

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Robótica educacional, metodologias ativas na educação infantil e nos anos iniciais: revisão de literatura e perspectivas contemporâneas

Cintya Wedderhoff Machado, Márcio Mendonça, Vitor Blanc Milani, Daniela Mendonça de Oliveira

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.14564>

Submetido em: 2025-12-12

Postado em: 2025-12-29 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

ROBÓTICA EDUCACIONAL, METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO INFANTIL E NOS ANOS INICIAIS: REVISÃO DE LITERATURA E PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS

CINTYA WEDDERHOFF MACHADO¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9635-1230>
<cintyamachado@alunos.utfpr.edu.br>

MÁRCIO MENDONÇA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7203-9241>
<mendonca@utfpr.edu.br>

VITOR BLANC MILANI¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6793-6987>
<vitormilani@alunos.utfpr.edu.br>

DANIELA MENDONÇA DE OLIVEIRA¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7279-5200>
<danielamoadv@gmail.com>

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, PR, Brasil.

RESUMO: O presente artigo analisa as contribuições da robótica educacional e das metodologias ativas para a aprendizagem na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, destacando fundamentos teóricos, abordagens metodológicas e resultados de pesquisas nacionais e internacionais. A revisão de literatura contempla autores clássicos e contemporâneos, como Papert, Piaget, Wing, Resnick, Bers, Bruner e Johnson & Johnson, além de estudos brasileiros recentes sobre o uso da robótica em contextos escolares. A metodologia adotada consistiu na análise crítica e integradora de produções científicas publicadas entre 2006 e 2024, incluindo livros, artigos, teses e documentos curriculares. O foco recaiu sobre evidências empíricas relacionadas ao desenvolvimento cognitivo, linguístico, socioemocional e motor das crianças. Os resultados indicam que a robótica educacional favorece o pensamento computacional, o raciocínio lógico, a resolução de problemas, a criatividade e a autonomia, além de promover colaboração e autorregulação emocional. Observa-se forte convergência entre os princípios da robótica e as metodologias ativas, especialmente Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Colaborativa. A literatura também evidencia alinhamento com as competências da BNCC e a possibilidade de implementação por meio de práticas plugadas e desplugadas. Apesar dos avanços, persistem lacunas relacionadas à formação docente, à avaliação do pensamento computacional e à realização de pesquisas em municípios pequenos. Conclui-se que a robótica constitui um caminho promissor para qualificar práticas pedagógicas na primeira infância e nos anos iniciais, ampliando oportunidades de aprendizagem significativa e indicando a necessidade de estudos futuros.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Metodologias Ativas, Pensamento Computacional, Educação Infantil, Ensino Fundamental.

EDUCATIONAL ROBOTICS, ACTIVE METHODOLOGIES IN EARLY CHILDHOOD AND PRIMARY EDUCATION: LITERATURE REVIEW AND CONTEMPORARY PERSPECTIVES

ABSTRACT: This article analyzes the contributions of educational robotics and active methodologies to learning in early childhood education and the initial years of elementary school, highlighting theoretical foundations, methodological approaches, and results from national and international research. Emphasizing the need for longitudinal studies on robotics in early education, a literature review was conducted based on classic and contemporary authors, including Papert, Piaget, Wing, Resnick, Bers, Bruner, and Johnson & Johnson, as well as recent Brazilian studies investigating the use of robotics in school contexts. The methodology consisted of a critical and integrative analysis of scientific works published between 2006 and 2024, including books, articles, theses, and curricular documents, with attention to empirical evidence related to children's cognitive, linguistic, socio-emotional, and motor development. The results indicate that educational robotics fosters computational thinking, logical reasoning, problem-solving, creativity, and autonomy, while also promoting collaboration and emotional self-regulation. A strong convergence is observed between robotics and active methodologies, especially Project-Based Learning, Problem-Based Learning, and Collaborative Learning. The literature also shows alignment between robotics and BNCC competencies, with implementation possible through both plugged and unplugged practices. Despite significant advances, gaps remain in teacher training, assessment of computational thinking, and research conducted in small municipalities. The study concludes that educational robotics represents a promising path for improving pedagogical practices in early childhood and the early years of schooling, expanding opportunities for meaningful learning and reinforcing the importance of future research in the field.

Keywords: Educational Robotics, Active Methodologies, Computational Thinking, Early Childhood Education, Elementary Education.

ROBÓTICA EDUCATIVA, METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA: REVISIÓN DE LA LITERATURA Y PERSPECTIVAS CONTEMPORÁNEAS

RESUMEN: Este artículo analiza las contribuciones de la robótica educativa y las metodologías activas al aprendizaje en la educación infantil y los primeros años de la educación primaria, destacando los fundamentos teóricos, los enfoques metodológicos y los resultados de investigaciones nacionales e internacionales. Enfatizando la necesidad de estudios longitudinales sobre robótica en la educación inicial, se realizó una revisión bibliográfica basada en autores clásicos y contemporáneos, como Papert, Piaget, Wing, Resnick, Bers, Bruner y Johnson & Johnson, así como estudios brasileños recientes que investigan el uso de la robótica en contextos escolares. La metodología consistió en un análisis crítico e integrador de trabajos científicos publicados entre 2006 y 2024, incluyendo libros, artículos, tesis y documentos curriculares, con atención a la evidencia empírica relacionada con el desarrollo cognitivo, lingüístico, socioemocional y motor de los niños. Los resultados indican que la robótica educativa fomenta el pensamiento computacional, el razonamiento lógico, la resolución de problemas, la creatividad y la autonomía, a la vez que promueve la colaboración y la autorregulación emocional. Se observa una fuerte convergencia entre la robótica y las metodologías activas, especialmente el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo. La literatura también muestra una alineación entre la robótica y las competencias de la BNCC, con una posible implementación tanto mediante prácticas conectadas como desconectadas. A pesar de los avances significativos, persisten deficiencias en la formación docente, la evaluación del pensamiento computacional y la investigación realizada en municipios pequeños. El estudio concluye que la robótica educativa representa una vía prometedora para mejorar las prácticas pedagógicas en la primera infancia y los primeros años de escolarización, ampliando las oportunidades de aprendizaje significativo y reforzando la importancia de la investigación futura en este campo.

Palabras clave: Robótica Educativa, Metodologías Activas, Pensamiento Computacional, Educación Infantil, Educación Primaria.

INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a robótica educacional deixou de ser apenas uma curiosidade tecnológica e passou a ocupar lugar de destaque nas discussões sobre inovação pedagógica na Educação Básica, conforme aponta Bers (2022). Contudo, observa-se que ainda existe escassez de pesquisas longitudinais que avaliem os impactos sustentados da robótica educacional na primeira infância.

Nesse período, o avanço das tecnologias digitais, a expansão da cultura maker e as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017) transformaram a robótica em uma linguagem pedagógica, articulando pensamento computacional, criatividade e resolução de problemas. Estudos recentes demonstram que a robótica, associada a tecnologias abertas e à Internet das Coisas, tem potencializado processos investigativos e colaborativos, contribuindo para ampliar a participação de estudantes e desenvolver competências alinhadas às demandas contemporâneas (Santos *et al.*, 2023).

O Construcionismo de Papert (1980) sustenta esse movimento ao afirmar que a aprendizagem se torna mais efetiva quando a criança constrói objetos/artefatos significativos. A partir do construtivismo piagetiano, o autor desenvolveu a linguagem LOGO® e ambientes robóticos baseados em ciclos de experimentação e depuração, princípios retomados pela robótica contemporânea. Complementarmente, o Pensamento Computacional, sistematizado por Wing (2006), evidencia habilidades como decomposição, abstração e criação de algoritmos, essenciais para o século XXI. Pesquisas recentes têm demonstrado que a robótica educacional possibilita aos estudantes transformar lógica em ação por meio de prototipagem e programação tangível, permitindo observar, depurar e testar hipóteses em tempo real (Duso *et al.*, 2018).

A BNCC (Brasil, 2017) reforça essa perspectiva ao indicar que cultura digital, investigação e resolução de problemas devem estar presentes desde a Educação Infantil. Nesse cenário, a robótica tem se destacado por abrir caminhos concretos para cultivar competências como pensamento crítico, criatividade, autonomia e colaboração. Quando integrada a propostas participativas e investigativas, aproxima-se das metodologias ativas e contribui para aprendizagens mais vivas e significativas.

Evidências recentes indicam que iniciativas formativas, inclusive em formatos acessíveis e massivos, como cursos MOOC voltados à robótica e cultura maker, têm possibilitado avanços na autonomia docente e na implementação de práticas inovadoras (Costa *et al.*, 2024).

Entre essas metodologias destacam-se: Aprendizagem Baseada em Problemas (Barrows; Tamblyn, 1980), Aprendizagem Baseada em Projetos (Bender, 2014), Aprendizagem com pares (Mazur, 1997), Sala de Aula Invertida (Bergmann; Sams, 2012), Gamificação (Deterding *et al.*, 2011), Aprendizagem Colaborativa (Johnson; Johnson, 1999), Aprendizagem Baseada em Investigação (Bruner, 1961) e Pensamento de Design (Brown, 2008).

Essas abordagens convergem ao destacar a investigação, o diálogo, a cooperação e a criatividade como pilares do trabalho com robótica. Como sintetiza Resnick (2017, p. 34), as crianças aprendem de forma mais potente quando se envolvem em projetos que despertam seu interesse, em interação com colegas, de modo lúdico e exploratório.

Do ponto de vista prático, evidências empíricas também reforçam essa compreensão. Pesquisas recentes conduzidas por Bers (2018; 2021) mostram que crianças de 4 a 7 anos realizam depuração, constroem algoritmos físicos e desenvolvem autonomia em práticas robóticas. Sullivan e Bers (2016) evidenciam avanços em cooperação e autorregulação, enquanto Kazakoff *et al.* (2013) identificam contribuições para narrativa e alfabetização inicial. No Brasil, pesquisas de Brackmann (2017), Costa e Behar (2020) e Valente (2018) apontam ganhos em pensamento lógico, engajamento e resolução de problemas, ao passo que iniciativas formativas em robótica e práticas maker têm contribuído para ampliar a participação docente e apoiar processos investigativos nas escolas (Costa *et al.*, 2024).

Apesar dos avanços, persistem lacunas relacionadas à formação docente, integração curricular, uso de robótica desplugada, políticas de baixo custo e pesquisas em municípios pequenos. Assim, torna-se necessário sistematizar o estado da arte, articulando fundamentos teóricos, metodologias

ativas e evidências nacionais e internacionais, especialmente no que se refere à Educação Infantil, ainda pouco contemplada em investigações com recorte metodológico consistente.

A relevância deste estudo também se justifica pela escassez de produções que abordam o uso da robótica educacional em contextos de baixa infraestrutura tecnológica e em municípios de pequeno porte, realidade predominante na educação pública brasileira. Assim, a presente revisão contribui ao sintetizar evidências e apontar caminhos possíveis e acessíveis, considerando desigualdades estruturais de implementação

Este artigo estrutura-se em seis seções: após esta introdução, apresentam-se os fundamentos teóricos da robótica educacional; em seguida, detalha-se a metodologia da revisão integrativa realizada; analisam-se as relações entre robótica e metodologias ativas; discutem-se os resultados das pesquisas nacionais e internacionais; e, por fim, apresentam-se as considerações finais com implicações pedagógicas e sugestões para pesquisas futuras.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A robótica educacional apoia-se em um conjunto de referenciais epistemológicos que articulam aprendizagem ativa, desenvolvimento cognitivo, resolução de problemas e cultura digital, constituindo uma abordagem que integra teoria e prática no processo de construção do conhecimento. Seus fundamentos percorrem o Construtivismo de Piaget (1970), o Construcionismo de Papert (1980), o Pensamento Computacional de Wing (2006), a Aprendizagem Criativa de Resnick (2017) e o Positive Technological Development de Bers (2018; 2022), compondo uma síntese teórica que justifica a pertinência da robótica na Educação Infantil como promotora de oportunidades de investigação, autoria e experimentação.

Contudo, é necessário reconhecer que, embora consolidado teoricamente, o campo carece de maior uniformidade conceitual e metodológica, considerando que parte das pesquisas associa robótica prioritariamente à programação, negligenciando os aspectos socioemocionais e éticos defendidos por Bers (2018; 2022), ou restringindo-se a resultados de curta duração, conforme problematizam Rossi e Aragón (2022) ao discutirem a formação docente voltada para práticas maker, esses estudos reconhecem desafios, sobretudo quando se trata de acompanhar, ao longo do tempo, os impactos reais na sala de aula. Essa diversidade de resultados não apenas tensiona o debate, como também revela a complexidade e a atualidade do tema.

Construtivismo e Construcionismo: bases epistemológicas da robótica educacional

Para Piaget (1970), o conhecimento emerge da ação da criança sobre o meio, por meio de hipóteses, experimentação e reorganização de esquemas. Papert (1980), ampliando esse argumento, defende que a aprendizagem se adensa quando envolve a construção de artefatos públicos e compartilháveis, premissa materializada na robótica ao favorecer ciclos iterativos de criação, erro e depuração elementos que dialogam com a noção atual de prototipagem no movimento maker.

Entretanto, autores contemporâneos, como Duso (2018), problematizam a transposição desses princípios para o cotidiano escolar, observando que, em muitos casos, a atenção se volta mais para o equipamento do que para o processo cognitivo que se pretende provocar. A crítica reside no risco de uma pedagogia tecnocêntrica, em oposição ao construcionismo genuíno que prioriza autoria, explicação e socialização do conhecimento.

Pensamento Computacional: fundamento cognitivo da robótica

Para Piaget (1970), o conhecimento emerge da ação da criança sobre o meio, por meio de hipóteses, experimentação e reorganização de esquemas. Papert (1980), ampliando esse argumento, defende que a aprendizagem se adensa quando envolve a construção de artefatos públicos e compartilháveis, premissa materializada na robótica ao favorecer ciclos iterativos de criação, erro e depuração elementos que dialogam com a noção atual de prototipagem no movimento *maker*.

Entretanto, autores contemporâneos, como Duso (2018), problematizam a transposição desses princípios para o cotidiano escolar, observando que, em muitos casos, a atenção se volta mais para o equipamento do que para o processo cognitivo que se pretende provocar. A crítica reside no risco de uma pedagogia tecnocêntrica, em oposição ao construcionismo genuíno que prioriza autoria, explicação e socialização do conhecimento.

No modelo de Aprendizagem Criativa, Resnick (2017), propõe os 4 Ps: *Projects, Peers, Passion, Play* (Projetos, pares, paixão e brincar), fundamentando práticas em que a criança cria, colabora, persegue propósitos significativos e explora ludicamente. No contexto da robótica educacional, tais princípios ganham corpo em atividades que incentivam investigação aberta, autoria de soluções e mediação docente não diretiva.

Contudo, conforme assinalam Rodrigues e Aragón (2021), desafios emergem quando o engajamento lúdico não se converte em reflexão, indicando que o brincar deve estar ancorado em intencionalidade pedagógica, sob risco de esvaziamento conceitual ou mera replicação de instruções.

Desenvolvimento Tecnológico Positivo (PTD) e síntese dos fundamentos

Bers (2018; 2022) introduz o conceito de Desenvolvimento Tecnológico Positivo ao defender que a tecnologia, ao ser integrada de maneira ética e colaborativa, potencializa dimensões cognitivas, sociais e morais, ampliando a robótica para além da programação. Estudos com o robô KIBO demonstram que crianças de quatro a sete anos desenvolvem algoritmos físicos, negociam decisões e constroem justificativas, o que converge com os Direitos de Aprendizagem da BNCC (Brasil, 2017), notadamente aqueles associados à participação, expressão e resolução de problemas.

Não obstante, parte dos estudos analisados carece de longitudinalidade para verificar se tais competências permanecem ou se dissipam ao cessar o projeto, destacando a necessidade de investigações futuras que tratem a robótica não como evento, mas como componente curricular continuado, como sugerem Rossi e Aragón (2022).

Piaget (1970) enfatiza a aprendizagem pela ação; Papert (1980) demonstra que construir artefatos aprofunda a compreensão; Wing (2006) destaca a robótica como promotora do pensamento computacional; Resnick (2017) evidencia que projetos, pares, paixão e brincar ampliam o engajamento; e Bers (2018; 2022) mostra que a tecnologia contribui para o desenvolvimento cognitivo, social e ético.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Fonte Este estudo configura-se como uma revisão integrativa da literatura, método que permite sintetizar conhecimentos teóricos e empíricos sobre um fenômeno, oferecendo uma visão abrangente e sistematizada do estado da arte (Whittemore; Knafl, 2005; Souza; Silva; Carvalho, 2010).

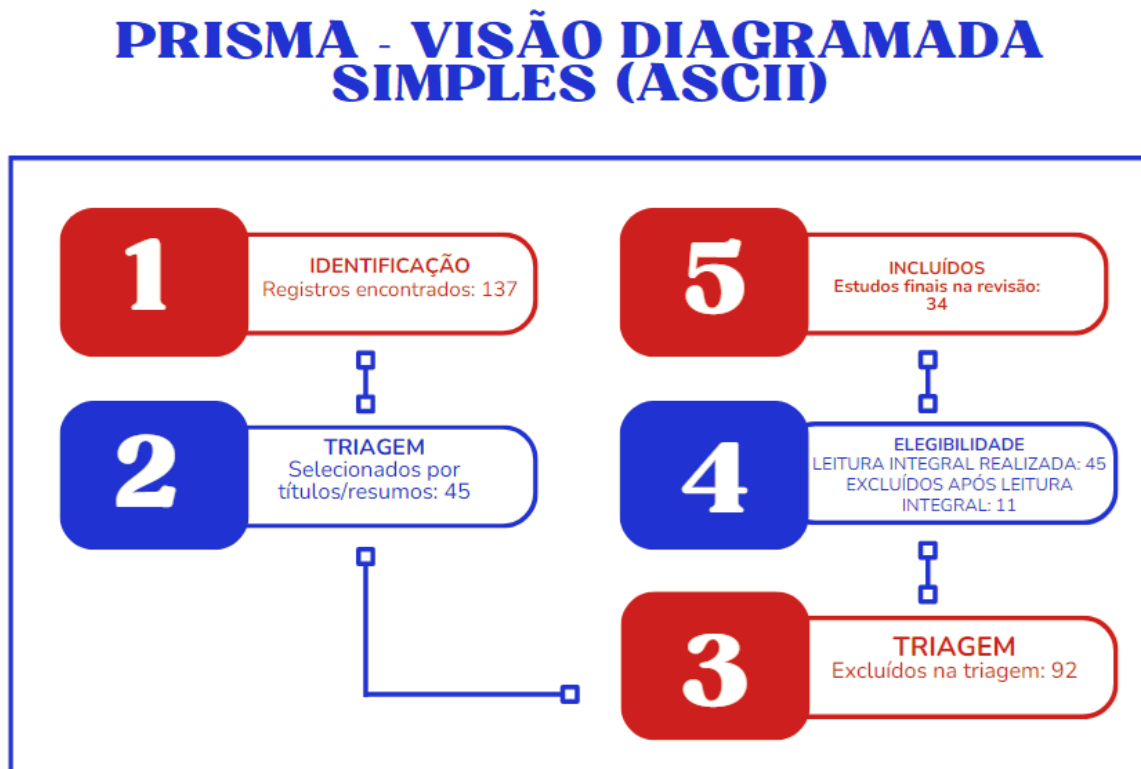
A revisão foi orientada pela seguinte questão norteadora: "Quais as contribuições da robótica educacional articulada às metodologias ativas para o desenvolvimento cognitivo, socioemocional e pedagógico de crianças da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental?" Os objetivos específicos deste estudo foram: (1) identificar os fundamentos teóricos que sustentam a robótica educacional na primeira infância; (2) compreender de que modo a robótica se articula, conceitual e operacionalmente, com as metodologias ativas; e (3) reunir e analisar evidências empíricas de pesquisas nacionais e internacionais publicadas entre 2006 e 2024.

A coleta de material bibliográfico ocorreu, mediante consulta às bases: SciELO (Scientific Electronic Library Online) Portal de Periódicos CAPES, os descritores utilizados (combinações booleanas): ("robótica educacional" OR "educational robotics") AND ("educação infantil" OR "early childhood education") ("metodologias ativas" OR "active methodologies") AND ("pensamento computacional" OR "computational thinking") ("robótica desplugada" OR "unplugged robotics") AND ("anos iniciais" OR "elementary school").

Forma definidos como critérios de inclusão: estudos publicados entre 2006 e 2024, marco do Pensamento Computacional (WING, 2006); pesquisas focadas em crianças de quatro a dez anos; textos em português, inglês ou espanhol; e materiais que abordassem robótica educacional e metodologias ativas. Como critério de exclusão, desconsideraram-se estudos com

populações acima de dez anos, trabalhos com abordagem genérica de tecnologia educacional e publicações sem revisão por pares.

Figura 1: Protocolo PRISMA-ScR adaptado.



Fonte: Autores (2025).

O processo de seleção dos estudos seguiu o protocolo PRISMA-ScR adaptado, contemplando três etapas sucessivas. Na fase de identificação, foram encontrados 137 registros nas bases consultadas. Em seguida, procedeu-se à triagem por título e resumo, etapa em que 92 estudos foram excluídos por não atenderem aos objetivos definidos, permanecendo 45 registros para a leitura completa.

Na fase de elegibilidade, após análise integral dos textos, 11 estudos foram excluídos por apresentarem abordagem genérica sobre tecnologias educacionais, por não se alinharem à faixa etária delimitada ou por não articularem robótica e metodologias ativas. Ao final, 34 estudos foram incluídos e compuseram o corpo de análise desta revisão integrativa.

Os estudos foram analisados por meio da análise de conteúdo temática proposta por Bardin (2011), com categorização em três eixos de discussão: (1) fundamentos teóricos da robótica educacional; (2) articulação com metodologias ativas; e (3) evidências empíricas nacionais e internacionais.

Em relação às limitações metodológicas, reconhecem-se limitações inerentes ao método da revisão integrativa, como viés de publicação, por considerar apenas estudos indexados, e heterogeneidade metodológica dos trabalhos analisados. Para reduzir vieses de seleção, empregou-se dupla leitura independente do material coletado, seguida de discussão de consenso, conferindo maior confiabilidade à categorização.

As lacunas foram identificadas a partir da recorrência ou ausência consistente de evidências dentro das categorias temáticas, o que contribuiu para transparência e robustez na construção dos achados.

METODOLOGIAS ATIVAS E SUAS RELAÇÕES COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

As metodologias ativas reposicionam o estudante no centro do processo de aprendizagem, deslocando-o da condição de receptor de informações para a de protagonista epistêmico, em práticas investigativas e colaborativas. Esse movimento tem raízes em Dewey (1938) e Bruner (1961), sendo amplificado por abordagens contemporâneas que valorizam experiências autênticas, pensamento crítico e resolução de problemas complexos (Bender, 2014). Nesse cenário, a robótica educacional emerge não como recurso acessório, mas como ambiente de aprendizagem que concorre para a constituição de sujeitos capazes de formular hipóteses, projetar soluções e depurar estratégias.

Sob a ótica da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Barrows e Tamblyn (1980) entendem o problema como um motor do conhecimento, isto é, é o desafio que move o estudante a investigar, levantar hipóteses e construir novas compreensões.

A robótica materializa esse princípio ao confrontar crianças e jovens com desafios concretos: o sensor que não responde, o algoritmo que falha ou o protótipo que necessita ajuste fino. Estudos nacionais têm evidenciado o potencial da ABP articulada à robótica para estimular resolução de problemas e tomada de decisão (Brackmann, 2017; Nascimento & Souza, 2022). Todavia, parte dessas pesquisas ainda se concentra em intervenções de curta duração, o que limita a compreensão dos efeitos formativos de longo prazo lacuna que a literatura aponta, mas ainda enfrenta dificuldades metodológicas para suprir.

O Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning - PBL*), discutida por Bender (2014), aprofunda esse eixo ao privilegiar projetos complexos, colaborativos e socialmente situados. A construção de robôs seguidores de linha, modelos semaforicos inteligentes ou artefatos artesanais evidencia a potência desse paradigma. Contudo, pesquisas como Segatto e Teixeira (2021) problematizam os desafios da interdisciplinaridade e da formação docente para operar com autonomia nesse modelo, indicando que a robótica pode tanto emancipar quanto reforçar práticas diretivas, a depender do uso pedagógico e da cultura institucional que a sustenta.

A aprendizagem por pares, proposta por Mazur (1997), reforça que explicar conceitos a colegas é um potente mecanismo de elaboração conceitual, aspecto recorrente nas atividades de robótica em que grupos revisam algoritmos, depuram erros ou negociam decisões. Johnson e Johnson (1999) agregam a esse processo os pilares da interdependência positiva e responsabilidade individual. Evidências recentes em contexto brasileiro mostram correlação entre robótica colaborativa e desenvolvimento de persistência, negociação e autorregulação emocional (Nascimento; Souza, 2022), embora apontem a necessidade de instrumentos mais refinados para mensurar competências socioemocionais emergentes.

A Sala de Aula Invertida, difundida por Bergmann e Sams (2012), reorganiza o tempo pedagógico ao deslocar exposição de conteúdo para ambientes externos ao encontro presencial, ampliando o tempo em sala para testes, falhas e reconstrução de soluções. Pesquisas como Costa e Behar (2020) sugerem ganhos de engajamento e coordenação motora fina em turmas da educação básica quando articulada à robótica. A gamificação, conforme Deterding *et al.* (2011), também se destaca nesse ecossistema, ao estimular engajamento e perseverança por meio de desafios, metas e feedback imediato características intrínsecas ao ciclo de programação e prototipagem.

Por fim, a Aprendizagem por Investigação, defendida por Bruner (1961), e o Pensamento de Design (*Design Thinking*), conforme Brown (2008), convergem com práticas robóticas ao estruturarem ciclos iterativos de observação, ideação, prototipagem e testes. Não obstante, parte da literatura alerta para o risco de “fetichização da inovação”, quando metodologias ativas são incorporadas de forma meramente procedural, sem intencionalidade teórica ou avaliação de impacto crítica presente em Segatto e Teixeira (2021) ao analisarem processos de formação docente.

No conjunto, as evidências indicam que a robótica educacional não é apenas compatível, mas constitutiva das metodologias ativas, sobretudo quando integrada a projetos reais, colaboração estratégica e reflexão orientada. Todavia, permanecem desafios relativos à formação docente, à avaliação das competências desenvolvidas e à implementação contínua como política curricular, e não como experiência isolada.

Quadro síntese das evidências de pesquisa

Quadro 1 – Síntese de estudos sobre robótica educacional articulada a metodologias ativas

Autor	Ano	Contexto	Metodologia Ativa	Principais Resultados
Bers	2018	EUA - Educação Infantil	Aprendizagem Criativa (4Ps)	Desenvolvimento de algoritmos, depuração, cooperação
Sullivan & Bers	2016	EUA - 4-7 anos	Aprendizagem Colaborativa	Autorregulação emocional, persistência
Brackmann	2017	Brasil - Ensino Fundamental	ABP/ABProj	Pensamento computacional, resolução de problemas
Costa & Behar	2020	Brasil - escola pública	Sala de Aula Invertida	Engajamento, coordenação motora fina
Monteiro & Silveira	2021	Brasil - baixo custo	Robótica desplugada	Interação social, criatividade, comunicação
Kazakoff <i>et al.</i>	2013	EUA - Pré-escola	Inquiry-Based Learning	Sequenciamento lógico, narrativa
Nascimento & Souza	2022	Brasil - rede pública	Aprendizagem Colaborativa	Persistência, trabalho em pares
Segatto & Teixeira	2021	Brasil - formação docente	ABP, Gamificação	Apropriação docente, multidisciplinaridade
Gonçalves & Benite	2022	Brasil - Ensino Médio	Três Momentos Pedagógicos	Participação ativa, criatividade

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas internacionais como as de Bers (2018; 2022), Sullivan e Bers (2016), Kazakoff *et al.* (2013), Resnick (2017), Catlin (2020), Toh *et al.* (2016) e Strawhacker e Bers (2019) — evidenciam que crianças entre quatro e sete anos são capazes de construir algoritmos, depurar erros, justificar suas estratégias, trabalhar em pares e até criar narrativas tecnológicas a partir das experiências com robótica.

Esses estudos destacam ainda ganhos consistentes em autorregulação, cooperação e conduta ética, conforme o modelo de Desenvolvimento Tecnológico Positivo (Positive Technological Development — PTD).

As evidências brasileiras convergem com os dados internacionais, indicando resultados expressivos associados à robótica educacional: ampliação da motivação, fortalecimento da resolução de problemas, estímulo à criatividade, persistência e colaboração, além de indícios promissores sobre leitura e escrita (Brackmann, 2017; Valente, 2018; Costa; Behar, 2020; Monteiro; Silveira, 2021; Almeida; Valente, 2020; Nascimento; Souza, 2022).

Uma contribuição distintiva do cenário nacional reside na robótica desplugada e de baixo custo, que tem se mostrado viável e eficaz em escolas públicas com infraestrutura limitada (Monteiro; Silveira, 2021; Nascimento; Souza, 2022). Esses estudos tensionam a visão tecnicista da robótica e reforçam a ideia de que o processo cognitivo importa mais que a plataforma tecnológica, evidenciando que algoritmos físicos, trilhas e sequenciamento manual podem produzir efeitos equivalentes aos observados com kits avançados.

Além disso, estudos mais recentes têm voltado o olhar para a formação docente, reconhecendo que o sucesso das práticas com robótica depende diretamente da mediação do professor. Segatto e Teixeira (2021) demonstram que o uso de robôs como o Cubetto em programas de formação promove apropriação pedagógica, multidisciplinaridade e segurança didática. De forma semelhante, Gonçalves e Benite (2022) evidenciam que a robótica integrada aos três Momentos Pedagógicos fomenta

protagonismo, criatividade e participação ativa na aprendizagem de Ciências, contrapondo-se ao modelo expositivo e cumulativo ainda dominante no ensino desse componente.

Convergências teóricas e empíricas

A análise comparativa revela convergências teóricas relevantes. O ciclo de design de Bers (2022) aproxima-se das premissas do Design Thinking (Brown, 2008), ambas defendendo a ideação, prototipagem e depuração como parte do processo. A noção papertiana de erro e depuração ressoa com a investigação científica descrita por Bruner (1961), enquanto os 4Ps de Resnick (2017) encontram correspondência empírica em estudos nacionais sobre engajamento e motivação. O Pensamento Computacional sistematizado por Wing (2006) dialoga diretamente com os resultados de Brackmann (2017), indicando avanços no raciocínio lógico e na alfabetização.

Em síntese, há consenso de que a robótica:

- Aperfeiçoa raciocínio lógico e abstração (Bers, 2018; Brackmann, 2017);
- Apoia a alfabetização inicial e a narrativa (Kazakoff *et al.*, 2013; Brackmann, 2017);
- Aumenta engajamento e permanência (Costa; Behar, 2020; Catlin, 2020);
- Favorece colaboração e negociação (Johnson; Johnson, 1999; Monteiro; Silveira, 2021);

Contribui para autorregulação emocional e persistência (Sullivan; Bers, 2016; Nascimento; Souza, 2022).

Esses achados dialogam diretamente com as competências gerais da BNCC, especialmente aquelas relacionadas ao pensamento científico, crítico e criativo, à comunicação, à cultura digital e a responsabilidade e cidadania, reforçando o papel da robótica educacional como promotora do desenvolvimento integral.

A literatura nacional destaca a efetividade da robótica desplugada como resposta contextualizada às desigualdades de acesso. Monteiro e Silveira (2021) demonstram que atividades baseadas em sequenciamento com materiais concretos como trilhas, cartões e algoritmos físicos produzem ganhos cognitivos e socioemocionais equivalentes aos de robótica com kits digitais.

Esses achados representam um aporte robusto para a formulação de políticas públicas, evidenciando que a inclusão digital pode preceder a digitalização, permitindo aprender programação antes de acessar dispositivos programáveis.

Lacunas e desafios identificados

As lacunas identificadas concentram-se em cinco dimensões principais:

- Ausência de estudos longitudinais que mensurem o impacto da robótica ao longo do desenvolvimento;
- Baixo número de pesquisas realizadas especificamente na Educação Infantil;
- Carência de instrumentos brasileiros validados para avaliar pensamento computacional e autorregulação;
- Pouca articulação entre robótica e alfabetização inicial; e
- Escassez de investigações em municípios de pequeno porte e redes vulneráveis.

Essas lacunas emergem pela ausência recorrente desses elementos nos estudos analisados, evidenciando oportunidades concretas para expansão de pesquisas no país.

CONCLUSÃO

A literatura nacional e internacional examinada confirma que a robótica educacional na Educação Infantil e nos anos iniciais constitui um campo em expansão, sustentado por arcabouço teórico consistente e evidências empíricas progressivamente robustas. Papert, Wing, Resnick e Bers oferecem a base conceitual que legitima a robótica como abordagem pedagógica estruturante, intencional e

interdisciplinar, deslocando a tecnologia da condição de fim para a posição de meio potente para construção de conhecimento, autoria e participação cultural.

Os estudos revisados convergem ao demonstrar que a robótica favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, do raciocínio lógico e da tomada de decisão, articulando-se, ainda, a competências relacionadas à alfabetização e ao letramento. Esses efeitos são observados tanto em práticas com kits tecnológicos quanto em propostas desplugadas, desmistificando a crença de que inovação pedagógica requer equipamentos sofisticados. A centralidade do processo cognitivo e não do dispositivo emerge como eixo estruturante das aprendizagens realizadas.

Somam-se a esses resultados impactos socioemocionais reportados em pesquisas, destacando contribuições para autorregulação, persistência, cooperação e comunicação competências alinhadas à BNCC e ao desenvolvimento integral. Esses achados indicam que a robótica transcende o domínio técnico, configurando-se como um dispositivo formativo para sujeitos capazes de atuar com criatividade, responsabilidade e resiliência em contextos complexos.

Além disso, constatou-se que a robótica integra, de forma orgânica, diversas metodologias ativas ao mobilizar investigação, experimentação, prototipagem e depuração iterativa. Ao qualificar a aprendizagem baseada em problemas, projetos, pares, gamificação, sala de aula invertida, investigação e pensamento de design, a robótica se apresenta como síntese metodológica capaz de ampliar protagonismo, autoria e sentido pedagógico nas experiências contemporâneas de aprendizagem.

Implicações pedagógicas

As evidências analisadas permitem inferir que:

1. A robótica pode ser introduzida desde a Educação Infantil, considerando princípios de adequação etária e intencionalidade pedagógica;
2. Práticas desplugadas configuram alternativas eficazes para contextos com recursos limitados;
3. A articulação com metodologias ativas potencializa o engajamento e a aprendizagem;
4. A formação docente continuada é condição estruturante para a implementação qualificada, requerendo investimentos em programas específicos.

Sugestões para pesquisas futuras

As lacunas identificadas orientam agendas de investigação futura:

- Estudos longitudinais que examinem os efeitos da robótica no desenvolvimento global da criança;
- Construção de instrumentos brasileiros validados para avaliar pensamento computacional e autorregulação;
- Pesquisas que explorem interfaces entre robótica, alfabetização e funções executivas;
- Ampliação de investigações sobre robótica desplugada e de baixo custo;
- Estudos sobre formação docente e processos de ressignificação pedagógica na integração da robótica ao currículo.

Recomendações para políticas públicas

Para a consolidação da robótica educacional como política de Estado, recomenda-se:

- Inserção da robótica desplugada em programas de formação inicial e continuada de professores;
- Desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis e contextualizados;
- Criação de redes intermunicipais de colaboração e compartilhamento de práticas com robótica;
- Institucionalização da robótica como componente curricular desde a Educação Infantil, com diretrizes claras de implementação.

Em síntese, a literatura examinada indica que a robótica educacional constitui uma abordagem potente para promover aprendizagens profundas e integradas desde os anos iniciais da escolarização. Ao articular fundamentos epistemológicos, metodologias ativas e experiências colaborativas, contribui para o desenvolvimento cognitivo, linguístico, motor, socioemocional e ético das crianças, alinhando-se às demandas curriculares e sociais contemporâneas.

Este estudo avança ao sistematizar evidências contemporâneas sobre a robótica educacional na primeira infância, destacando sua relação com metodologias ativas e sua implementação em modelos plugados e desplugados. Contribui especialmente ao evidenciar o potencial da robótica em contextos públicos com poucos recursos, temática ainda pouco explorada em pesquisas brasileiras.

Recomenda-se aprofundar investigações longitudinais e ampliar estudos voltados à formação docente, à avaliação do pensamento computacional e à aplicabilidade em municípios de pequeno porte. A robótica educacional apresenta-se, assim, como abordagem promissora para qualificar práticas pedagógicas e ampliar oportunidades de aprendizagem significativa na educação básica.

Conclui-se que a robótica educacional não deve ser tratada como inovação circunstancial ou projeto eventual, mas como política de Estado voltada à equidade cognitiva. Ao garantir que crianças com e sem acesso à tecnologia complexa possam desenvolver as mesmas competências de pensamento, autoria e investigação, a robótica desplugada emerge como solução pragmática e cientificamente sustentada para sistemas educacionais desiguais. Assim, este estudo defende a inserção da robótica nos currículos da Educação Infantil e anos iniciais como estratégia de justiça cognitiva e formação integral, alinhada às demandas sociais e científicas do século XXI.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS (CAIXA ALTA, NEGRITO, GARAMOND 12, ALINHADO À ESQUERDA)

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. **Tecnologias na educação: dos fundamentos às práticas pedagógicas**. Campinas: Papyrus, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer, 1980.

BENDER, W. N. **Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century**. Thousand Oaks: Corwin Press, 2014.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. Eugene: ISTE, 2012.

BERS, M. U. **Beyond Coding: How Children Learn Human Values through Programming**. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.

BERS, M. U. **Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom**. 2. ed. New York: Routledge, 2022.

BRACKMANN, C. M. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. **New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking**. American Educational Research Association, Vancouver, 2012.

- BROWN, T. **Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation**. New York: HarperCollins, 2008.
- BRUNER, J. **The Process of Education**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1961.
- CATLIN, D. **Computing Education in Primary Schools: Children and Computing**. New York: Routledge, 2020.
- COSTA, I. A.; BEHAR, P. A. **O pensamento computacional e o uso da robótica na educação básica: uma revisão sistemática**. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 18, n. 2, 2020.
- COSTA, J. O. E. et al. **Experiências na elaboração de cursos MOOC para a formação de professores: robótica educacional e práticas maker**. In: XV Computer on the Beach, 2024. Anais [...]. Balneário Camboriú, SC, 2024. p. 318–319.
- DETERDING, S. et al. **From game design elements to gamefulness: defining "gamification"**. Academic MindTrek Conference, p. 9–15, 2011.
- DEWEY, J. **Experience and Education**. New York: Collier Books, 1938.
- DUSO, G. B. et al. **Robótica educacional na educação infantil: criação e avaliação de uma plataforma para o desenvolvimento do pensamento computacional**. CINTED – Novas Tecnologias na Educação, v. 16, n. 1, jul. 2018. p. 1–10.
- GONÇALVES, D. C.; BENITE, C. R. M. **Metodologia ativa e robótica educacional: uma proposta para o estudo do sistema solar**. ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 12, n. 3, 2022.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. **Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning**. 5. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1999.
- KAZAKOFF, E. R.; SULLIVAN, A.; BERS, M. U. **The effect of programming robots on sequencing ability in early childhood**. Journal of Educational Computing Research, v. 49, n. 4, p. 383–408, 2013.
- MAZUR, E. **Peer Instruction: A User's Manual**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.
- MONTEIRO, L.; SILVEIRA, S. **Robótica educacional desplugada: contribuições para a alfabetização científica nos anos iniciais**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 14, n. 3, 2021.
- NASCIMENTO, A. P.; SOUZA, C. P. **Robótica educacional e criatividade: práticas inovadoras na rede pública**. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 38, 2022.
- PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, 1980.
- PIAGET, J. **The Equilibration of Cognitive Structures: The Central Problem of Intellectual Development**. Chicago: University of Chicago Press, 1970.
- RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play**. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.
- SANTOS, J. B. S. et al. **Robótica educacional e Internet das Coisas como ferramentas de transformação social**. Anais [...], 2023.
- SEGATTO, R.; TEIXEIRA, A. C. **Utilização do robô Cubetto em um processo de formação docente para professores da educação básica na área da robótica educacional**. ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 11, n. 1, p. 219–236, 2021.
- SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010.

STRAWHACKER, A.; BERS, M. U. **What they learn by building: young children's learning outcomes from coding activities.** Computers & Education, v. 141, p. 1–15, 2019.

SULLIVAN, A.; BERS, M. U. **Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade.** International Journal of Technology and Design Education, v. 26, p. 3–20, 2016.

TOH, K. et al. **Logical reasoning development in robotics-based learning.** International Journal of Child-Computer Interaction, v. 9, p. 20–29, 2016.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. **The integrative review: updated methodology.** Journal of Advanced Nursing, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005.

WING, J. **Computational Thinking.** Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.

Submetido: XX/XX/XXXX

Aprovado: XX/XX/XXXX

Editor(a) de seção:

DECLARAÇÃO SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados de pesquisa estão contidos no próprio manuscrito.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Autora 1 - Concepção do estudo, análise dos dados e redação principal do manuscrito.

Autor 2 – Coordenação do projeto, Revisão teórica, contribuição especializada em áreas correlatas e revisão crítica do conteúdo.

Autor 3 - Formatação, normalização, revisão teórica e contribuição especializada em áreas correlatas e revisão crítica do conteúdo.

Autora 4 - Coleta de dados, desenvolvimento da pesquisa, estruturação do texto e análise dos resultados.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.