidade da robótica educacional como uma ferramenta eficaz para a promoção de aprendizagens significativas em diferentes níveis de ensino e contextos sociais. Seja por meio da programação em blocos com materiais acessíveis, como no DuinoBlocks4Kids (Queiroz et al., 2019), pela aplicação de fluxogramas em plataformas Arduino, como no projeto em Salvador-BA (M. Fernandes et al., 2018), ou através de minicursos estruturados que integram Cultura Maker e robótica com Arduino (F. W. J. d. Silva et al., 2024), observa-se que a robótica pode potencializar habilidades cognitivas essenciais, como o raciocínio lógico, a criatividade, a colaboração e a resolução de problemas. A consistência dos resultados positivos across these diferentes abordagens e contextos reforça o potencial transformador da robótica educacional como ferramenta pedagógica inovadora.

3 Metodologia

Este projeto tem como objetivo central desenvolver e implementar protótipos de robótica educacional como recursos complementares para o aprimoramento dos processos de ensino e de aprendizagem de estudantes do ensino fundamental II da rede pública de ensino da região de Divinópolis-MG. Para garantir a execução responsável e estruturada da proposta, as ações do projeto foram organizadas em três grandes eixos: Aspectos Éticos, Pesquisa e Desenvolvimento, conforme ilustrado na Figura 5. Essa divisão permitiu uma condução mais sistemática das etapas, assegurando a integração entre planejamento pedagógico, condução das atividades práticas e análise dos resultados.

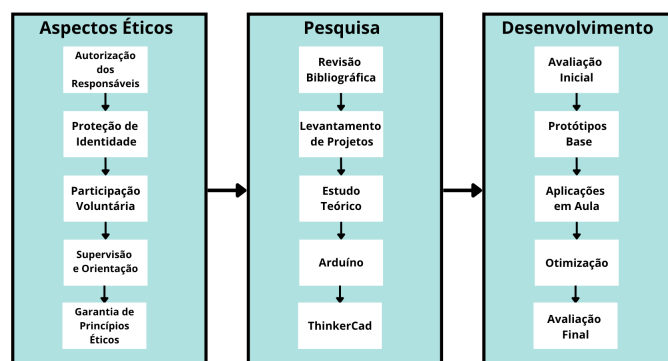


Figura 5: Representação das etapas e subetapas da metodologia adotada no projeto. Fonte: Própria, 2024

3.1 Aspectos Éticos

Este artigo apresenta o relato de uma pesquisa científica integrada à observação e ao acompanhamento da execução de atividades extensionistas universitárias, aprovada no Edital 168/2022: Seleção Pública para Apoio a Projetos de Extensão do CEFET-MG, cujo foco foi o desenvolvimento de ações envolvendo aplicações da matemática com estudantes do ensino fundamental II da rede pública. Embora o projeto não tenha sido submetido a um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), por não se caracterizar como pesquisa científica com objetivos investigativos formais, mas sim uma ação de extensão, foram adotadas medidas rigorosas que asseguram o respeito à dignidade, privacidade e autonomia dos estudantes envolvidos, descritos a seguir:

3.1.1 *Autorização dos Responsáveis*

Todos os estudantes participantes foram autorizados por seus responsáveis legais mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido. Esse documento incluía informações sobre a natureza das atividades, seus objetivos, e o uso eventual de imagens para fins acadêmicos e institucionais.

3.1.2 *Proteção de Identidade*

As imagens eventualmente capturadas durante as oficinas foram editadas com técnicas de desfoque facial e enquadramento, garantindo total anonimato dos participantes. Essas imagens foram utilizadas exclusivamente para fins pedagógicos e de divulgação institucional.

3.1.3 *Participação Voluntária*

A participação dos estudantes nas atividades foi inteiramente voluntária, respeitando sua autonomia individual. Cada participante teve liberdade para decidir sobre seu envolvimento nas ações propostas e pôde, a qualquer momento, solicitar a exclusão de registros ou informações vinculadas à sua participação - seja em uma oficina específica, em determinada aula ou em relação ao projeto como um todo.

3.1.4 *Supervisão e Orientação*

Todas as atividades foram realizadas com acompanhamento contínuo de docentes e monitores do projeto, assegurando um ambiente educativo seguro, inclusivo e respeitoso. A mediação das atividades foi feita com base em princípios de equidade, inclusão e estímulo à participação ativa dos estudantes.

3.1.5 *Garantia de Princípios Éticos*

Dessa forma, considera-se que o projeto respeitou plenamente os princípios éticos fundamentais aplicáveis a pesquisas com seres humanos - ainda que formalmente enquadrado como ação extensionista. Os cuidados adotados reforçam o compromisso com a ética, a cidadania e a valorização da experiência educacional dos alunos.

3.2 Pesquisa

A etapa de **pesquisa** é fundamental em qualquer investigação científica, pois é nela que se concentram a coleta, a análise e a síntese de informações provenientes da literatura especializada, permitindo construir uma base teórica sólida e contextualizar o problema estudado (Fink, 2019). Tendo isso em vista, essa macroetapa foi subdividida em cinco segmentos, organizados de forma sequencial para garantir uma base sólida ao desenvolvimento dos protótipos.

O primeiro segmento corresponde à **revisão bibliográfica**, cuja função foi reunir e analisar produções científicas e acadêmicas relevantes sobre o tema em questão. Em seguida, foi realizado o **levantamento de projetos**, com o objetivo de analisar iniciativas semelhantes já desenvolvidas em contextos educacionais, especialmente em escolas públicas. O terceiro segmento envolveu o **estudo teórico**, voltado para a compreensão aprofundada de conceitos técnicos relacionados à eletrônica básica, programação e componentes utilizados na robótica educacional. Por fim, nos últimos dois segmentos (**arduíno** e **tinkercad**), voltou-se o foco na familiarização com a plataforma de prototipagem eletrônica e o ambiente virtual de modelagem.

3.2.1 Revisão bibliográfica

A fundamentação teórica deste trabalho foi construída com base em uma revisão de estudos relevantes sobre o uso da robótica educacional no contexto escolar brasileiro. Os trabalhos apresentados na seção anterior, como os de Queiroz et al. (2019) e M. Fernandes et al. (2018), foram essenciais para compreender as possibilidades e os desafios da implementação da robótica como ferramenta pedagógica em diferentes realidades educacionais. Ambos os projetos demonstraram que, mesmo com recursos limitados ou contextos diversos, é possível promover aprendizagens significativas com o uso de robótica e programação, desde que haja uma mediação pedagógica qualificada.

Complementando esses estudos, o trabalho de (Campos, 2017) fornece uma visão crítica sobre o panorama da robótica na educação no Brasil, destacando que o simples uso da tecnologia em sala de aula não garante, por si só, ganhos concretos no processo de aprendizagem. O autor reforça que o êxito da robótica educacional depende de múltiplos fatores, como infraestrutura adequada, formação docente, integração curricular e planejamento pedagógico consistente.

Esses apontamentos foram decisivos para o delineamento do projeto aqui apresentado. A proposta de desenvolvimento e aplicação de protótipos de robótica educacional buscou considerar os aspectos levantados por esses autores, especialmente no que diz respeito à necessidade de práticas pedagógicas que estimulem a criatividade, a resolução de problemas, o trabalho em equipe e o pensamento computacional. A partir de uma perspectiva construcionista, e alinhando-se ao pensamento de Moran (2000), compreende-se que a robótica, quando inserida de forma contextualizada no ambiente escolar, pode atuar como uma ferramenta de expressão, imaginação e tomada de decisões significativas por parte dos alunos.

3.2.2 Levantamento de projetos

O levantamento de projetos teve como objetivo identificar e analisar experiências educacionais que utilizaram a robótica como ferramenta de apoio ao ensino, especialmente no contexto

da educação pública brasileira. Para isso, foram investigados projetos previamente consolidados e apresentados na subseção **trabalhos correlatos**, com destaque para o DuinoBlocks4Kids (Queiroz et al., 2019) e o projeto realizado em Salvador–BA por M. Fernandes et al. (2018).

Ambos os estudos mostraram-se relevantes por evidenciar a viabilidade do uso da robótica educacional mesmo em contextos com restrições de recursos. O primeiro destacou-se pelo uso de materiais recicláveis e tecnologia livre, enquanto o segundo demonstrou o potencial de plataformas visuais, como o software Modelix, no ensino de lógica de programação para estudantes do Ensino Fundamental II. A análise desses projetos permitiu identificar boas práticas, desafios comuns e estratégias de implementação adaptáveis a diferentes realidades escolares.

Com base nesse levantamento, o projeto aqui desenvolvido propôs uma abordagem que dialoga com essas experiências, mas com características próprias: optou-se pelo uso das plataformas *Tinkercad* e kits Arduino, priorizando ferramentas acessíveis, gratuitas e com ampla aplicabilidade pedagógica. A escolha desses recursos teve como objetivo não apenas reforçar conteúdos curriculares, mas também desenvolver competências como pensamento computacional, criatividade, raciocínio lógico e resolução de problemas, por meio da construção ativa de protótipos em sala de aula.

3.2.3 Estudo teórico

Para a aplicação eficaz da robótica como ferramenta de aprendizagem no contexto escolar, é necessário um embasamento teórico prévio, mesmo que em nível introdutório, sobre conceitos fundamentais de programação, eletrônica básica e a plataforma de prototipagem eletrônica escolhida - neste caso, o Arduino.

Considerando o público-alvo do projeto, formado por estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental II (8º e 9º anos), optou-se por uma abordagem acessível, que priorizasse conteúdos essenciais e de aplicação prática. O foco não foi no aprofundamento técnico, mas sim na aquisição de conhecimentos que possibilitassem a construção e a programação de circuitos simples com autonomia e compreensão dos princípios envolvidos.

No campo da programação, os conteúdos abordados incluíram os principais elementos da lógica computacional: estruturas de controle de fluxo (como laços de repetição e condicionais), tipos de dados (variáveis e constantes), e a definição e utilização de funções. Esses conceitos permitiram que os alunos compreendessem a lógica por trás do funcionamento dos robôs, criando algoritmos simples em linguagem compatível com o ambiente Arduino.

Quanto à eletrônica, foram estudados tópicos essenciais ao manuseio e compreensão de circuitos elétricos. A ênfase foi dada à análise de circuitos simples - série, paralelo e misto - por meio da aplicação das Leis de Ohm, além do entendimento de conceitos como corrente elétrica, tensão e resistência. Também foram realizadas práticas com o uso do multímetro, instrumento fundamental para medições precisas e diagnóstico de circuitos.

Por fim, o estudo introdutório da plataforma Arduino concentrou-se em seus conceitos fundamentais, buscando familiarizar os participantes com seu funcionamento e estrutura. Os conteúdos englobaram a definição e o histórico da plataforma, a arquitetura básica do microcontrolador, a identificação dos componentes da placa (pinos de entrada e saída, porta USB, regulador de tensão, entre outros), bem como a instalação e utilização do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE

Arduino). A linguagem de programação baseada em C/C++ foi apresentada de forma gradual, com ênfase na sintaxe necessária para os projetos práticos desenvolvidos posteriormente.



Figura 6: Interseção entre os conhecimentos teóricos fundamentais para a Robótica Educacional (RE). Fonte: Própria, 2024

3.2.4 *Arduíno*

Como parte da etapa de pesquisa, foi realizada uma investigação aprofundada sobre a plataforma Arduino, com o objetivo de compreender suas funcionalidades, seu potencial pedagógico e sua aplicabilidade no ensino de robótica educacional. Essa escolha se justifica pela ampla adoção do Arduino em ambientes educacionais, devido ao seu baixo custo, fácil acesso, linguagem de programação conhecida (C/C++) e à vasta comunidade de usuários e tutoriais disponíveis online (McRoberts, 2018; Mota, 2021).

A plataforma se mostrou especialmente adequada ao público-alvo do projeto - alunos do Ensino Fundamental II - por permitir o desenvolvimento de protótipos simples, mas eficazes, capazes de articular conhecimentos de programação, eletrônica e raciocínio lógico. Sua flexibilidade possibilita a criação de projetos que vão desde montagens básicas com LEDs até a integração de sensores e atuadores em sistemas mais elaborados, favorecendo o aprendizado ativo por meio da experimentação.

O estudo concentrou-se inicialmente na compreensão da arquitetura do microcontrolador e na utilização de componentes eletrônicos básicos, como LEDs, botões e resistores, promovendo atividades que envolviam desde ligações simples até o controle desses elementos via código. Em seguida, foram explorados sensores analógicos - como potenciômetros e sensores de luz -, integrando-os a circuitos programáveis para simular situações reais de automação e controle.

A escolha desses componentes seguiu uma lógica pedagógica, priorizando elementos que permitissem aos estudantes visualizar o efeito direto da programação sobre o funcionamento do circuito. Essa abordagem favoreceu o desenvolvimento de competências como a identificação de problemas, a interpretação de esquemas, a criação de algoritmos simples e a tomada de decisões com base em testes e resultados práticos.

Em pesquisas dessa natureza, é comum que o Arduino seja apresentado como uma solução de baixo custo e de fácil aquisição, mas frequentemente sem a explicitação de valores ou orientações sobre formas de obtenção. Considerando que muitas escolas públicas brasileiras ainda se encontram afastadas do universo da robótica educacional, a apresentação dessas informações

torna-se relevante para apoiar gestores e educadores no planejamento e na viabilidade de implementação de projetos. Nesse sentido, destaca-se que uma placa Arduino Uno original pode ser encontrada em faixas de preço entre R\$ 50,00 e R\$ 80,00 em lojas especializadas, enquanto versões compatíveis (clones) variam entre R\$ 20,00 e R\$ 40,00. Kits educacionais completos, contendo sensores, LEDs, resistores e outros componentes essenciais, estão disponíveis a partir de R\$ 150,00 (Digital, 2025).

A aquisição desses materiais pode ser realizada por meio de plataformas online nacionais e internacionais, distribuidores locais de componentes eletrônicos ou, em alguns casos, por intermédio de programas governamentais e parcerias com instituições de ensino superior. A apresentação transparente dos custos contribui para reforçar a viabilidade da adoção de iniciativas semelhantes em contextos educacionais com recursos limitados, ampliando as possibilidades de acesso à robótica educacional.

3.2.5 *ThinkerCad*

A plataforma *Tinkercad* foi adotada neste projeto como ambiente virtual de simulação e prototipagem eletrônica devido à sua acessibilidade, interface intuitiva e potencial pedagógico para o ensino de robótica. Desenvolvida pela Autodesk, essa ferramenta online permite a criação de circuitos eletrônicos interativos e a programação de microcontroladores diretamente no ambiente da plataforma, dispensando a necessidade de recursos físicos durante as etapas iniciais de aprendizagem (Bandeira et al., 2019).

Uma das principais vantagens do *Tinkercad* é sua capacidade de simular o funcionamento de projetos eletrônicos em tempo real, oferecendo aos estudantes a possibilidade de testar e ajustar seus circuitos e algoritmos sem risco de danificar componentes. Essa característica torna o ambiente ideal para o ensino introdutório de eletrônica e programação, especialmente em contextos escolares onde o acesso a recursos físicos pode ser limitado.

A plataforma também dispõe de uma biblioteca abrangente de componentes eletrônicos, incluindo sensores, atuadores, LEDs, resistores e microcontroladores, além de projetos prontos desenvolvidos por outros usuários. Esses recursos auxiliam tanto na construção de novos protótipos quanto na aprendizagem por meio de exemplos práticos e adaptáveis ao nível de conhecimento dos alunos (Bryant, 2018).

A utilização do *Tinkercad* neste projeto contribuiu para o desenvolvimento de competências como o raciocínio lógico, a criatividade, a experimentação e a autonomia. Por meio da simulação de circuitos e da programação em linguagem visual ou textual, os estudantes puderam compreender o comportamento dos sistemas construídos, testando hipóteses e corrigindo erros em um ambiente seguro e motivador.

3.3 Desenvolvimento

A etapa de **desenvolvimento** constitui o momento em que os conhecimentos adquiridos na fase de pesquisa são aplicados de forma prática, validando as estratégias concebidas teoricamente. É nessa fase que se operacionalizam os conceitos estudados, por meio da construção, experimentação, implementação e avaliação de protótipos em ambiente escolar real. De acordo com Fink (2019, p. 37), o desenvolvimento é parte essencial de projetos aplicados, pois traduz a base teó-

rica em ações concretas e possibilita a observação direta dos efeitos pedagógicos das intervenções propostas.

No contexto deste trabalho, todas as atividades da fase de desenvolvimento foram realizadas em sala de aula, envolvendo diretamente os estudantes em cada etapa do processo. Desde a elaboração dos protótipos iniciais até sua aplicação e aprimoramento, os alunos participaram ativamente da montagem dos circuitos, programação e testes, o que reforçou o caráter colaborativo e construtivo da proposta.

O primeiro segmento, denominado **avaliação inicial**, consistiu na aplicação de um questionário diagnóstico junto aos estudantes, com o objetivo de identificar seus conhecimentos prévios sobre robótica, eletrônica e programação, além de avaliar o interesse e a familiaridade com o tema. Em seguida, passou-se ao desenvolvimento dos **protótipos base**, etapa na qual foram planejados e construídos os primeiros modelos físicos e simulados que seriam utilizados nas atividades. Na fase de **aplicações em aula**, os protótipos foram inseridos em situações didáticas reais, conduzidas em parceria com os professores da instituição.

A etapa de **otimização** teve como finalidade revisar e melhorar os protótipos e as estratégias didáticas com base nas observações feitas durante as aulas. Para isso, foram coletados feedbacks dos professores e alunos, permitindo identificar pontos de dificuldade, sugestões de melhoria e oportunidades de adaptação. Por fim, a **avaliação final** consistiu na reaplicação do questionário inicial, com o intuito de comparar os resultados e analisar possíveis avanços nas habilidades dos estudantes em relação à robótica e ao pensamento computacional.

3.3.1 Avaliação inicial

A primeira etapa da fase de desenvolvimento consistiu na aplicação de um questionário diagnóstico junto aos estudantes, com o objetivo de levantar dados sobre seus conhecimentos prévios, hábitos de estudo, familiaridade e interesse em temas relacionados à robótica educacional. A turma selecionada para o estudo foi composta por 30 alunos dos 8º e 9º anos do Ensino Fundamental II da Escola Municipal Professora Hermínia Corgozinho, localizada no município de Divinópolis-MG. O projeto foi desenvolvido ao longo de dois semestres letivos de 2023, com uma carga horária total de 320 horas, distribuídas entre atividades teóricas e práticas. A escolha da turma se deu pela disponibilidade da instituição em colaborar com a pesquisa e pela adequação do perfil dos alunos ao público-alvo do projeto e, ainda, a proximidade geográfica entre a instituição de ensino e a universidade responsável pela condução das atividades.

O instrumento utilizado foi um questionário estruturado, desenvolvido e aplicado por meio da plataforma Google Forms. Essa escolha se deu pela praticidade da ferramenta, facilidade de acesso e capacidade de organização automática dos dados coletados. O questionário foi composto por um total de 15 perguntas objetivas, organizadas em cinco conjuntos temáticos, com três questões cada.

- **Hábitos de estudo:** investigaram-se aspectos como tempo dedicado ao estudo fora do ambiente escolar, estratégias utilizadas para aprender novos conteúdos e preferência por atividades práticas ou teóricas.
- **Conhecimentos sobre robótica:** buscou-se compreender se os alunos já tiveram contato

com projetos de robótica, se sabem identificar componentes comuns e se conhecem a finalidade de um robô.

- **Conceitos de eletrônica básica:** foram abordadas noções como o uso de circuitos simples, identificação de LEDs e resistores, e compreensão básica de corrente elétrica.
- **Noções de programação:** avaliou-se o contato prévio com linguagens de programação, entendimento de estruturas como comandos condicionais e repetição, e uso de lógica computacional.
- **Interesse e familiaridade com o tema:** verificou-se o grau de motivação para aprender mais sobre tecnologia, robótica e programação, bem como o interesse em participar de atividades práticas nessas áreas.

Para fins de análise, as respostas qualitativas foram convertidas em valores numéricos, conforme uma escala ordinal de 1 a 5, respeitando a progressão de conhecimento ou engajamento sugerida pelas alternativas de cada pergunta. Por exemplo, opções como “Nunca”, “Não sei” ou “Nenhum interesse” receberam pontuação 1, enquanto respostas como “Sempre”, “Sei programar” ou “Muito interesse” foram pontuadas com 5. As respostas intermediárias receberam valores proporcionais (2 a 4), conforme sua posição na escala.

Com isso, cada estudante obteve uma pontuação numérica para cada uma das cinco seções temáticas, com base na soma das três perguntas de cada bloco, as quais possuíam cinco opções de resposta (máximo de 15 pontos por seção). A análise geral considerou a pontuação total da turma por seção (máximo de 450 pontos), visando fornecer um retrato direto e proporcional do nível de conhecimento e engajamento apresentado inicialmente.

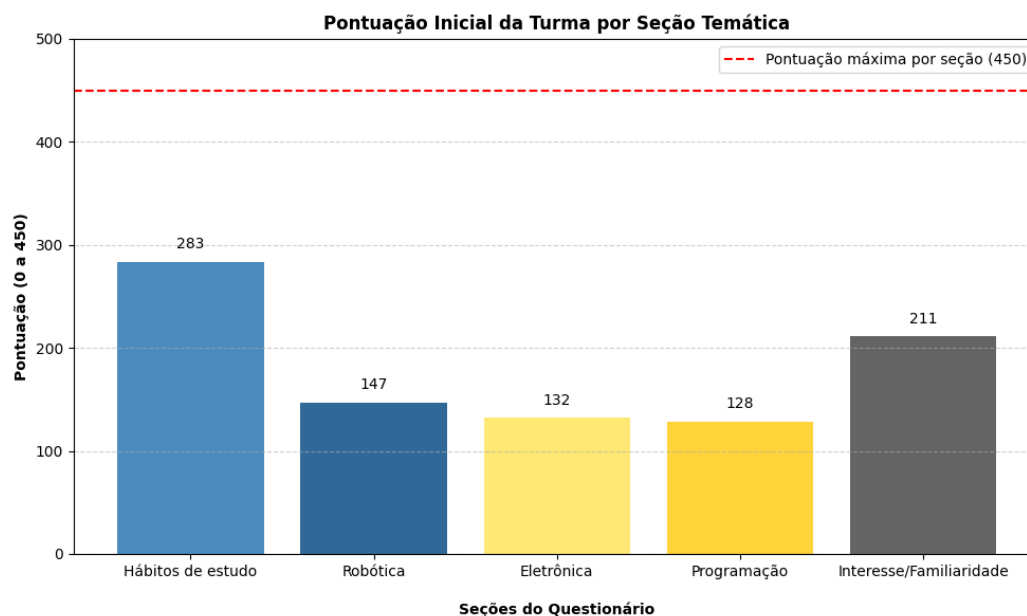


Figura 7: Pontuação inicial da turma por seção temática, com base nas respostas de 30 alunos ao questionário diagnóstico. Fonte: Própria, 2024

A partir das respostas coletadas por meio do questionário, foi possível traçar um panorama inicial do perfil dos alunos, utilizando como critério a pontuação total obtida por seção. Os resultados revelaram uma pontuação baixa nas áreas técnicas, indicando conhecimento pouco ou limitado em robótica, eletrônica e programação. Nas seções de eletrônica e programação, por exemplo, a pontuação da turma ficou abaixo de 150 pontos (de um máximo possível de 450 por seção), sugerindo que a maioria dos alunos nunca teve contato com circuitos elétricos, comandos de programação ou linguagens computacionais.

Também foi observada uma pontuação modesta na seção de interesse e familiaridade com o tema, refletindo uma postura inicialmente neutra ou hesitante diante da proposta de atividades práticas com robótica. Já os hábitos de estudo apresentaram desempenho intermediário, com pontuação mais equilibrada, indicando que os alunos demonstram alguma rotina de estudo e preferência por atividades práticas, ainda que de forma irregular.

Os resultados obtidos com essa avaliação inicial permitiram identificar o ponto de partida da turma, tanto em termos de conhecimento técnico quanto de engajamento com o tema. Além disso, os dados serviram como referência para comparação com a avaliação final, possibilitando verificar o impacto das atividades desenvolvidas ao longo do projeto.

3.3.2 *Protótipos base*

A construção dos protótipos base representou uma etapa estratégica dentro do projeto, atuando como ponto de transição entre os conhecimentos técnicos levantados na avaliação inicial e a posterior aplicação prática em sala de aula. Considerando o baixo desempenho da turma nas seções de programação, eletrônica e robótica - refletido nas pontuações inferiores a 150 pontos por seção - optou-se por uma abordagem gradual, fundamentada em experimentos simples e progressivamente mais complexos.

Os protótipos foram inicialmente desenvolvidos em ambiente virtual, utilizando a plataforma *Tinkercad*, que permite simular o comportamento de circuitos eletrônicos e testar códigos de programação de forma segura, sem a necessidade de componentes físicos. Após a validação dos projetos simulados, os alunos avançavam para a montagem física dos circuitos com Arduino, utilizando componentes reais como LEDs, botões, sensores e módulos sonoros, acompanhados por instrumentos de medição, como o multímetro.

A escolha dos projetos priorizou o desenvolvimento de habilidades básicas em eletrônica e lógica de programação, com foco em estruturas sequenciais, condicionais e temporização. A tabela a seguir apresenta os protótipos desenvolvidos, com seus respectivos objetivos e competências exploradas:

Tabela 1: Protótipos desenvolvidos e competências abordadas

Protótipo	Objetivo	Competências Desenvolvidas
Aperte o Botão	Acender LED com botão digital	Entrada digital, estrutura condicional, pinos de I/O
Pisca-Pisca	Controlar LEDs com temporização	Temporização, sincronia, polaridade, sequência de comandos
Semáforo	Simular cruzamento com LEDs	Sequência lógica, repetição, controle visual
Luz Inteligente	Acender LED com base na luminosidade do ambiente	Sensor LDR, leitura analógica, decisão por limiar
Alarme de Presença	Acionar alarme com detecção de movimento	Sensor PIR, entrada digital, automação com lógica condicional
Código Morse	Reproduzir SOS visual/sonoro	Temporização, repetição, associação com linguística
Alarme de Distância	Detectar aproximação com sensor ultrassônico	Sensor digital, acionamento de alerta, tomada de decisão
Calculadora Básica	Operações com teclado e LCD	Teclado matricial, operadores aritméticos, estrutura condicional
Monitor de Temperatura	Ler temperatura e exibir no LCD	Sensores analógicos, calibração, interpretação de variáveis

Esses protótipos atuaram como base para o desenvolvimento progressivo das habilidades técnicas e prepararam o terreno para a etapa seguinte do projeto, na qual os alunos passaram a aplicar tais conhecimentos em atividades práticas interdisciplinares mediadas por professores - tema abordado na próxima seção.

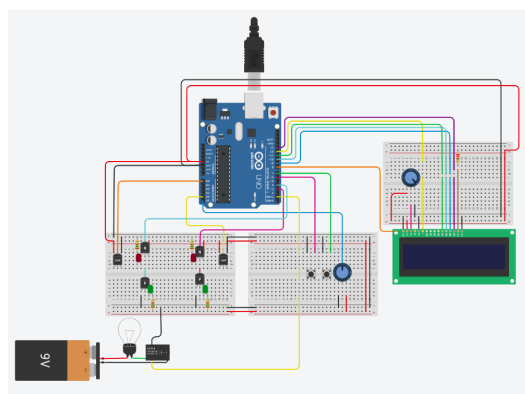


Figura 8: Simulação no Tinkercad do Monitor de Temperatura com sensor analógico e display LCD, incluindo alerta visual por LED. Fonte: Própria, 2024

3.3.3 Aplicações em Aula

A fase de **aplicações em aula** consistiu na integração do conteúdo técnico desenvolvido ao longo do projeto com o cotidiano escolar dos alunos. O processo foi estruturado em dois grandes

momentos: o primeiro, com foco em fundamentos teóricos e cognitivos, e o segundo, centrado na construção prática e colaborativa dos protótipos.

Durante o primeiro semestre de 2023, os encontros em sala de aula foram voltados à formação teórica dos estudantes, com base em uma perspectiva construtivista, na qual o conhecimento é construído de maneira ativa e contextualizada (Piaget, 1973). Nesse período, foram trabalhados temas essenciais para a compreensão dos protótipos, tais como: técnicas de estudo e organização do aprendizado, noções básicas de eletrônica (corrente, tensão, componentes simples), princípios de programação estruturada (variáveis, condicionais, loops), e introdução ao pensamento computacional, com foco em decomposição, abstração e lógica de sequência.

A partir do segundo semestre, com os conceitos já internalizados, os alunos passaram à fase prática, na qual os protótipos desenvolvidos na fase de **protótipos base** foram utilizados para aulas aplicadas. Cada projeto era introduzido, discutido e construído em conjunto com os professores e a equipe do projeto, garantindo um ambiente colaborativo e interdisciplinar. Os estudantes participaram ativamente de todas as etapas: desde a montagem dos circuitos no *Tinkercad* até a construção física com placas Arduino e sensores reais.

Essa abordagem resultou em um aumento perceptível no engajamento dos alunos durante as atividades. A aplicação prática dos conteúdos teóricos possibilitou uma participação mais ativa nas aulas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, tomada de decisão e organização de ideias.



Figura 9: Registro de atividade em sala de aula durante a fase prática do projeto, com participação ativa dos alunos na construção dos protótipos no *Tinkercad* em parceria com os professores. Fonte: Própria, 2024

3.3.4 Otimização

A etapa de **otimização** consistiu em uma fase de ajustes e melhorias tanto nos protótipos quanto nas estratégias pedagógicas adotadas durante o projeto. Seu principal objetivo foi adaptar os recursos desenvolvidos às reais necessidades observadas em sala de aula, de modo a garantir maior efetividade no processo de ensino e de aprendizagem.

Após a implementação prática dos protótipos, foram coletados feedbacks dos alunos e professores da universidade responsável pela condução das atividades. Esses registros, obtidos por meio de conversas, observações diretas e comentários espontâneos durante as atividades, per-

mitiram identificar quais elementos das aulas e dos circuitos apresentavam maior dificuldade de compreensão, quais despertavam maior interesse e quais aspectos poderiam ser aprimorados.

Entre os ajustes realizados, destacam-se: simplificação de trechos de código, substituição de componentes eletrônicos por alternativas mais acessíveis e reformulação de explicações teóricas com base na linguagem dos estudantes. Além disso, os próprios professores da instituição contribuíram com sugestões relacionadas à maior dificuldade encontrada: as aulas de programação.

Durante o curso, destacou-se principalmente a dificuldade enfrentada nessas aulas para o entendimento da lógica de programação, que representou o maior desafio para os estudantes. Como o projeto utilizava as linguagens C/C++, muitos alunos apresentaram dificuldades devido à complexidade sintática dessas linguagens. Para melhorar esse cenário, uma possível solução seria introduzir inicialmente o uso do Portugol, uma linguagem mais simples e didática, que facilita o aprendizado dos conceitos básicos de programação. Após a consolidação desses conceitos iniciais, haveria a transição para a linguagem original do Arduino (C/C++).

Essa etapa finalizou o ciclo iterativo do projeto, permitindo que os protótipos e as práticas didáticas fossem entregues de forma mais consolidada e replicável, visando sua futura aplicação em outras turmas e instituições da rede pública da região.

3.3.5 Avaliação final

A última etapa da fase de desenvolvimento consistiu na reaplicação do questionário diagnóstico junto à mesma turma participante do projeto, com o objetivo de identificar possíveis avanços nos conhecimentos técnicos relacionados à eletrônica, robótica e programação, bem como avaliar melhorias nos hábitos de estudo e no grau de interesse e familiaridade dos alunos com os temas abordados. A estrutura do questionário permaneceu idêntica à da avaliação inicial, garantindo comparabilidade direta dos dados.

De forma geral, os resultados indicaram uma evolução significativa em todos os blocos temáticos avaliados. Observou-se um aumento expressivo nas seções de hábitos de estudo e interesse pelo tema, refletindo maior engajamento por parte dos alunos e uma postura mais ativa em relação ao próprio aprendizado.

No que diz respeito aos conhecimentos técnicos, os dados apontaram melhorias principalmente nas áreas de robótica e eletrônica, com os estudantes demonstrando maior familiaridade com componentes, circuitos e conceitos básicos. A seção de programação também apresentou avanços, ainda que de forma mais discreta, mantendo-se como o bloco de maior dificuldade para a turma.

Essas observações reforçam o impacto positivo das atividades desenvolvidas ao longo do projeto e indicam que a abordagem prática e progressiva contribuiu para ampliar o interesse e fortalecer a base teórica dos alunos. A análise comparativa detalhada entre as avaliações será apresentada na seção de **resultados e discussões**.

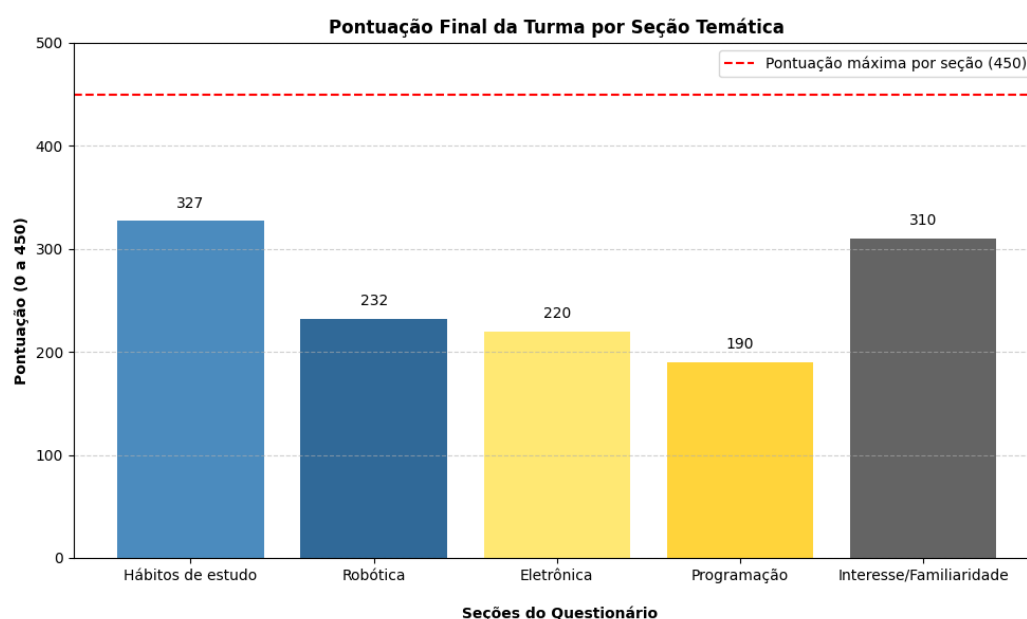


Figura 10: Pontuação final da turma por seção temática, obtida após a conclusão das atividades do projeto. Os dados refletem os resultados da reaplicação do questionário diagnóstico junto aos 30 alunos participantes. Fonte: Própria, 2024

4 Resultados e Discussões

Para verificar a eficácia da proposta, será apresentada a análise comparativa dos questionários diagnósticos aplicados antes e após a execução das atividades do projeto.

A partir das atividades práticas desenvolvidas e da observação dos estudantes, constatou-se um aumento no interesse por tecnologia e programação, além de uma percepção positiva em relação às oficinas práticas realizadas, como será destacado a seguir. Embora não se trate de uma avaliação formal de aprendizagem, esses dados sugerem que a abordagem adotada foi motivadora e significativa para os participantes. Para demonstrar essa percepção, foram comparadas as pontuações obtidas no questionário inicial e final, aplicados aos mesmos 30 alunos participantes do projeto.

A Figura 7, exibida na página 17, apresenta a pontuação inicial da turma por seção temática onde foi possível traçar um panorama inicial do perfil dos alunos, utilizando como critério a pontuação total obtida por seção. Observa-se que os blocos de conhecimento técnico - robótica (147 pontos), eletrônica (132 pontos) e programação (128 pontos) - apresentaram desempenho significativamente inferior aos demais, indicando que a maior parte dos alunos não possuía conhecimentos prévios nesses temas. Esses resultados ressaltam a importância de apresentar aos estudantes conceitos destes temas afim de criar uma base conceitual para o desenvolvimento do projeto. Por outro lado, hábitos de estudo (283 pontos) e interesse/familiaridade (211 pontos) apresentaram resultados mais equilibrados, ainda que abaixo do ideal. Apesar desses resultados iniciais, a equipe pode identificar durante a realização do projeto que alguns dos participantes não manifestaram interesse na área e não criaram hábitos de estudo relacionados aos temas do projeto.

A Figura 10, exibida na página 22, mostra as pontuações obtidas após a conclusão das ativi-

dades. É possível notar uma evolução consistente em todas as seções, com destaque para os blocos de robótica (232 pontos) e eletrônica (220 pontos), que demonstraram avanços significativos em relação aos valores iniciais. A seção de programação, embora ainda tenha apresentado pontuação inferior (190 pontos), também evidenciou progresso refletindo a assimilação gradual dos conceitos trabalhados. Esses resultados demonstram que o desenvolvimento do projeto alcançou seus objetivos, despertando nos estudantes o interesse pelos temas trabalhados nas atividades.

O maior crescimento proporcional ocorreu na seção de interesse e familiaridade, que saltou de 211 para 310 pontos. Esse resultado reflete o impacto positivo da abordagem teórica e prática adotada no projeto, contribuindo para aumentar a motivação e o envolvimento dos estudantes. A seção de hábitos de estudo também registrou melhora (de 283 para 327 pontos), o que pode estar relacionado à introdução de rotinas de planejamento e organização durante as aulas.

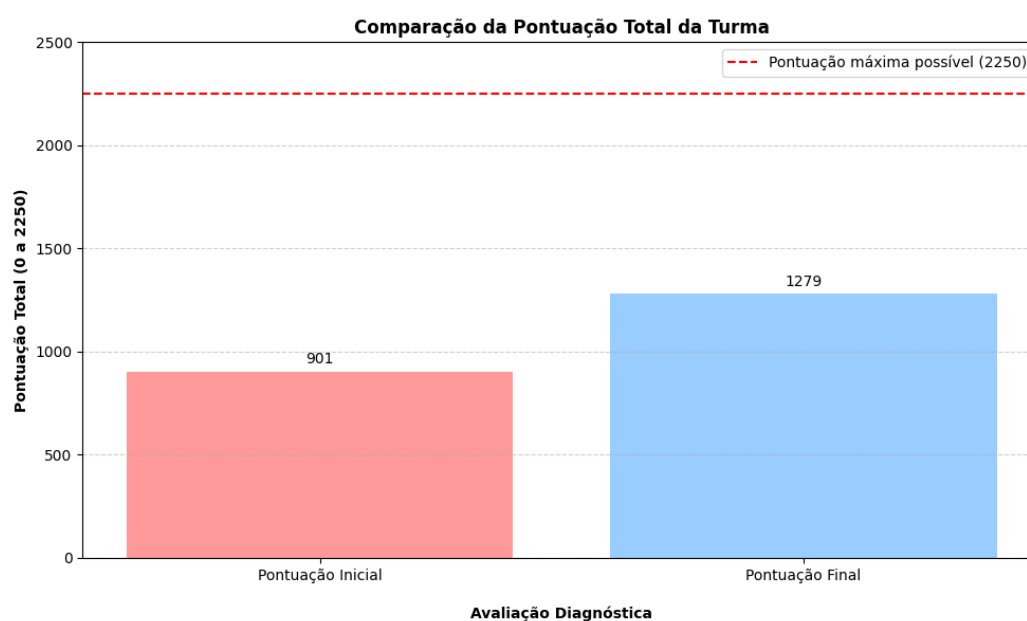


Figura 11: Comparação da pontuação total da turma antes e depois da execução do projeto. A pontuação final reflete o aumento de desempenho dos 30 alunos participantes, considerando um total máximo de 2250 pontos. Fonte: Própria, 2024

A Figura 11 apresenta a comparação direta entre a pontuação total obtida pela turma na avaliação inicial (901 pontos) e na avaliação final (1279 pontos). O aumento de 378 pontos, correspondente a aproximadamente 42%, representa uma evolução significativa no desempenho dos alunos ao longo do projeto. Esse resultado reforça a efetividade da metodologia pedagógica adotada, especialmente no uso de atividades práticas e no desenvolvimento progressivo dos conteúdos técnicos.

Esses dados quantitativos estão alinhados às observações feitas ao longo da aplicação dos protótipos. Os alunos demonstraram maior interesse pelas aulas, engajaram-se na construção dos projetos e passaram a colaborar entre si para resolver os desafios propostos. A participação ativa, combinada à mediação dos professores e ao uso de ferramentas acessíveis como o *Tinkercad* e o *Arduino*, favoreceu a compreensão dos conceitos e possibilitou a aplicação prática de conteúdos escolares de forma mais significativa.

Além do progresso técnico, o projeto também promoveu o desenvolvimento de habilidades

como raciocínio lógico, organização, colaboração e autonomia. Atividades como a construção de um semáforo com LEDs, uma calculadora com display e alarme de distância exigiram dos alunos não apenas a execução de comandos, mas também a interpretação de situações-problema e a tomada de decisões fundamentadas.

Em síntese, os resultados obtidos demonstram que o uso da robótica educacional como ferramenta didática contribuiu efetivamente para ampliar o repertório dos alunos sobre os temas abordados, despertar o interesse por temas tecnológicos e melhorar o processo de ensino-aprendizagem, bem como o despertar para a inovação e descoberta de novos desafios. A evolução observada nas pontuações reforça a viabilidade de aplicação de iniciativas semelhantes em escolas públicas, especialmente quando estruturadas de forma acessível e pedagógica a partir da oferta de capacitação para os docentes e o desenvolvimento de atividades práticas com os discentes. O desenvolvimento de atividades práticas junto aos estudantes pode auxiliar na resolução de problemas, fomentando o estímulo à criatividade, o desenvolvimento da inovação e a capacitação do aluno para sua aprendizagem em seu processo formativo.

5 Considerações Finais

Este artigo teve como objetivo desenvolver e avaliar uma proposta de robótica educacional como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de estudantes do ensino fundamental II de escolas públicas, por meio da criação e implementação de protótipos que integrem conceitos curriculares ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e técnicas. A partir da revisão da literatura e da aplicação prática de protótipos em sala de aula, foi possível observar resultados positivos, tanto no engajamento dos alunos quanto na assimilação dos conteúdos.

A abordagem construtivista adotada, pautada na criação de uma base sólida de conceitos fundamentais antes da introdução dos protótipos, mostrou-se eficaz para promover um aprendizado mais participativo, contextualizado e significativo. O uso de tecnologias acessíveis, como o *Tinkercad* e a plataforma Arduino, possibilitou aos alunos vivenciar na prática conceitos de eletrônica, programação e lógica computacional, ao mesmo tempo em que despertou o interesse pela ciência e pela tecnologia.

Mais do que apenas trabalhar conteúdos técnicos, o projeto contribuiu para o fortalecimento de competências como autonomia, raciocínio lógico, cooperação e resolução de problemas - elementos essenciais para a formação de cidadãos mais críticos, criativos e preparados para os desafios contemporâneos.

Recomenda-se que iniciativas como esta sejam ampliadas e adaptadas a outros contextos educacionais, inclusive para o ensino médio, técnico e até mesmo para a formação de adultos. A robótica, por sua natureza interdisciplinar e prática, possui um potencial significativo para enriquecer o processo educativo em diferentes faixas etárias e níveis de ensino.

Espera-se que este estudo possa contribuir, ainda que modestamente, para o fortalecimento de práticas pedagógicas mais dinâmicas, inclusivas e transformadoras, nas quais o estudante seja, de fato, o protagonista do próprio aprendizado.

6 Agradecimentos

Agradecemos, de forma especial, à instituição CEFET-MG pelo apoio concedido ao longo da realização deste projeto. O suporte foi fundamental para viabilizar as etapas de pesquisa, desenvolvimento e aplicação em sala de aula.

Estendemos nossa gratidão à equipe envolvida na execução do projeto, cujo comprometimento e dedicação contribuíram de maneira decisiva para a concretização das atividades e para a superação dos desafios enfrentados ao longo do percurso.

Reconhecemos também o incentivo contínuo à pesquisa científica promovido pelas instituições CEFET-MG e FAPEMIG, que têm desempenhado papel essencial na formação acadêmica e no estímulo à inovação educacional.

Por fim, agradecemos aos alunos da Escola Municipal Professora Hermínia Corgozinho pela participação ativa, curiosidade e entusiasmo demonstrados durante todas as fases do projeto. Sua presença engajada foi não apenas inspiradora, mas também determinante para o êxito desta iniciativa.

Referências

- Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: Open Questions and New Challenges [GS Search]. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63–71. Recuperado junho 1, 2026, de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1130924.pdf>
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution* [GS Search]. Crown Business.
- Bacich, L., & Moran, J. (2017). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática* [GS Search]. Penso Editora.
- Bandeira, L. M. d. S. A., Araújo, N. R. R. d. F., Farias, F. L. d. O., Barros, A., Queiroz, J., Nunes, I., & Guedes, L. (2019). Instrumento de Avaliação do Software Educacional TinkerCad: Uma Visão Fundamentada na BNCC [GS Search]. *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*, 1324. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.1324>
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica* [tese de dout., Universidade Federal do Rio Grande do Sul] [GS Search]. Recuperado junho 1, 2026, de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>
- Bryant, S. C. (2018). *Tinkercad For Dummies* [GS Search]. John Wiley & Sons.
- Campos, F. R. (2017). Robótica Educacional no Brasil: Questões em Aberto, Desafios e Perspectivas Futuras [GS Search]. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(4). <https://doi.org/10.21723/riaee.v12.n4.out/dez.2017.8778>
- Castañón, G. A. (2015). O que é construtivismo? [GS Search]. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 1(2), 209–242. Recuperado junho 1, 2026, de <https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/744>
- Cavalcante, U. (2016). *A Evolução das Linhas de Montagem de Automóveis ao Longo do Século*. Recuperado junho 1, 2026, de <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/a-evolucao-das-linhas-de-montagem-de-automoveis/>
- César, D. P. B. (2004). *Robótica livre: robótica educacional com tecnologias livres* [diss. de maestr., Universidade Federal da Bahia] [GS Search]. Recuperado junho 1, 2026, de <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/16087>
- Cook, D. (2008). *Robot Building for Beginners* [GS Search]. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-0826-6>
- Correll, N., Hayes, B., Heckman, C., & Roncone, A. (2022). *Introduction to Autonomous Robots: Mechanisms, Sensors, Actuators, and Algorithms* [GS Search]. MIT Press.
- Craig, J. J. (2006). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control* (3ª ed.) [GS Search]. Pearson Prentice Hall.
- Dias, F. N. M., Chaves, A. C., Medeiros, J. J. V. d., & Santos, T. M. d. (2023). Desenvolvimento do Pensamento Computacional em Escolas do Ensino Fundamental II [GS Search]. *Revista Práxis: Saberes da Extensão*, 11(22), 52–56. <https://doi.org/10.18265/2318-23692023v11n22p52-56>
- Digital, I. (2025). Instituto Digital: Loja Online de Componentes Eletrônicos [CNPJ: 28.409.554/0001-66. Loja online de componentes eletrônicos. Acesso em: 28 out. 2025.]. Recuperado outubro 28, 2025, de <https://www.institutodigital.com.br>
- Drummond, G. (2016). *Maker Space: O Que é a Cultura Maker?* Recuperado junho 1, 2026, de <https://drummond.com.br/maker-space-o-que-e-a-cultura-maker/>

- Fernandes, A. M. M., Marinho, G. d. O., Batista, M. D., & Oliveira, G. F. d. (2018). O Construtivismo na Educação [GS Search]. *ID on Line. Revista de Psicologia*, 12(40), 138–150. <https://doi.org/10.14295/idonline.v12i40.1049>
- Fernandes, M., Santos, C. A. M. d., Souza, E. E. d., & Fonseca, M. G. (2018). Robótica educacional: Uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental [GS Search]. *Anais do XXIV Workshop de Informática na Escola*, 315–322. <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.315>
- Fink, A. (2019). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper* [GS Search]. SAGE Publications.
- Gómez, Á. I. P. (2015). *Educação na Era Digital: A Escola Educativa* [GS Search]. Penso Editora.
- Gonçalves, P. J. S. (2011). Robótica, Uma Visão para o Futuro [GS Search]. *Revista do Instituto Politécnico de Castelo Branco*, 1(2), 12–18. Recuperado junho 1, 2026, de <https://repositorio.ipcb.pt/entities/publication/f512227e-33c3-44a0-9b68-421d285e9246>
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The Maker Movement in Education [GS Search]. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Kenski, V. M. (2007). *Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação* [GS Search]. Papirus.
- Köche, J. C. (2002). *Fundamentos de Metodologia Científica* [GS Search]. Editora Vozes.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). Invent to learn: Makers in the Classroom [GS Search]. *The Education Digest*, 79(4), 35–38.
- Matarić, M. J. (2014). *Introdução à Robótica* [GS Search]. Editora Blucher.
- McRoberts, M. (2018). *Arduino Básico* [GS Search]. Novatec Editora.
- Moran, J. M. (2000). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica* [GS Search]. Papirus Editora.
- Mota, A. (2021). *O que é Arduino e como Funciona?* Recuperado junho 1, 2026, de <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funcional/>
- Oliveira, E. J. S. d. (2016). *Pensamento computacional e robótica: um estudo sobre habilidades desenvolvidas em oficinas de robótica educacional* [diss. de mestr., Universidade Federal da Paraíba] [GS Search]. Recuperado junho 1, 2026, de <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2857>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* [GS Search]. Basic Books. Recuperado junho 1, 2026, de <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1095592>
- Peppler, K., Halverson, E. R., & Kafai, Y. B. (Ed.). (2016). *Makeology: Makerspaces as Learning Environments* [GS Search]. Routledge.
- Piaget, J. (1973). *A construção do real na criança* [GS Search]. Zahar.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1 [GS Search]. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Queiroz, R. L., Sampaio, F. F., & Santos, M. P. d. (2019). DuinoBlocks4Kids: Utilizando Tecnologia Livre e Materiais de Baixo Custo para o Exercício do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I por meio do Aprendizado de Programação Aliado à Robótica Educacional [GS Search]. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(2), 167–197. <https://doi.org/10.5753/rbie.2019.27.02.167>
- Silva, F. W. J. d., Feitosa, R. G. F., Mello, H. M. d., Feitosa, J. N., & Marinus, N. S. d. M. L. (2024). Um Estudo de Caso sobre o Ensino da Robótica Educacional no Ensino Fundamental II [GS Search]. *Anais da XII Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão e Piauí*, 51–60. <https://doi.org/10.5753/ercemapi.2024.243358>

- Silva, R. B. e., & Blikstein, P. (2019). *Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira* [GS Search]. Penso Editora. Recuperado junho 1, 2026, de <https://app.minhabiblioteca.com.br/books/9788584291892>
- Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other* [GS Search]. Basic Books.
- Valente, J. A. (2005). *A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação* [Tese de livre-docência]. Universidade Estadual de Campinas [GS Search]. Recuperado junho 1, 2026, de <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/857072>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking [GS Search]. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zilli, S. d. R. (2004). *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática* [diss. de maestr., Universidade Federal de Santa Catarina] [GS Search]. Recuperado junho 1, 2026, de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86930>