

ROBÓTICA EDUCACIONAL COM MATERIAIS RECICLÁVEIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

EDUCATIONAL ROBOTICS USING RECYCLABLE MATERIALS IN
ELEMENTARY EDUCATION: AN INTEGRATIVE REVIEW OF MEANINGFUL
LEARNING AND ENVIRONMENTAL EDUCATION

ROBÓTICA EDUCATIVA CON MATERIALES RECICLABLES EN LA EDUCACIÓN
BÁSICA: UNA REVISIÓN INTEGRATIVA SOBRE EL APRENDIZAJE
SIGNIFICATIVO Y LA EDUCACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Alexandre da Silva Costa¹, Thiago Nicolau Magalhães de Souza Conte², Tania de Sousa Pinheiro
Medeiros³, Tatiane Bahia do Vale Silva⁴, Natália Karina Nascimento da Silva⁵

DOI: 10.54899/dcs.v23i94.6775

Recibido: 24/07/2026 | Aceptado: 18/08/2026 | Publicación en línea: 25/08/2026.

RESUMO

O ensino de Ciências da Natureza enfrenta o desafio de articular os conteúdos curriculares as experiências concretas dos estudantes, favorecendo o engajamento, a interdisciplinaridade e consciência socioambiental. Nesse contexto, a robótica educacional desenvolvida com materiais recicláveis, apresenta-se como estratégia pedagógica capaz de integrar ciência, tecnologia e sustentabilidade. Este estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as contribuições da robótica educacional com materiais recicláveis para a aprendizagem significativa em Ciências da Natureza e para a educação ambiental na Educação Básica. A seleção e o relato dos estudos foram orientados pelas recomendações PRISMA, com buscas realizadas no Google Acadêmico e na SciELO, entre fevereiro e março de 2026, considerando artigos em língua portuguesa publicados nos últimos dez anos. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo, fundamentada em Bardin. Foram incluídos cinco estudos, dos quais emergiram quatro categorias temáticas: desenvolvimento de competências e aprendizagem significativa; consciência e atitude ambiental; inclusão e acessibilidade tecnológica; e desafios, limitações e gestão dos projetos. Os estudos analisados indicaram que a utilização de materiais recicláveis em projetos de robótica educacional pode favorecer a articulação entre conhecimentos científico-tecnológicos e questões socioambientais, além de estimular criatividade, pensamento crítico, colaboração e protagonismo estudantil. Também foram identificadas contribuições

¹ Mestrando em Processos e Tecnologias Educacionais, Universidade do Estado do Pará (UEPA) - campus XXII, Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: alexandre.s.costa@aluno.uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3963-3195>

² Doutor em Engenharia Elétrica (Computação Aplicada), Universidade do Estado do Pará (UEPA), Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: thiagonconte@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1288-366X>

³ Mestra em Enfermagem, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: tania.medeiros@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7805-9457>

⁴ Doutora em Epidemiologia em Saúde Pública, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: tatiane.silva@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3726-175X>

⁵ Doutora em Genética e Biologia Molecular, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Ananindeua, Pará, Brasil. E-mail: nataliakarina.silva@uepa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5681-0414>

relacionadas à conscientização sobre descarte, reutilização de materiais e sustentabilidade. Entretanto, a reduzida quantidade de estudos, a predominância de abordagens qualitativas, as amostras restritas e a ausência de avaliações longitudinais limitam a generalização dos achados. Conclui-se que a robótica educacional com materiais recicláveis apresenta potencial como estratégia interdisciplinar para integrar a aprendizagem em Ciências da Natureza e a educação ambiental, embora sejam necessários estudos metodologicamente mais robustos para avaliar seus efeitos educacionais e sua aplicabilidade em diferentes contextos escolares.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Materiais Recicláveis. Aprendizagem Significativa. Educação Ambiental. Revisão Integrativa. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Natural Sciences education faces the challenge of linking curricular content to students' concrete experiences, thereby fostering engagement, interdisciplinarity, and socio-environmental awareness. In this context, educational robotics using recyclable materials emerges as a pedagogical strategy capable of integrating science, technology, and sustainability. This study aimed to analyze—through an integrative literature review—the contributions of educational robotics using recyclable materials to meaningful learning in Natural Sciences and to environmental education within basic education. Study selection and reporting followed PRISMA guidelines, with searches conducted on Google Scholar and SciELO between February and March 2026, focusing on Portuguese-language articles published over the last ten years. Data were subjected to content analysis based on Bardin's methodology. Five studies were included, from which four thematic categories emerged: skill development and meaningful learning; environmental awareness and attitudes; inclusion and technological accessibility; and project challenges, limitations, and management. The analyzed studies indicated that using recyclable materials in educational robotics projects can facilitate the connection between scientific-technological knowledge and socio-environmental issues, while also stimulating creativity, critical thinking, collaboration, and student agency. Contributions regarding awareness of waste disposal, material reuse, and sustainability were also identified. However, the limited number of studies, the predominance of qualitative approaches, small sample sizes, and the absence of longitudinal assessments limit the generalizability of the findings. The study concludes that educational robotics using recyclable materials holds potential as an interdisciplinary strategy to integrate Natural Sciences learning and environmental education, although more methodologically robust studies are needed to evaluate its educational effects and applicability across different school contexts.

Keywords: Educational Robotics. Recyclable Materials. Meaningful Learning. Environmental Education. Integrative Review. Sustainability.

RESUMEN

La enseñanza de las Ciencias Naturales se enfrenta al reto de articular los contenidos curriculares con las experiencias concretas de los alumnos, fomentando la participación, la interdisciplinariedad y la conciencia socioambiental. En este contexto, la robótica educativa desarrollada con materiales reciclables se presenta como una estrategia pedagógica capaz de integrar ciencia, tecnología y sostenibilidad. El objetivo de este estudio fue analizar, mediante una revisión integradora de la literatura, las contribuciones de la robótica educativa con materiales

reciclables al aprendizaje significativo en Ciencias Naturales y a la educación medioambiental en la Educación Básica. La selección y la descripción de los estudios se basaron en las recomendaciones PRISMA, con búsquedas realizadas en Google Académico y en SciELO, entre febrero y marzo de 2026, teniendo en cuenta artículos en lengua portuguesa publicados en los últimos diez años. Los datos se sometieron a un análisis de contenido, basado en el método de Bardin. Se incluyeron cinco estudios, de los que surgieron cuatro categorías temáticas: desarrollo de competencias y aprendizaje significativo; conciencia y actitud medioambiental; inclusión y accesibilidad tecnológica; y retos, limitaciones y gestión de los proyectos. Los estudios analizados indicaron que el uso de materiales reciclables en proyectos de robótica educativa puede favorecer la articulación entre los conocimientos científico-tecnológicos y las cuestiones socioambientales, además de estimular la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración y el protagonismo de los alumnos. También se identificaron aportaciones relacionadas con la concienciación sobre la eliminación de residuos, la reutilización de materiales y la sostenibilidad. Sin embargo, el escaso número de estudios, el predominio de enfoques cualitativos, las muestras reducidas y la ausencia de evaluaciones longitudinales limitan la generalización de los resultados. Se concluye que la robótica educativa con materiales reciclables presenta potencial como estrategia interdisciplinar para integrar el aprendizaje en Ciencias Naturales y la educación medioambiental, aunque se necesitan estudios metodológicamente más sólidos para evaluar sus efectos educativos y su aplicabilidad en diferentes contextos escolares.

Palabras clave: Robótica Educativa. Materiales Reciclables. Aprendizaje Significativo. Educación Medioambiental. Revisión Integrativa. Sostenibilidad.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências da Natureza enfrenta desafios relacionados à necessidade de aproximar os conteúdos curriculares das experiências concretas dos estudantes, promovendo engajamento, interdisciplinaridade e atribuição de significado à aprendizagem (Amaral; Silva; Couto, 2024). Nesse cenário, observa-se crescente interesse por abordagens baseadas na resolução de problemas e no uso pedagógico de tecnologias, como a robótica educacional, que pode articular o desenvolvimento do pensamento computacional, o protagonismo estudantil e a integração de saberes (Bispo; Cunha; Batista e Oliveira, 2025). A robótica educacional tem sido investigada como estratégia didático-pedagógica capaz de favorecer a compreensão de conceitos científicos, a criatividade e o trabalho colaborativo, estabelecendo relações entre ciência, tecnologia e situações concretas de aprendizagem (Favacho; Rodrigues; Welk e Rendeiro, 2024). Paralelamente, a incorporação da sustentabilidade às práticas educacionais amplia essa

perspectiva ao aproximar a formação científico-tecnológica das questões socioambientais contemporâneas e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU (ONU,2015).

No Brasil, a articulação entre ensino de Ciências, robótica educacional e sustentabilidade tem avançado, mas ainda encontra obstáculos estruturais, como a desigualdade no acesso à tecnologia, a necessidade de formação docente específica e a escassez de recursos, especialmente em escolas públicas (Amaral; Silva; Couto, 2024; Bispo; Cunha; Batista e Oliveira, 2025). Segundo Sousa, Bartoli e Graciano (2024), uma das possibilidades para aproximar essas dimensões consiste no desenvolvimento de projetos de robótica baseados no reaproveitamento de materiais recicláveis e resíduos eletrônicos. Além de reduzir a dependência de kits comerciais, essa abordagem pode transformar materiais descartados em recursos para experimentação, construção de protótipos e resolução de problemas, articulando conhecimentos científico-tecnológicos e questões relacionadas à sustentabilidade. Experiências dessa natureza também têm sido associadas à ampliação do acesso às práticas de robótica e à valorização do conhecimento aplicado à resolução de problemas concretos (Sousa; Dias, 2023).

Essa aproximação adquire relevância pedagógica quando considerada sob a perspectiva da aprendizagem significativa, na qual novos conhecimentos são relacionados aos conhecimentos prévios e às experiências dos estudantes. Moreira, Nascimento e Bertini (2024) destacam a importância de práticas contextualizadas para a construção de significados no ensino de Ciências. Nesse sentido, atividades que envolvem planejamento, construção, experimentação e resolução de problemas podem favorecer relações entre conceitos científicos e situações concretas, em contraposição a práticas predominantemente centradas na memorização e na transmissão do conhecimento (Rodrigues; Nunes e Santos, 2022).

No caso da robótica com materiais recicláveis, essa relação pode ocorrer simultaneamente em duas dimensões: na mobilização de conhecimentos científico-tecnológicos necessários à construção dos artefatos e na problematização do consumo, do descarte, da reutilização de materiais e de seus impactos ambientais.

Nesse contexto, a inserção da robótica educacional baseada no uso de materiais recicláveis e resíduos eletrônicos para aproximar conteúdo das Ciências da Natureza de situações práticas e problemas socioambientais (Favacho et al., 2024). Pesquisas vêm apontando que projetos interdisciplinares que associam robótica à sustentabilidade estimulam a criatividade, o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos na resolução de problemas reais, aspectos

relacionados à construção de aprendizagens contextualizadas (Rodrigues; Nunes; Santos, 2022; Moreira; Nascimento; Bertini, 2024). Entretanto, os estudos disponíveis apresentam diversidade de contextos educacionais, intervenções, públicos e formas de avaliação, dificultando uma compreensão integrada acerca das contribuições efetivamente atribuídas a essas experiências.

Embora existam estudos sobre robótica educacional, sustentabilidade e metodologias ativas, permanece pouco sistematizado, no corpus considerado nesta revisão, como a utilização de materiais recicláveis em projetos de robótica educacional se relaciona simultaneamente à aprendizagem em Ciências da Natureza e à educação ambiental na Educação Básica. Também se mostra relevante identificar quais competências e aprendizagens são relatadas, quais dimensões socioambientais são mobilizadas e quais condições ou limitações interferem na implementação dessas práticas. A sistematização dessas evidências pode contribuir para distinguir resultados recorrentes de achados dependentes de contextos específicos, bem como evidenciar lacunas metodológicas que ainda restringem conclusões mais robustas sobre os efeitos educacionais dessas iniciativas.

Diante dessa lacuna, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as contribuições da robótica educacional com materiais recicláveis para a aprendizagem significativa em Ciências da Natureza e para a educação ambiental na Educação Básica. Especificamente, busca-se identificar as competências e aprendizagens associadas às experiências analisadas, examinar suas contribuições para a consciência e as atitudes ambientais e sistematizar aspectos relacionados à inclusão, à acessibilidade tecnológica e aos desafios de implementação relatados nos estudos.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, destinada à identificação, organização e síntese de evidências relacionadas à utilização da robótica educacional com materiais recicláveis na Educação Básica. Para conferir maior transparência ao processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos, foram utilizadas as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), particularmente na organização e no relato do processo de busca e seleção dos trabalhos.

A questão norteadora foi estruturada com auxílio da estratégia PICO, adaptada ao contexto educacional da investigação. Consideraram-se como população (P) os estudantes da

Educação Básica; como intervenção (I), práticas de robótica educacional desenvolvidas com materiais recicláveis, sucata ou resíduos eletrônicos; como comparação/contexto (C), quando aplicável, práticas educacionais desenvolvidas no ensino de Ciências da Natureza; e como desfechos (O), contribuições relacionadas à aprendizagem significativa e à educação ambiental. A partir desses componentes, estabeleceu-se a seguinte questão norteadora: “Quais contribuições da robótica educacional com materiais recicláveis para a aprendizagem significativa em Ciências da Natureza e para a educação ambiental na Educação Básica são relatadas na literatura?”

As recomendações do PRISMA foram utilizadas para conferir maior transparência à descrição das etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. Nesse sentido, o PRISMA foi empregado como diretriz para sistematizar e comunicar o processo de seleção da literatura, e não como método de análise dos dados, favorecendo a transparência e a avaliação crítica do processo de revisão (Teixeira et al., 2023; Pereira et al., 2024).

As buscas foram realizadas no Google Acadêmico e na Scientific Electronic Library Online (SciELO), entre fevereiro e março de 2026. A estratégia de busca contemplou termos relacionados aos eixos centrais da investigação — Robótica com sucata, ensino fundamental e médio, interdisciplinaridade, sustentabilidade — combinados de acordo com as possibilidades de busca oferecidas pelas fontes consultadas.

Quadro 1. Base de dados e palavras-chave

BASE DE DADOS	PALAVRAS-CHAVE
GOOGLE ACADÊMICO	Robótica com sucata, ensino fundamental e médio, interdisciplinaridade, sustentabilidade
SCIELO BRASIL	Robótica com sucata, ensino fundamental e médio, interdisciplinaridade, sustentabilidade
SCIELO BRASIL	Robótica com sucata AND alunos ensino fundamental e médio AND interdisciplinaridade AND sustentabilidade
SCIELO BRASIL	Robótica com sucata

Fonte: elaborado pelos autores (2026)

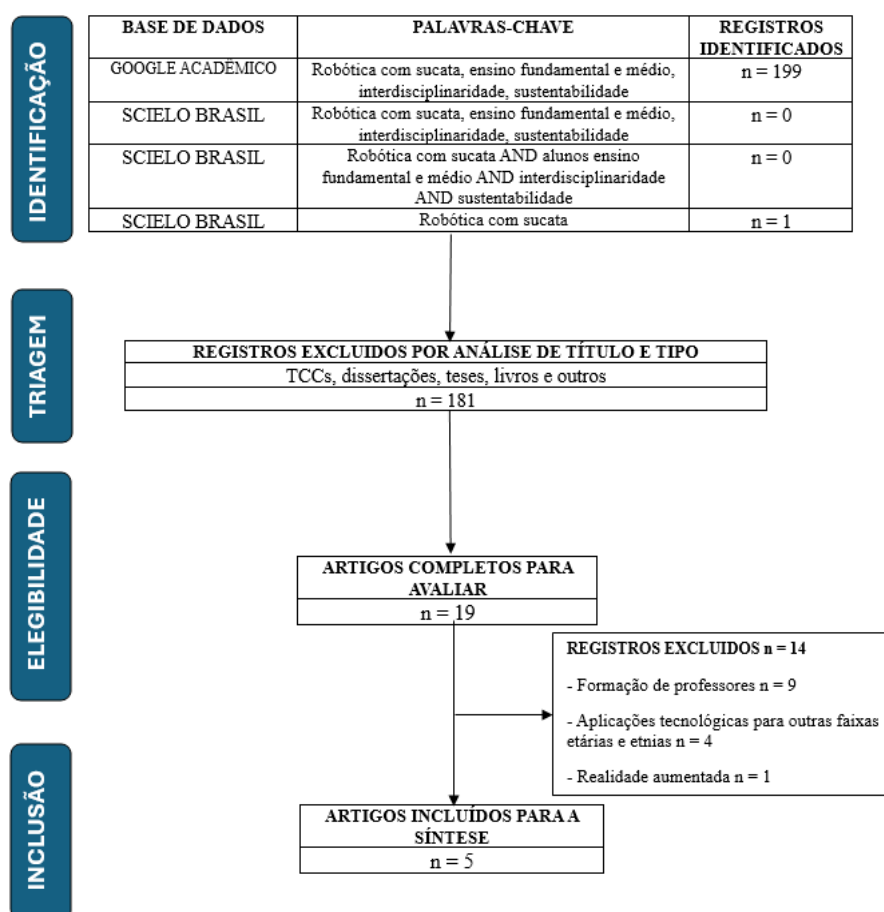
Foram adotados como **critérios de inclusão**: **(a)** artigos publicados em língua portuguesa; **(b)** trabalhos publicados no recorte temporal dos últimos dez anos; **(c)** estudos desenvolvidos no contexto da Educação Básica; **(d)** investigações envolvendo robótica educacional associada ao emprego de materiais recicláveis, sucata ou resíduos eletrônicos; e **(e)** estudos que apresentassem resultados relacionados à aprendizagem em Ciências da Natureza e/ou à educação ambiental.

Foram adotados como **critérios de exclusão**: **(a)** trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e demais produções caracterizadas como literatura cinzenta; **(b)** estudos sem relação direta com a questão norteadora; **(c)** trabalhos centrados exclusivamente na formação de

professores; **(d)** aplicações destinadas a públicos ou níveis educacionais distintos daqueles delimitados nesta revisão; e **(e)** estudos cujo foco principal estivesse em outras tecnologias, como realidade aumentada, sem articulação com a robótica educacional baseada em materiais recicláveis.

Os registros recuperados foram submetidos às etapas de identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão. Inicialmente, procedeu-se à análise dos títulos e do tipo de publicação, seguida da leitura dos trabalhos potencialmente elegíveis. Após a aplicação dos critérios estabelecidos, cinco estudos compuseram o corpus final da revisão. O percurso de identificação, exclusão e inclusão encontra-se sistematizado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos na revisão integrativa



Fonte: elaborado pelos autores (2026)

Após a seleção, os cinco estudos foram organizados considerando informações relativas à autoria, ano de publicação, local de realização, objetivo, delineamento metodológico, intervenção, população/amostra e principais resultados. Essa sistematização possibilitou

caracterizar os estudos e subsidiou a etapa de síntese temática.

Para o tratamento dos dados provenientes dos estudos incluídos, foi utilizada a análise temática de conteúdo fundamentada em Bardin (2023). O procedimento compreendeu a leitura do material selecionado, a identificação de unidades de sentido relacionadas à questão norteadora, o agrupamento dos conteúdos convergentes e a construção das categorias temáticas.

Desse processo emergiram quatro categorias: (1) desenvolvimento de competências e aprendizagem significativa; (2) consciência e atitude ambiental; (3) inclusão e acessibilidade tecnológica; e (4) desafios, limitações e gestão dos projetos.

O Quadro 2 apresenta a caracterização dos cinco estudos que constituíram o corpus final da revisão, considerando título, veículo de publicação, autoria, ano e local de realização.

Quadro 2. Informações sobre os artigos incluídos na revisão integrativa com a estratégia de busca

Título	periódico ou revista	Autores	Ano	Local
Tecnologia acessível e sustentável na educação: Experiências da robótica alternativa educacional	Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)	Souza EK., Dias KL.	2024	Macapá, Amapá, Brasil
Educação ambiental e robótica sustentável: A construção de robôs utilizando materiais recicláveis e resíduos eletrônicos no ensino fundamental	Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware). SBC, 2024.	Souza AM, Bortoli AA, Graciano L.	2024	Cascavel, Paraná, Brasil
Pense fora do lixo – Um projeto de robótica educacional com lixo eletrônico	Revista RENOVE	Santos RC.	2022	Vitória da Conquista, Bahia, Brasil
Projetos interdisciplinares e metodologias ativas no ensino de física e de robótica educacional	Revista Aracê	Batalha DG, et al.	2025	Maranhão, Brasil
Ensino de física e educação ambiental: Percepções de sustentabilidade dos estudantes em uma atividade de robótica sustentável	Experiências em Ensino de Ciências	Baldow R, et al.	2018	Recife, Pernambuco, Brasil

Fonte: elaborado pelos autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cinco estudos incluídos apresentaram diferentes contextos educacionais, públicos, delineamentos metodológicos e formas de implementação da robótica educacional com materiais recicláveis. O Quadro 3 sintetiza suas principais características, contemplando objetivo, metodologia/intervenção, população ou amostra e principais resultados. Essa caracterização permite observar tanto convergências nos resultados relatados quanto diferenças metodológicas

que devem ser consideradas na interpretação das evidências.

Quadro 3. Caracterização metodológica e síntese dos resultados dos estudos incluídos

Título	Objetivo	Metodologia/Intervenção adotada	População/Amostra	Principais resultados
Tecnologia acessível e sustentável na educação: Experiências da robótica alternativa educacional	Apresentar e analisar experiências de implementação da Robótica Alternativa Educacional (RAE), mostrando superação de barreiras de custo, impacto pedagógico e contribuições para acessibilidade e sustentabilidade.	Relato qualitativo de experiência; oficinas maker e gamificadas em duas escolas públicas de Macapá (AP) com projetos de robótica utilizando sucata eletrônica, cultura maker e gamificação.	44 alunos do ensino médio/técnico (E.E Profª Esther da Silva Virgolino) e 39 alunos do 9º ano do fundamental II (E.E Profª Nilton Balieiro Machado), Macapá/AP.	A RAE proporcionou aprendizagem significativa, engajamento, desenvolvimento de habilidades técnicas e criativas, inclusão social e consciência ambiental. Os Alunos obtiveram destaque em feiras de ciências e competições nacionais/internacionais de robótica, além de fortalecer iniciativas de economia circular e práticas sustentáveis (reutilização do lixo eletrônico). A participação nos projetos ampliou autonomia, protagonismo e colaboração.
Educação ambiental e robótica sustentável: A construção de robôs utilizando materiais recicláveis e resíduos eletrônicos no ensino fundamental	Descrever e analisar a implementação de atividades interativas em escolas, introduzindo sustentabilidade via construção de robôs com materiais recicláveis, promovendo robótica sustentável e desenvolvimento de competências ambientais e técnicas.	Projeto educativo com turma de 40 alunos (7 a 10 anos), com oficinas semanais de duas horas durante um semestre. Etapas: sensibilização, construção em grupos (robôs Wall-E com papelão/sucata), programação básica (Arduino), testes, apresentação e autoavaliação.	40 alunos do ensino fundamental (7-10 anos), escola pública de Cascavel/PR.	O projeto desenvolveu competências técnicas, pensamento crítico e criatividade, promovendo consciência ambiental e cidadania. Houve aprendizado aplicado sobre reciclagem, ciclo de vida dos materiais, economia circular e impacto ambiental. Os alunos se engajaram em construção, programação e apresentação dos robôs; houve fortalecimento do trabalho em equipe, comunicação e reflexão sobre práticas sustentáveis no cotidiano.
Pense fora do lixo – Um projeto de robótica educacional com lixo eletrônico	Descrever e analisar o projeto “Pense Fora do Lixo” como proposta de robótica educacional de baixo custo, para desenvolver habilidades técnicas e ambientais, com foco nos ODS 11 e 12, em alunos do ensino fundamental II.	Relato de experiência em turmas do 6º e 7º ano do Fundamental II (escola particular); etapas: contextualização, coleta de e-lixo, desmonte de equipamentos, reconhecimento de	Estudantes do 6º e 7º ano de escola particular, Vitória da Conquista/BA (aprox. 24 alunos por turma/edição, anos 2022 e 2023).	O projeto promoveu desenvolvimento de competências cognitivas, psicomotoras, afetivas e sociais; aumentou a consciência ecológica e o engajamento em práticas de reciclagem; fortaleceu o trabalho em equipe e a interdisciplinaridade. Os alunos criaram soluções para desafios em sustentabilidade e

Título	Objetivo	Metodologia/ Intervenção adotada	População/Amostragem	Principais resultados
		componentes, montagem de protótipos, culminância em mostra científica, avaliação por rubricas.		acessibilidade, apresentando protótipos em apresentações e mostras; notou-se ampliação da cultura de descarte adequado na escola e maior colaboração entre alunos e docentes.
Projetos interdisciplinares e metodologias ativas no ensino de física e de robótica educacional	Investigar como projetos interdisciplinares baseados em metodologias ativas, usando robótica e física, contribuem para a aprendizagem significativa, protagonismo e consciência socioambiental.	Pesquisa qualitativa e exploratória; implementação de três projetos interdisciplinares (Arduínisse! Construtores do Amanhã e Projeto de Sustentabilidade) com oficinas práticas, construção de protótipos (Arduíno, sucata eletrônica) e feiras científicas no ensino médio técnico.	Estudantes do ensino médio técnico do IEMA (Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão) IFMA; grupos das disciplinas eletivas.	Os projetos proporcionaram aprendizagem significativa em Física; aumento do engajamento, criatividade, protagonismo e pensamento crítico; fortalecimento da autonomia, cooperação e comunicação científica; integração com os ODS; promoção da consciência ambiental com reutilização de resíduos eletrônicos.
Ensino de física e educação ambiental: Percepções de sustentabilidade dos estudantes em uma atividade de robótica sustentável	Analisar como uma atividade de robótica sustentável no ensino de física pode contribuir para a construção de uma visão crítica dos estudantes sobre os impactos ambientais do lixo eletrônico.	Estudo de caso qualitativo; oficina com construção de protótipos e reutilização de sucata eletrônica, seguida de entrevistas estruturadas com análise de conteúdo.	9 alunos do ensino médio técnico de informática, escola técnica estadual (João Pessoa, PB)	Foi observado o aprendizado prático de conceitos de Física (hidrostática, eletricidade, indução), visão crítica sobre sustentabilidade, poluição e consumismo, criatividade, trabalho em grupo, percepção ampliada dos impactos ambientais. A atividade potencializou o debate crítico e interdisciplinar sobre questões ambientais.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A análise temática dos estudos permitiu identificar quatro categorias: (1) desenvolvimento de competências e aprendizagem significativa; (2) consciência e atitude ambiental; (3) inclusão e acessibilidade tecnológica; e (4) desafios, limitações e gestão dos projetos. As categorias não devem ser interpretadas como dimensões independentes, pois os estudos indicam relações entre aprendizagem científico-tecnológica, participação dos estudantes, problematização socioambiental e condições materiais e institucionais de implementação.

Desenvolvimento de Competências e Aprendizagem Significativa

Os estudos analisados convergem ao associar as atividades de robótica educacional com materiais recicláveis ao desenvolvimento de competências técnico-científicas, cognitivas e colaborativas. Entretanto, considerando a predominância de estudos qualitativos, relatos de experiência e amostras restritas, esses resultados devem ser interpretados como evidências de potencial pedagógico, e não como demonstração de relações causais entre a participação nos projetos e a aprendizagem dos estudantes.

No domínio científico-tecnológico, as experiências analisadas envolveram situações de construção, programação, experimentação e resolução de problemas que mobilizaram conhecimentos relacionados, entre outros aspectos, a circuitos elétricos, eletricidade, eletrônica e hidrostática. A relevância pedagógica dessas experiências parece residir menos na presença da tecnologia em si e mais na possibilidade de utilizar conceitos científicos para resolver problemas concretos durante a elaboração e o funcionamento dos protótipos. Essa interpretação aproxima-se das discussões sobre ensino ativo, nas quais a participação do estudante em situações de investigação e resolução de problemas pode favorecer a construção de conhecimentos técnico-científicos (Moura; Fernandes; Rodrigues, 2022; Oliveira; Dias, 2023).

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, os achados sugerem que a construção de artefatos pode funcionar como elemento de contextualização, permitindo que conhecimentos científicos sejam relacionados a situações observáveis e problemas próximos da experiência dos estudantes. Contudo, a utilização da expressão “aprendizagem significativa” nos estudos analisados nem sempre está acompanhada de instrumentos específicos capazes de demonstrar mudanças conceituais ou retenção da aprendizagem. Assim, é metodologicamente mais adequado afirmar que as intervenções apresentam características compatíveis com processos de aprendizagem significativa do que concluir que esta tenha sido efetivamente comprovada.

Além dos conhecimentos técnico-científicos, foram recorrentes resultados relacionados à criatividade, pensamento crítico, comunicação, autonomia, protagonismo e trabalho colaborativo. Esses achados apresentam aproximações com abordagens STEAM, nas quais atividades práticas e interdisciplinares podem favorecer a articulação entre conhecimentos e diferentes competências (Freire; Nascimento; Andrade, 2022; Martins; Ferraz; Ramos, 2021).

Nesse sentido, uma primeira convergência identificada pela revisão consiste na transformação do estudante de receptor de conteúdos em participante do processo de concepção,

construção, teste e apresentação de soluções. A robótica com materiais recicláveis parece atuar, portanto, como suporte para situações de aprendizagem baseadas na produção e resolução de problemas, e não simplesmente como recurso tecnológico adicional.

Essa última interpretação é importante porque começa a construir uma contribuição própria da revisão.

Consciência e Atitude Ambiental

A segunda convergência identificada refere-se à articulação entre construção tecnológica e problematização socioambiental. Nos estudos analisados, materiais recicláveis e resíduos eletrônicos não aparecem apenas como alternativas de baixo custo para a construção dos protótipos; eles também assumem função pedagógica ao permitir a discussão sobre consumo, descarte, reutilização, poluição, economia circular e responsabilidade ambiental.

O contato dos estudantes com resíduos eletrônicos e processos de reutilização foi associado, nos estudos analisados, à ampliação das discussões sobre consumo, descarte e impactos ambientais. Esses resultados convergem com Silva, Ribeiro e Gomes (2022), segundo os quais experiências interdisciplinares e práticas podem ampliar a compreensão crítica acerca das consequências ambientais das ações humanas.

A literatura também indica que atividades de criação de protótipos com materiais reutilizados podem contribuir para discussões relacionadas à sustentabilidade e à cidadania (Santos; Barbosa, 2021). Entretanto, é necessário distinguir conscientização ambiental observada durante as intervenções de mudanças comportamentais duradouras. O corpus analisado oferece indícios de reflexão e envolvimento dos estudantes com práticas de reutilização e descarte, mas não apresenta acompanhamento longitudinal suficiente para demonstrar a permanência dessas atitudes após o encerramento dos projetos.

Assim, os achados permitem sustentar com maior segurança que a robótica com materiais recicláveis cria oportunidades pedagógicas para problematização de questões ambientais, enquanto afirmações sobre mudanças permanentes de comportamento devem ser consideradas com cautela.

Inclusão e Acessibilidade Tecnológica

A terceira categoria evidencia uma dimensão particularmente relevante da utilização de materiais alternativos: a possibilidade de reduzir barreiras econômicas associadas à aquisição de kits comerciais de robótica. O reaproveitamento de componentes e resíduos pode ampliar as possibilidades de desenvolvimento de experiências tecnológicas em instituições com recursos financeiros limitados.

Iniciativas baseadas em cultura maker, recursos de baixo custo e reaproveitamento são apontadas como alternativas para ampliar o acesso às práticas de inovação educacional (Freire; Nascimento; Andrade, 2022; Martins; Ferraz; Ramos, 2021).

Entretanto, os resultados desta revisão não permitem estabelecer que a utilização de materiais recicláveis, isoladamente, produza inclusão ou equidade educacional. O acesso material constitui apenas uma das dimensões da inclusão tecnológica, que também depende de formação docente, infraestrutura mínima, planejamento pedagógico, tempo curricular e condições de participação dos estudantes.

Os resultados sugerem, portanto, que o baixo custo pode reduzir uma barreira de entrada para a robótica educacional, mas não deve ser confundido com garantia de inclusão. A contribuição dos materiais recicláveis torna-se pedagogicamente relevante quando acompanhada de condições institucionais e metodológicas que permitam participação efetiva dos estudantes.

Desafios, Limitações e Gestão dos Projetos

Embora os estudos relatem diferentes contribuições pedagógicas, a análise também revelou condições que podem limitar a implementação e a continuidade dos projetos. Entre elas destacam-se disponibilidade de materiais, infraestrutura tecnológica, tempo pedagógico, formação docente e necessidade de planejamento interdisciplinar.

A dependência de materiais específicos, parcerias para obtenção de resíduos eletrônicos e infraestrutura adequada pode dificultar a continuidade das experiências. Esse resultado revela uma aparente tensão: embora a utilização de sucata reduza determinados custos de aquisição, ela não elimina a necessidade de infraestrutura, componentes eletrônicos, ferramentas, organização dos materiais e suporte técnico. Portanto, “baixo custo” não deve ser interpretado como ausência de custos ou de requisitos estruturais.

A formação docente constitui outra condição relevante. A implementação de atividades que articulam robótica, programação, Ciências da Natureza e educação ambiental exige competências que ultrapassam o domínio técnico dos dispositivos, envolvendo planejamento interdisciplinar, mediação pedagógica e capacidade de relacionar a construção dos protótipos aos objetivos curriculares (Freire; Nascimento; Andrade, 2022).

Além disso, projetos interdisciplinares demandam planejamento coletivo, negociação de horários e flexibilidade curricular, condições nem sempre favorecidas pela organização tradicional das instituições escolares (Martins; Ferraz; Ramos, 2021).

Os desafios encontrados indicam, portanto, que a sustentabilidade pedagógica desses projetos depende de um conjunto de condições institucionais. Disponibilizar materiais recicláveis aos estudantes é insuficiente quando não existem planejamento curricular, formação docente, infraestrutura mínima, acompanhamento das atividades e estratégias de avaliação da aprendizagem.

CONSIDERAÇÃO FINAIS

Esta revisão integrativa teve como objetivo analisar as contribuições da robótica educacional com materiais recicláveis para a aprendizagem significativa em Ciências da Natureza e para a educação ambiental na Educação Básica. Os estudos analisados indicam que essas experiências apresentam potencial para articular conhecimentos científico-tecnológicos, resolução de problemas e questões socioambientais, favorecendo situações de aprendizagem contextualizadas e interdisciplinares.

Entre os principais achados, destacam-se contribuições relacionadas à mobilização de conhecimentos científicos, à criatividade, ao pensamento crítico, à colaboração e ao protagonismo estudantil, bem como à problematização de questões relacionadas ao consumo, descarte, reutilização de materiais, resíduos eletrônicos e sustentabilidade. Nesse processo, os materiais recicláveis assumem uma dupla função pedagógica: constituem recursos para a construção e experimentação de artefatos tecnológicos e, simultaneamente, objetos concretos para a reflexão sobre problemas socioambientais.

A síntese dos estudos sugere, portanto, que o potencial pedagógico dessa abordagem não decorre simplesmente da substituição de kits comerciais por materiais de menor custo, mas da articulação entre construção de artefatos, mobilização de conhecimentos científico-tecnológicos,

resolução de problemas e reflexão ambiental. Ao mesmo tempo, a utilização de materiais recicláveis pode reduzir determinadas barreiras econômicas de acesso à robótica educacional, embora, isoladamente, não seja suficiente para assegurar inclusão tecnológica. Sua implementação depende de condições como formação e mediação docente, planejamento interdisciplinar, infraestrutura mínima, tempo pedagógico e estratégias de acompanhamento e avaliação.

Esses achados, contudo, devem ser interpretados com cautela. O reduzido número de estudos incluídos, a heterogeneidade das intervenções, a predominância de abordagens qualitativas, as amostras restritas e a ausência de grupos de comparação e de acompanhamento longitudinal limitam a generalização dos resultados. Além disso, parte dos estudos utiliza conceitos como aprendizagem significativa, inclusão e conscientização ambiental sem necessariamente recorrer a instrumentos específicos capazes de mensurar esses desfechos, o que restringe conclusões acerca da magnitude e da permanência dos efeitos observados.

Pesquisas futuras devem, portanto, ampliar a diversidade dos contextos investigados e adotar delineamentos metodológicos mais robustos, incluindo instrumentos validados de avaliação da aprendizagem, medidas pré e pós-intervenção, grupos de comparação quando pertinentes e acompanhamento longitudinal. Também se mostra relevante investigar em que condições os conhecimentos científicos e as atitudes socioambientais desenvolvidos durante os projetos são transferidos para outros contextos de aprendizagem e para práticas cotidianas dos estudantes.

Conclui-se que a robótica educacional com materiais recicláveis constitui uma abordagem promissora para aproximar educação científica, construção tecnológica e educação ambiental na Educação Básica. Entretanto, as evidências disponíveis sustentam, neste momento, seu potencial pedagógico mais do que a comprovação de sua efetividade, indicando a necessidade de ampliar e qualificar a produção científica sobre seus efeitos educacionais e suas condições de implementação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Jefferson Matheus Alves do; SILVA, Ana Carolina Soares; COUTO, Janaina de Albuquerque. **Análise de tendências sobre robótica educacional no ensino de ciências.** Ensino & Pesquisa, v. 22, n. 2, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/ensinoepesquisa/article/view/9024>

ARAÚJO, Waldirene Pereira; RAMOS, Luiz Paulo Silva. **Metodologias ativas no ensino de**

ciências: desafios e possibilidades na prática docente. Research, Society and Development, v. 12, n. 1, 2023.

AUTORES. **Aprendizagem criativa de robótica educacional na Educação de Jovens e Adultos: perspectiva de desenvolvimento sustentável e acesso a todos.** Research, Society and Development, v. 11, n. 5, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/29994/25866/342831>.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** 2023. São Paulo: Edições 70. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/yPKRNymgtzwzWR8cpDmRWQr/?format=pdf&lang=pt>

BISPO, Tiago dos Santos; CUNHA, Héli da Ferreira; BATISTA, Marcos Vinicius Ferreira; OLIVEIRA, Adriano José de. **Aspectos da pesquisa em Robótica Educacional no ensino de Ciências no Brasil: uma revisão sistemática.** Anais do Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão do Campus Central (EEPEX), 2025. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/eepep/article/view/16727>

FAVACHO, Andrew; RODRIGUES, Ana Paula; WELK, Erikson; RENDEIRO, Kézia; MAURI, Márcio; CORDEIRO, Pedro; BEZERRA, Sérgio; KENED, Janes. **Robótica educacional sustentável: o ensino de física de modo contextualizado.** eduCAPES, 2024. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/743650>

FREIRE, L. S.; NASCIMENTO, M. S.; ANDRADE, J. N. **Abordagens STEAM como potencializadoras de competências socioemocionais no ensino fundamental.** Educação em Revista, v. 38, e292309, 2022.

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Mauricio Gomes. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

LIMA, Daniela Soares; ARAÚJO, Lucas Matos. **Educação ambiental e metodologias ativas: impactos na formação de atitudes sustentáveis.** Revista Pesquisa em Educação Ambiental, v. 22, n. 1, p. 193-211, 2022.

MARIN, M. R.; PETERLE, D.; SANTOS, L. **Inserção da robótica educacional na aprendizagem de física: perspectivas inovadoras.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 14, n. 4, p. 892-909, 2021.

MARTINS, A. F.; FERRAZ, R. L.; RAMOS, H. C. **O papel das práticas experimentais integradas ao STEAM na aprendizagem significativa de ciências.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 5, 2021.

MELLO, D. P.; BATISTA, J. A.; LIMA, F. P. **Impactos do movimento maker no ensino de ciências: um estudo em escolas públicas.** Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade, v. 17, n. 2, 2021.

MOREIRA, Eliani Jordana da Silva; NASCIMENTO, Tássio Lessa do; BERTINI, Luciana Medeiros. **Aprendizagem significativa sob a ótica de docentes de ciências.** Contexto & Educação, v. 39, n. 142, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/download/15922/8163/80700>

MOURA, Vanessa Rodrigues de; FERNANDES, Cecília Battisti; RODRIGUES, André Laurindo. **Análise de conteúdo: passos e aplicações na pesquisa qualitativa em educação.** Educação em Revista, v. 38, e272119, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/DFcqBRMQyMhcamrGStx4w/?lang=pt>

OLIVEIRA, D. F.; DIAS, C. R. **Ensino ativo e desenvolvimento de competências na educação tecnológica básica: uma revisão.** Ciência e Educação, v. 29, e235010, 2023.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

PEREIRA, Laís Cristina de Souza et al. **Uso do protocolo PRISMA em revisões integrativas: aplicação e potencialidades no ensino em saúde.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 48, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/gpjrmQJkmywytJpCGVxRhty/?lang=pt>

RODRIGUES, Daniele do Nascimento; NUNES, Gleiziane Ferreira; SANTOS, Igor Alexandre Nogueira dos. **Aprendizagem criativa de robótica educacional na Educação de Jovens e Adultos: perspectiva de desenvolvimento sustentável e acesso a todos.** Research, Society and Development, v. 11, n. 7, e28111729994, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/29994/25866/342831>

RODRIGUES, R. G.; COSTA, S. M. **Metodologias ativas e robótica como promotoras do pensamento crítico em ciências.** Revista Perspectivas em Educação, v. 9, n. 2, p. 88-104, 2022.

SANTOS, Mariana Conceição; BARBOSA, Flávia Lima. **Práticas interdisciplinares e robótica sustentável: promovendo valores ambientais no ensino fundamental.** Cadernos de Educação, v. 22, n. 2, p. 75-93, 2021.

SILVA, Vanessa Fernandes; RIBEIRO, José Marcos; GOMES, Amanda Lima. **Educação ambiental integrada à tecnologia: percepções e desafios na educação básica.** Educação em Análise, v. 7, e022029, 2022.

SOUZA, Angela Maria de; BORTOLI, André Augusto; GRACIANO, Luciana. **Educação ambiental e robótica sustentável: a construção de robôs utilizando materiais recicláveis e resíduos eletrônicos no ensino fundamental.** Anais Latinoware, 2024. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/31517?utm_source=openai

SOUZA, Carolina Soares; LIMA, Arthur Gonçalves; CORRÊA, Fernanda Pereira. **Robótica e sustentabilidade: aprendizagem significativa e engajamento ambiental.** Educação, Sociedade & Culturas, n. 77, p. 83-104, 2023.

SOUSA, Elender Keuly de; DIAS, Klenilmar Lopes. **Robótica alternativa educacional: promovendo a inclusão e a sustentabilidade na educação.** Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE), 2023. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/26406?utm_source=openai

TEIXEIRA, Sílvia Letícia Parreira et al. **Revisões sistemáticas e o protocolo PRISMA: orientações para pesquisadores iniciantes.** Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 15, n. 1,

2023. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/8031>