

Estado da publicação: O preprint foi submetido para publicação em um periódico

UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O PAPEL DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Alcy Monteiro Júnior, Humberto Xavier de Araujo, Rafael Lima de Carvalho, Gentil Veloso
Barbosa, Leonardo de Andrade Caneiro

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12419>

Submetido em: 2025-06-27

Postado em: 2025-07-03 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O PAPEL DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ALCY MONTEIRO JÚNIOR¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2096-8612>
alcy.monteiro@uft.edu.br

HUMBERTO XAVIER DE ARAUJO¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3321-4166>
hxaraujo@uft.edu.br

RAFAEL LIMA DE CARVALHO¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-8641>
rafael.lima@uft.edu.br

GENTIL VELOSO BARBOSA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5622-516X>
gentil@uft.edu.br

LEONARDO DE ANDRADE CARNEIRO¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2388-7516>
leonardo.andrade@uft.edu.br

¹ Universidade Federal do Tocantins - UFT. Palmas, Tocantins (TO), Brasil.

RESUMO: Este estudo tem como propósito compreender de que forma a robótica educacional tem sido aplicada na educação básica e quais impactos tem gerado no aprendizado, nas habilidades e nas atitudes dos estudantes. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura na base Scopus, considerando estudos empíricos publicados entre 2019 e 2024. Ao final do processo de seleção, 51 artigos atenderam aos critérios estabelecidos. A análise contemplou os métodos utilizados, os níveis de ensino envolvidos, as tecnologias adotadas e os principais resultados reportados. Os estudos indicaram que a robótica educacional tem favorecido o desenvolvimento do pensamento computacional, da capacidade de resolver problemas e do envolvimento dos estudantes com os conteúdos. Tecnologias como drones, modelagem tridimensional e programação visual foram associadas a práticas interdisciplinares, especialmente no ensino de ciências, matemática e tecnologia. Para os anos iniciais, destacaram-se os recursos físicos e as estratégias desplugadas. A maioria das pesquisas foi conduzida em escolas públicas e foram adotados delineamentos quase-experimentais. Também se evidenciaram lacunas importantes, como a baixa representatividade geográfica e a desigualdade de gênero. Conclui-se que a robótica educacional tem potencial para enriquecer o ensino, sobretudo quando articulada a metodologias ativas e a tecnologias emergentes.

Palavras-chave: educação básica, educação STEM, inclusão digital, revisão sistemática, robótica educacional

A SYSTEMATIC REVIEW ON THE ROLE OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN BASIC EDUCATION

ABSTRACT: This study aims to understand how educational robotics has been applied in basic education and what impacts it has generated on students' learning, skills, and attitudes. To this end, a systematic literature review was conducted using the Scopus database, focusing on empirical studies

published between 2019 and 2024. At the end of the selection process, 51 articles met the established criteria. The analysis covered the methodologies employed, the educational levels involved, the technologies adopted, and the main findings reported. The studies indicated that educational robotics has supported the development of computational thinking, problem-solving skills, and student engagement with curricular content. Technologies such as drones, three-dimensional modeling, and visual programming were associated with interdisciplinary practices, particularly in the teaching of science, mathematics, and technology. For the early years of schooling, physical resources and unplugged strategies were notably emphasized. Most of the research was conducted in public schools and employed quasi-experimental designs. Significant gaps were also identified, including limited geographic representation and gender disparities. It is concluded that educational robotics holds great potential to enhance teaching, especially when integrated with active learning methodologies and emerging technologies.

Keywords: digital inclusion, educational robotics, primary education, STEM education, systematic review

UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE EL PAPEL DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

RESUMEN: Este estudio tiene como propósito comprender de qué manera la robótica educativa ha sido aplicada en la educación básica y qué impactos ha generado en el aprendizaje, las habilidades y las actitudes de los estudiantes. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura en la base de datos Scopus, considerando estudios empíricos publicados entre 2019 y 2024. Al finalizar el proceso de selección, 51 artículos cumplieron con los criterios establecidos. El análisis contempló los métodos empleados, los niveles educativos implicados, las tecnologías adoptadas y los principales resultados reportados. Los estudios indicaron que la robótica educativa ha favorecido el desarrollo del pensamiento computacional, la capacidad de resolución de problemas y el compromiso de los estudiantes con los contenidos. Tecnologías como drones, modelado tridimensional y programación visual fueron asociadas a prácticas interdisciplinarias, especialmente en la enseñanza de ciencias, matemáticas y tecnología. En los primeros años escolares, se destacaron los recursos físicos y las estrategias desconectadas. La mayoría de las investigaciones se llevaron a cabo en escuelas públicas y adoptaron diseños cuasi-experimentales. Asimismo, se evidenciaron importantes brechas, como la baja representatividad geográfica y la desigualdad de género. Se concluye que la robótica educativa tiene el potencial de enriquecer la enseñanza, especialmente cuando se articula con metodologías activas y tecnologías emergentes.

Palabras clave: educación básica, educación STEM, inclusión digital, robótica educativa, revisión sistemática

INTRODUÇÃO

O uso de robôs na educação baseou-se, historicamente, no construtivismo, conforme as contribuições de Piaget (1970), Bruner (1997) e Ginsburg (1988). Piaget (1970) defendeu que o conhecimento se desenvolve a partir da interação ativa entre o indivíduo e o ambiente, considerando tanto os processos quanto os resultados da aprendizagem. Posteriormente, Papert (1980, 1993) ampliou essa perspectiva ao propor o construcionismo, que valorizou a aprendizagem em situações concretas, por meio da construção de objetos e da experimentação. Ainda na década de 1980, Seymour Papert (1928–2016) introduziu robôs educacionais no ensino infantil e demonstrou que crianças conseguiam programar o robô “tartaruga” utilizando a linguagem LOGO, desenvolvida com fins pedagógicos. Essa linguagem de programação, baseado em comandos simples, permitiu o controle de movimentos, estimulando o raciocínio lógico e o pensamento sequencial. Em parceria com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), por meio do *MIT Media Lab*, Papert também contribuiu para o desenvolvimento do LEGO

MINDSTORMS, que passou a ser utilizado em práticas escolares e competições de robótica. A partir dessas iniciativas, a robótica passou a integrar os contextos educativos como recurso para promover a resolução de problemas e apoiar a construção do conhecimento.

A partir das contribuições iniciais de Papert (1980), a robótica educacional passou a ser utilizada como ferramenta para o ensino de conteúdos vinculados à ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Essa proposta, reconhecida internacionalmente pela sigla STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), buscou integrar essas áreas de maneira interdisciplinar, com foco no desenvolvimento de habilidades cognitivas e técnicas desde os primeiros anos da escolarização. No início, a programação ocupou papel central, impulsionada pelo uso da linguagem LOGO, criada para aproximar as crianças do pensamento computacional por meio da interação com robôs.

Posteriormente, as pesquisas passaram a abordar também o desenvolvimento do pensamento computacional (Bers, 2008) e de competências interdisciplinares. Os estudos empíricos analisados indicaram que a robótica educacional esteve associada ao aprimoramento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas em distintos ambientes escolares. Okita(2014) investigou interações entre crianças e robôs sociais, identificando avanços na detecção e correção de falhas durante as tarefas. Kim *et al.* (2015) avaliaram o uso de kits de robótica em sala de aula e verificaram aumento no envolvimento dos alunos e no interesse por conteúdos vinculados às áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Outras investigações realizadas no ensino fundamental apontaram melhorias no raciocínio proporcional e na aprendizagem de conceitos matemáticos (Ortiz, 2010), na assimilação de conteúdos físicos (Williams *et al.*, 2008) e no desenvolvimento do letramento científico (Sullivan, 2008), sugerindo a aplicação da robótica em diferentes disciplinas escolares.

Nos últimos cinco anos, a robótica educacional e tecnologias emergentes, como inteligência artificial, aprendizado de máquina e realidade aumentada, integraram-se ao ensino STEM, contemplando desde a educação infantil até o ensino médio. Essas inovações contribuíram para o desenvolvimento de habilidades digitais e socioemocionais, por meio de intervenções breves realizadas em grupos reduzidos (Tselegkaridis e Sapounidis, 2022). No campo do ensino de línguas, o pensamento computacional apresentou efeitos positivos, embora tenham sido observados obstáculos relacionados à metodologia e à articulação com o currículo (Yu, Soto-Varela e Gutiérrez-García, 2024). A aplicação da inteligência artificial em ambientes STEM buscou favorecer o pensamento crítico e ampliar a participação de estudantes com deficiência (Al-Zahrani *et al.*, 2024).

Apesar dos avanços, a implementação de tecnologias de baixo custo ainda enfrentou limitações, e o uso da robótica com crianças entre quatro e seis anos permaneceu restrito, indicando a necessidade de metodologias mais acessíveis (Mangina et al., 2024; Sapounidis, Tselegkaridis e Stamovlasis, 2024). A adoção de robôs humanoides mostrou-se eficaz para aumentar o engajamento e ampliar a acessibilidade, com benefícios observados especialmente entre estudantes com autismo e dislexia (Fung et al., 2024).

De acordo Forero-Corba e Bennasar (2024), a inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina avançaram na personalização do ensino e na previsão do desempenho acadêmico, com maior número de pesquisas conduzidas em países como Brasil, México, Chile, Espanha e Coreia do Sul, especialmente após a pandemia da COVID-19. No entanto, desafios relacionados à equidade no acesso e ao uso ético dos dados permaneceram presentes. Barth e Muehlfeld (2022) examinaram os efeitos de microagressões de gênero sobre a identidade de meninas na astronomia, enquanto Colantonio *et al.* (2021) identificaram fatores que limitaram a participação feminina em contextos científicos, ambos apontando para a necessidade de ações educativas voltadas à equidade. O progresso das tecnologias educacionais e das abordagens interdisciplinares representou uma oportunidade para ampliar o alcance do ensino em diferentes áreas do conhecimento.

Nesse cenário, a robótica educacional consolidou-se como um recurso para o ensino de STEM, contribuindo para a aprendizagem ativa e para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. Apesar do aumento das pesquisas e dos benefícios relatados, sua implementação continuou enfrentando limitações metodológicas, tecnológicas e de acessibilidade.

Este estudo tem como objetivo investigar as características da robótica educacional e analisar seus efeitos sobre o conhecimento, as habilidades e as atitudes de estudantes da educação básica. Com

base nesse propósito, foram formuladas duas perguntas: (QP1) Quais são as principais características e particularidades dos estudos sobre robótica educacional na educação básica? (QP2) Esses estudos indicaram diferenças no desempenho dos estudantes quanto ao conhecimento, às habilidades e às atitudes?

A pesquisa foi organizada em quatro seções. A primeira, Introdução, apresentou a contextualização, a justificativa e os objetivos do estudo. A segunda, Métodos, descreve as estratégias de busca, os critérios de seleção e o processo de análise. A terceira, Resultados – Características dos Estudos, trata dos delineamentos metodológicos, dos contextos educacionais, das tecnologias aplicadas e dos efeitos observados. Por fim, as Considerações Finais sintetizam os achados e apresentam direções para futuras investigações.

MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo seguiu um processo estruturado, com base nas diretrizes de Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015) para revisões sistemáticas da literatura (RSL), no modelo PRISMA proposto por Page *et al.* (2021) e nas recomendações de Kitchenham e Madeyski (2023). O modelo descrito por Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015) contemplou etapas como definição do protocolo, extração e síntese de dados, avaliação da qualidade dos estudos e identificação de lacunas na produção científica. Page *et al.* (2021) aperfeiçoaram o modelo PRISMA, destacando a importância da transparência no rastreamento dos estudos, do uso de checklists e da padronização na apresentação dos resultados. Já Kitchenham e Madeyski (2023) enfatizaram a relevância da replicabilidade e da consistência dos achados, com a aplicação de critérios de seleção, métricas de qualidade e estratégias para reduzir vieses.

A revisão foi conduzida em cinco etapas. A primeira compreendeu a definição do objetivo e das perguntas de pesquisa. Na segunda, realizou-se a busca na literatura, com a identificação e a seleção dos artigos pertinentes. A terceira etapa estabeleceu os critérios de inclusão e exclusão utilizados na triagem. A quarta apresentou os resultados obtidos a partir da análise dos estudos selecionados. Por fim, na quinta etapa, foram discutidos os achados e elaboradas as considerações finais.

Objetivo e perguntas de pesquisa

Este estudo tem como objetivo examinar as características da Robótica Educacional (RE) e analisar seus efeitos sobre o conhecimento, as habilidades e as atitudes de estudantes da educação básica. Para orientar a investigação, foram definidas duas questões de pesquisa (QP): (QP1) Quais são as principais características e particularidades dos estudos sobre robótica educacional na educação básica? e (QP2) Esses estudos indicaram diferenças no desempenho dos estudantes quanto ao conhecimento, às habilidades e às atitudes?

Busca na literatura

O modelo PICO (*Population, Intervention, Comparison, and Outcomes*), proposto por Kitchenham, Mendes e Travassos (2007), foi desenvolvido para auxiliar na identificação de palavras-chave e na formulação das estratégias de busca com base nas questões de pesquisa.

- População (*Population*): na educação, a população pode se referir a um nível de ensino específico, a uma faixa etária de estudantes ou a um grupo educacional. No contexto deste estudo, a população corresponde a alunos da educação básica (K-12).
- Intervenção (*Intervention*): na educação, a intervenção refere-se à adoção de uma metodologia, ferramenta, tecnologia ou abordagem pedagógica específica. No contexto deste estudo, a intervenção corresponde à implementação da robótica educacional como ferramenta pedagógica, abrangendo o ensino baseado em robótica, metodologias ativas com robótica e outras práticas relacionadas.
- Comparação (*Comparison*): neste estudo, compara-se o uso da robótica educacional com outras abordagens pedagógicas, identificando as diferentes estratégias utilizadas no

ensino. Entretanto, não é realizada uma comparação empírica, pois, nesta fase, apenas são mapeadas as estratégias alternativas adotadas nos estudos analisados, como o ensino tradicional (sem robótica) ou metodologias que não envolvem tecnologias similares, incluindo abordagens de aprendizado sem robótica.

- Resultados: neste estudo, não são considerados resultados mensuráveis individuais, uma vez que o foco não está em avaliações empíricas específicas. No entanto, a revisão busca identificar os impactos da robótica educacional na aprendizagem de STEM, no engajamento dos alunos e no desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas.

Como as palavras-chave extraídas das perguntas de pesquisa e dos critérios do modelo PICO apresentaram similaridades, realizou-se um refinamento com o objetivo de eliminar redundâncias e aprimorar a precisão das estratégias de busca. Para responder às perguntas de pesquisa e atender às exigências do modelo PICO, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura na base Scopus, em janeiro de 2025, utilizando três cadeias de busca distintas, conforme apresentado na Tabela 1. A busca considerou artigos publicados entre 2019 e 2024.

Tabela 1 - Protocolo de busca.

Base de periódico	String de Busca		
	Busca 1	Busca 2	Busca 3
scopus	TITLE-ABS-KEY ("primary school" AND "educational robotics")	TITLE-ABS-KEY (<i>primary</i> OR <i>elementary</i>) AND (<i>educational</i> OR <i>education</i>) AND (<i>robotics</i> OR <i>robots</i>) AND (<i>STEM</i>)	TITLE-ABS-KEY (<i>primary</i> OR <i>elementary</i>) AND (<i>educational</i> OR <i>education</i>) AND (<i>robotics</i> OR <i>robots</i>) AND (<i>STEM</i>) AND (<i>experimentation</i> OR <i>experiment</i>)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

No protocolo de busca, definiu-se que os termos selecionados deveriam estar presentes no título, no resumo ou nas palavras-chave dos artigos. A Tabela 2 apresenta os registros recuperados a partir das estratégias aplicadas na base de dados consultada.

Tabela 2. Registros para cada base de dados.

Base de periódico	Registros			
	Busca 1	Busca 2	Busca 3	Soma
scopus	130	2.136	520	2.786

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Conforme observado, a Tabela 2 evidencia variações nos resultados em função da abrangência das estratégias de busca. A Busca 1, de escopo mais restrito, recuperou 130 registros, sugerindo que poucos estudos utilizaram exatamente os termos "primary school" e "educational robotics". A Busca 2, com termos mais amplos, resultou em 2.136 registros, refletindo a diversidade da literatura sobre robótica educacional. A Busca 3, que incluiu os termos "experimentation" OR "experimente" (experimentação ou experiência), retornou 520 resultados, indicando que uma parcela menor dos estudos esteve associada a abordagens experimentais. No total, foram identificados 2.786 artigos, sendo necessário aplicar um processo de triagem sistemática para a remoção de duplicatas e seleção dos trabalhos relevantes.

A Tabela 2 evidenciou variações nos resultados conforme a abrangência das estratégias de busca. A Busca 1, de escopo mais específico, recuperou 130 registros, indicando a ocorrência limitada dos termos "primary school" e "educational robotics". A Busca 2, com termos mais amplos, identificou 2.136 registros, refletindo a diversidade de abordagens presentes na literatura sobre robótica educacional. Já a Busca 3, que incorporou os termos "experimentation" ou "experience", resultou em 520 registros, sugerindo

menor frequência de estudos com foco experimental. Ao todo, foram identificados 2.786 artigos, os quais passaram por triagem sistemática para a eliminação de duplicatas e seleção dos estudos pertinentes.

Para atender aos critérios de seleção, definiram-se os seguintes requisitos: os artigos deveriam ter sido publicados a partir de 2019, estar redigidos em inglês, ter sido veiculados em periódicos científicos (*journals*), corresponder a publicações em versão final e estar disponíveis em acesso aberto (*all open access*). Com base nesses parâmetros, a busca foi refinada, e os resultados estão organizados na Tabela 3.

Tabela 3. Registros para cada base de dados.

Base de periódico	Registros			
	Busca 1	Busca 2	Busca 3	Soma
scopus	27	513	132	672

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Após a aplicação dos critérios de seleção definidos (Tabela 3), o número de estudos foi reduzido para 672 registros, resultando da exclusão dos que não atenderam aos requisitos estabelecidos.

Seleção dos Estudos e Avaliação da Qualidade Motivos para Rejeição

Todo o processo, desde a remoção de duplicatas até a seleção final dos estudos, foi realizado com o apoio da ferramenta online Parsifal¹, utilizada na condução de revisões sistemáticas da literatura no campo da Engenharia de *Software* (Parsifal, 2025). A triagem considerou os títulos e resumos dos artigos, sendo complementada pela leitura integral dos textos e pela avaliação de aspectos metodológicos. Estudos adicionais foram incluídos por meio da amostragem retrógrada (*backward snowball sampling*). A triagem inicial foi conduzida por um único autor, o que pode ter influenciado a consistência do mapeamento. Para reduzir essa limitação, o conjunto final de estudos foi revisado pelo segundo autor, buscando assegurar maior consistência. Sempre que houve incertezas, priorizou-se a leitura integral dos artigos, com o objetivo de minimizar vieses. Os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos para garantir a relevância dos estudos, considerando delineamentos metodológicos, contextos educacionais e resultados apresentados. As estratégias de busca foram direcionadas a bases de dados específicas, com aplicação de filtros quanto ao idioma, período de publicação e tipo de estudo.

Critério de inclusão:

- Artigos publicados em periódicos revisados por pares;
- Estudos publicados entre 2019 e 2024;
- Estudos empíricos, incluindo abordagens experimentais, quase-experimentais ou observacionais;
- Estudos que apresentem dados detalhados para análise, incluindo metodologia, amostra, intervenção e resultados;
- Pesquisas realizadas no ensino primário ou equivalente, considerando as diferentes nomenclaturas internacionais;
- Uso da robótica educacional como ferramenta pedagógica.

Critério de exclusão:

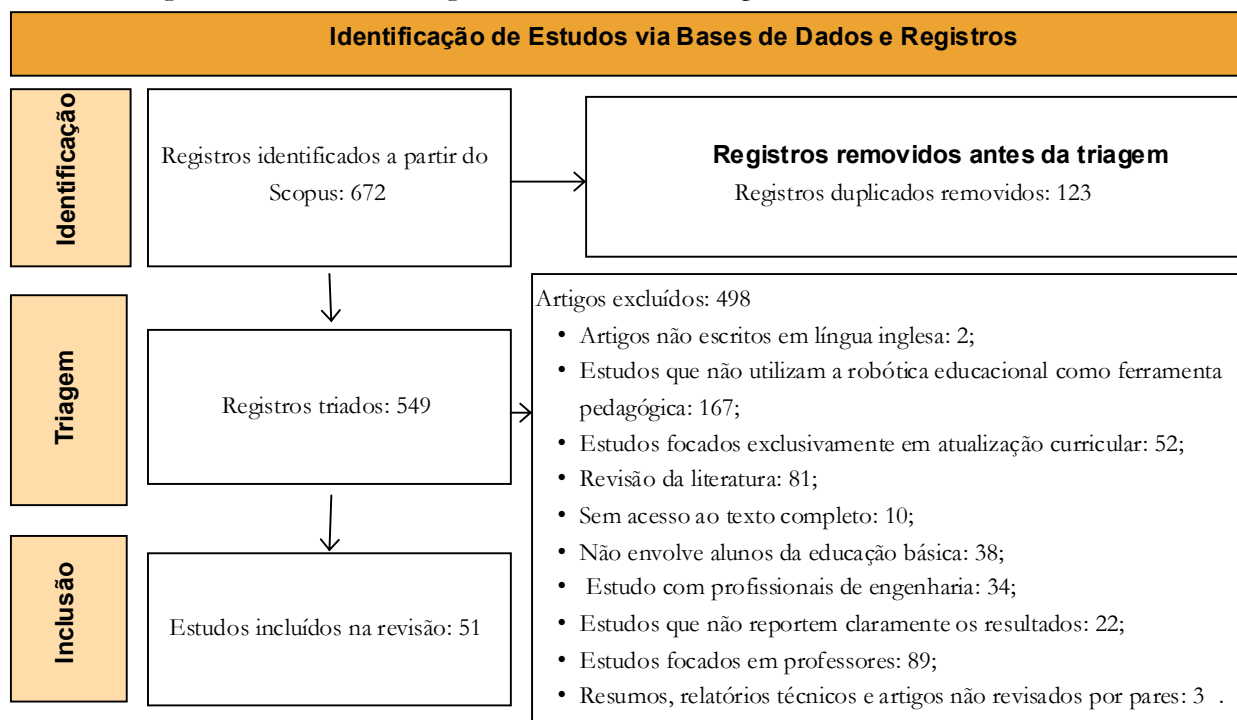
- Artigos duplicados;
- Artigos não escritos em língua inglesa;
- Estudos que não utilizam a robótica educacional como ferramenta pedagógica;

¹A ferramenta online *Parsifal* pode ser acessada em: <https://parsif.al/>

- d) Estudos focados exclusivamente na atualização curricular, sem incluir práticas educacionais aplicadas diretamente aos alunos no contexto da robótica educacional e do ensino de STEM;
- e) Artigos compostos exclusivamente por revisões de literatura;
- f) Estudos sem acesso ao texto completo;
- g) Pesquisas que não envolvem alunos da educação básica;
- h) Estudos publicados antes do período estabelecido para análise;
- i) Pesquisas que envolvem apenas profissionais de engenharia, sem foco educacional, ou que não incluem estudantes ou professores em sua abordagem;
- j) Estudos que não apresentam claramente os resultados de aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades ou o impacto educacional;
- k) Pesquisas centradas exclusivamente em professores;
- l) Resumos, relatórios técnicos e artigos que não passaram por revisão por pares.

As QP foram inicialmente definidas de maneira sistemática, constituindo o ponto de partida da investigação. Em seguida, realizou-se uma busca estruturada em base de dados previamente selecionada, aplicando-se critérios de inclusão e exclusão com o propósito de assegurar a pertinência e a consistência dos estudos analisados. Posteriormente, foi conduzida uma revisão crítica dos artigos selecionados, acompanhada da codificação das questões de pesquisa, o que possibilitou a categorização adequada das informações. A última etapa envolveu a síntese interpretativa e a análise detalhada dos achados, permitindo a organização dos dados e a consolidação das evidências encontradas. A Figura 1 apresenta o diagrama de fluxo com as etapas da revisão sistemática, conforme o modelo PRISMA (Page *et al.*, 2021), o que contribuiu para a transparência e a reprodutibilidade do estudo.

Figura 1. Número de artigos incluídos durante o processo de seleção do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para responder à PQ1, foram examinados 51 artigos que apresentaram dados sobre país, continente, nível de ensino, faixa etária dos participantes, tamanho da amostra, tipo de equipamento empregado e duração das intervenções. Também foram registradas informações referentes à interface utilizada, ao tema abordado, aos objetivos das intervenções, às atividades propostas e aos delineamentos metodológicos adotados. No contexto da robótica educacional, a Interface Tangível (TUI – *Tangible User*

Interface) correspondeu ao meio de interação entre o participante e o sistema, sendo classificada como tangível, quando envolveu objetos físicos, sensores ou dispositivos manipuláveis, ou Interface Gráfica (GUI – *Graphical User Interface*), quando baseada em elementos visuais exibidos em telas digitais, como botões, menus e ícones. Para a classificação metodológica dos estudos, adotou-se a tipologia descrita por Sapounidis, Tselegkaridis e Stamovlasis (2022), que compreendeu três categorias: experimental, com distribuição aleatória dos participantes; quase-experimental, com alocação não aleatória; e não experimental, sem grupo de controle ou múltiplas medições. Essa categorização possibilitou uma análise comparável entre os estudos incluídos.

RESULTADOS – CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

Esta seção apresenta os resultados da revisão sistemática e contempla as duas QP formuladas no processo de mapeamento. A Figura 2 reuniu os 51 artigos empíricos selecionados, com ênfase nos delineamentos metodológicos adotados, nos países onde os estudos foram realizados, nas características das amostras, nos tipos de instituições de ensino envolvidas, nas faixas etárias dos participantes e nos tamanhos das amostras analisadas.

Entre os artigos incluídos na análise, observou-se predominância de delineamentos quase-experimentais, presentes em 66,67% dos estudos, caracterizados pela ausência de randomização, ainda que com iniciativas voltadas à identificação de relações causais. Delineamentos experimentais foram utilizados em 25,49% das investigações, com distribuição aleatória dos participantes entre os grupos. Os estudos não experimentais representaram 7,84% da amostra e basearam-se, principalmente, em análises observacionais, sem manipulação de variáveis.

A distribuição geográfica dos estudos indicou que 49,02% dos artigos (n = 25) foram publicados por instituições da Europa. A Ásia respondeu por 29,41% (n = 15), a América por 11,76% (n = 6), enquanto África e Oceania representaram 3,92% (n = 2) e 1,96% (n = 1), respectivamente. Os dados revelaram concentração das publicações em determinadas regiões, com menor frequência em outras localidades.

A análise da distribuição geográfica dos estudos revelou que 49,02% dos artigos (n = 25) foram publicados por instituições da Europa, seguidos pela Ásia com 29,41% (n = 15), América com 11,76% (n = 6), África com 3,92% (n = 2) e Oceania com 1,96% (n = 1), evidenciando uma concentração das publicações em determinadas regiões e menor representatividade em outras. No detalhamento por país, a Itália se destacou com 6 estudos, enquanto Grécia, China e Espanha contribuíram com 5 cada; Taiwan e Estados Unidos somaram 3 estudos, e Portugal, 2. Os demais países, com 1 estudo cada, incluem representantes da Europa (Montenegro, Polônia, Lituânia, Alemanha, Países Baixos, Suíça, Irlanda), Ásia (Turquia, Singapura, Malásia, Indonésia, Israel, Hong Kong), África (África do Sul, Namíbia), América (Costa Rica, Panamá) e Oceania (Austrália). Essa distribuição aponta para uma concentração das pesquisas em alguns países e continentes, sugerindo a necessidade de ampliação dos estudos em contextos ainda pouco explorados.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos estudos incluídos na revisão sistemática, organizados por ano de publicação. A análise indicou crescimento no número de trabalhos a partir de 2020. O maior percentual foi registrado em 2022, com 23,53% dos artigos (n = 12), seguido por 2023 (19,61%, n = 10) e 2024 (11,76%, n = 6). Os anos de 2020 e 2021 apresentaram proporções semelhantes, com 13,73% (n = 7) e 11,76% (n = 6), respectivamente. O menor quantitativo ocorreu em 2019, com 7,84% (n = 4).

Esses dados apontaram tendência de aumento no volume de publicações sobre robótica educacional nos últimos anos, possivelmente relacionada à ampliação do uso de tecnologias digitais. A intensificação das investigações indicou maior atenção à aplicação da robótica no ensino básico.

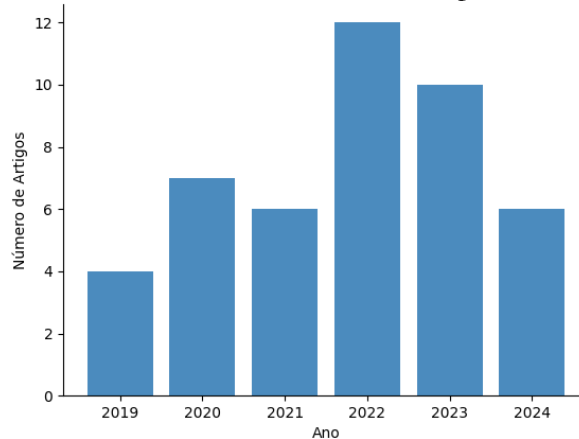
Figura 2. Características dos estudos e da amostra.

ID	Artigo	Categoria	Continente	País	Escola	Robótica	Nível*	Amostra			
								Idade	Meninas	Meninos	Soma
1	Shipepc et al., 2022	Quase-experimental	África	Namíbia	Pública	Arduíno	EFAII	11 a 14	8	16	24
2	Castellano et al., 2021	Experimental	Europa	Itália	Pública	Robôs sociais	EFAI	6 a 10	25	26	51
3	Ziouzios et al., 2021	Experimental	Europa	Grécia	Pública	Robôs sociais	EFAI	6 a 10	-	-	50
4	Chen; Huang, 2024	Quase-experimental	Ásia	Taiwan	Pública	Lego	EFAI	6 a 10	11	13	24
5	Andić et al., 2024	Quase-experimental	Europa	Montenegro	Pública	Lego	EFAII	11 a 14	-	-	100
6	Ogegbo; Aina, 2024	Quase-experimental	África	África do Sul	Pública	Gamificação	EFAII; EM	11 a 17	29	21	50
7	Aytekin; Topçu, 2024	Quase-experimental	Europa	Turquia	Pública	Programação em Bloco	EFAII	11 a 14	45	45	90
8	Louka; Papadakis, 2024	Quase-experimental	Europa	Grécia	Pública	Programação em Bloco	EI	4 a 6	17	15	32
9	Dong et al., 2024	Quase-experimental	América	EUA	Pública	Robôs sociais	EFAI	6 a 10	6	10	16
10	Antunes; Aguiar; Gaspar, 2023	Quase-experimental	Europa	Portugal	-	kits de robótica Educacional	EM	15 a 17	-	-	56
11	Montuori et al., 2023	Quase-experimental	Europa	Itália	Pública	kits de robótica Educacional	EI	5	14	11	25
12	Podpečan, 2023	Não experimental	Europa	Eslovênia	Privada, Pública	Robôs sociais	K12	4 a 17	-	-	1000
13	Misirli; Komis, 2023	Quase-experimental	Europa	Grécia	Pública	Plataformas virtuais	EI	4 a 6	270	256	526
14	Wang et al., 2023	Quase-experimental	Ásia	China	Pública	Lego	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	88
15	Ragusa; Leung, 2023	Quase-experimental	América	EUA	Pública	kits de robótica Educacional	EFAI	6 a 10	-	-	862
16	Toma, 2023	Quase-experimental	Europa	Espanha	Pública	Plataformas virtuais	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	315
17	Hsu et al., 2022	Quase-experimental	Ásia	Singapura	Pública	Robôs sociais	EFAII	11 a 14	20	26	46
18	Gratani; Giannandrea, 2022	Quase-experimental	Europa	Itália	Pública	Lego	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	50
19	Ponomariovičė; Jakavonytė-Staškuvienė, 2022	Quase-experimental	Europa	Lituânia	Privada	kits de robótica Educacional	EFAI	6 a 10	4	8	12
20	Caspi et al., 2023	Não experimental	Ásia	Israel	Pública	kits de robótica Educacional	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	276
21	Funk et al., 2022	Não experimental	Europa	Portugal	Pública	Esp32	EFAI	6 a 10	-	-	56
22	Binti Kamarudin et al., 2022	Quase-experimental	Ásia	Malásia	Não informa da	Programação em Bloco	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	43
23	Chiang et al., 2022	Quase-experimental	Ásia	China	Pública	Lego	EFAI	6 a 10	32	81	113
24	Qu; Fok, 2022	Experimental	Ásia	China	Outros	Lego	EFAI	6 a 10	-	-	40
25	Liu et al., 2023	Quase-experimental	Ásia	China	Pública	Arduíno	EFAI	6 a 10	-	-	101
26	Montuori et al., 2022	Experimental	Europa	Itália	Não informa da	Programação em Bloco	EFAI	6 a 10	45	64	109
27	Sulisworo et al., 2022	Quase-experimental	Ásia	Indonésia	Pública	Esp32	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	0
28	Picado-Arce et al., 2021	Não experimental	América	Costa Rica	Pública	Arduíno	EFAII	11 a 14	-	-	14795
29	Kanaki; Kalogiannakis, 2022	Quase-experimental	Europa	Grécia	Pública	Plataformas virtuais	EI; EFAI	0 a 10	-	-	435
30	Tsalpmpouris et al., 2021	Experimental	Europa	Grécia	Pública	Arduíno	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	68
31	Lauer et al., 2021	Experimental	Europa	Alemanha	Pública	Realidade Aumentada	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	47
32	Jia; Zhou; Zheng, 2021	Quase-experimental	Ásia	China	Pública	Educação Maker	EFAI	6 a 10	-	-	164
33	Wu; Liao, 2020	Quase-experimental	Ásia	Taiwan	Pública	Plataformas virtuais	EFAI; EFAII; EM	6 a 17	-	-	85
34	Hoom et al., 2021	Experimental	Ásia	Hong Kong, China	Pública	Robôs sociais	EFAI	6 a 10	-	-	75
35	Ruiz Vicente; Zapatera Llinares; Montés Sánchez, 2020	Quase-experimental	Europa	Espanha	Privada	Arduíno	EFAI; EFAII	6 a 14	17	13	30
36	Scaradozzi et al., 2020	Experimental	Europa	Itália	Pública	Lego	EFAII; EM	11 a 17	-	-	353
37	Pansky; Rowińska, 2022	Quase-experimental	Europa	Polónia	Privada, Pública	Lego	EFAI; EFAII	6 a 14	-	-	329
38	Jurado et al., 2020	Quase-experimental	Europa	Espanha	Pública	Robôs sociais	EI; EFAI	0 a 10	-	-	75
39	Casey; Pennington; Lopez, 2020	Experimental	América	Estados Unidos	Pública	kits de robótica Educacional	EFAI	6 a 10	-	-	92
40	Joyce; Meiklejohn; Mead, 2020	Experimental	Oceania	Austrália	Outros, Privada, Pública	Drones	EFAI; EFAII; EM	6 a 17	-	-	6000
41	Muñoz et al., 2020	Experimental	América	Panamá	Pública	kits de robótica Educacional	EI; EFAI	0 a 10	-	-	240
42	Bers; González-González; Armas-Torres, 2019	Não experimental	Europa	Espanha	Outros, Privada, Pública	kits de robótica Educacional	EI	0 a 5	84	88	172
44	Chiazese et al., 2019	Não experimental	Europa	Itália	Pública	Lego	EFAI	6 a 10	-	-	83
45	Vega; Cañas, 2019	Experimental	Europa	Espanha	Privada, Pública	Arduíno	EM	15 a 17	-	-	2050
46	Connolly et al., 2023	Quase-experimental	Europa	Irlanda	Pública	Balão Meteorológico (sensores e GPS)	EFAI	6 a 10	-	-	-
47	Yang; Lin; Lin, 2024	Quase-experimental	Ásia	Taiwan	Pública	kits de robótica Educacional	EFAI	6 a 10	19	25	44
48	Pérez-Suay et al., 2023	Quase-experimental	Europa	Espanha	Outros	Robôs sociais	EI	4 a 5	4	12	16
49	Chevalier et al., 2022	Experimental	Europa	Suíça	Pública	kits de robótica Educacional	EFAI	6 a 10	33	33	66
50	Konijn; Hoorn, 2020	Experimental	Europa	Países Baixos	Pública	Robôs sociais	EFAI	6 a 10	41	45	86
51	Ntourou; Kalogiannakis; Psycharis, 2021	Quase-experimental	Europa	Grécia	Pública	Arduíno	EFAII	11 a 14	18	15	33

* EI: Educação Infantil; EFAAI: Ensino Fundamental Anos Iniciais (1º ao 5º ano); EFAAF: Ensino Fundamental Anos Finais (6º ao 9º ano); EM: Ensino Médio; K12: Educação Básica.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

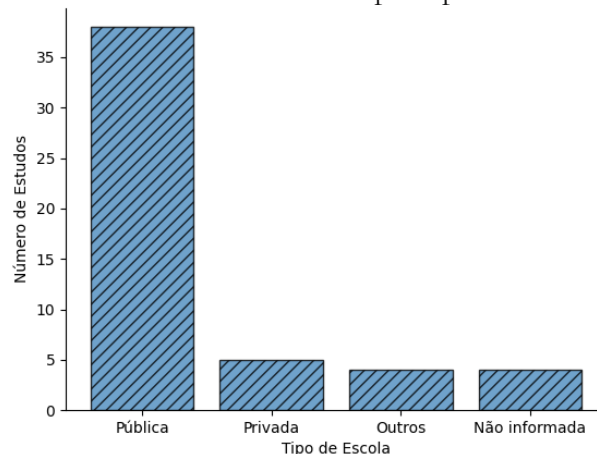
Figura 3. Número de estudos selecionados por ano de publicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A Figura 4 detalha a distribuição dos estudos analisados de acordo com o tipo de instituição de ensino em que as intervenções em robótica educacional foram conduzidas.

Figura 4. Número de estudos selecionados por tipo de instituição de ensino.



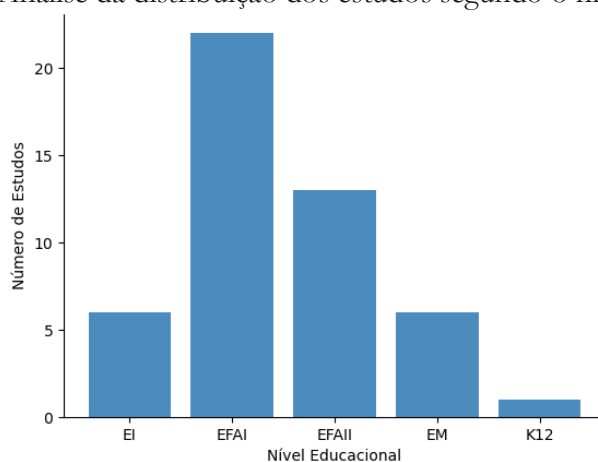
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Verificou-se que 38 estudos foram realizados em escolas públicas (Figura 4). Um número reduzido de investigações foi conduzido em instituições privadas ($n = 5$) ou em outros ambientes educacionais ($n = 4$). Essa concentração em redes públicas pode estar relacionada à implementação de políticas de inclusão tecnológica e à incorporação da robótica como ferramenta pedagógica nesse contexto.

Quatro estudos foram classificados na categoria “Outros”, sugerindo aplicação em instituições não convencionais ou formatos híbridos de ensino. Além disso, quatro artigos não apresentaram informações sobre o tipo de escola, o que evidenciou a necessidade de maior clareza metodológica em futuras publicações. Os dados analisados indicaram predominância de pesquisas em escolas públicas e destacaram a possibilidade de expansão para outros contextos institucionais, com vistas a compreender a adoção da robótica educacional em diferentes cenários da educação básica.

A análise da distribuição dos estudos por nível de ensino, ilustrada na Figura 5, indicou maior concentração de investigações voltadas ao Ensino Fundamental Anos Iniciais (EFAI), que representaram 43,14% da amostra ($n = 22$). O Ensino Fundamental Anos Finais (EFAII) correspondeu a 25,49% dos casos ($n = 13$), enquanto a Educação Infantil (EI) e o Ensino Médio (EM) apresentaram menor frequência, com seis estudos cada (11,76%). Apenas uma pesquisa (1,96%) contemplou a totalidade da Educação Básica (K-12). Essa distribuição evidenciou o predomínio de estudos focados em etapas específicas do percurso educacional.

Figura 5. Análise da distribuição dos estudos segundo o nível educacional.



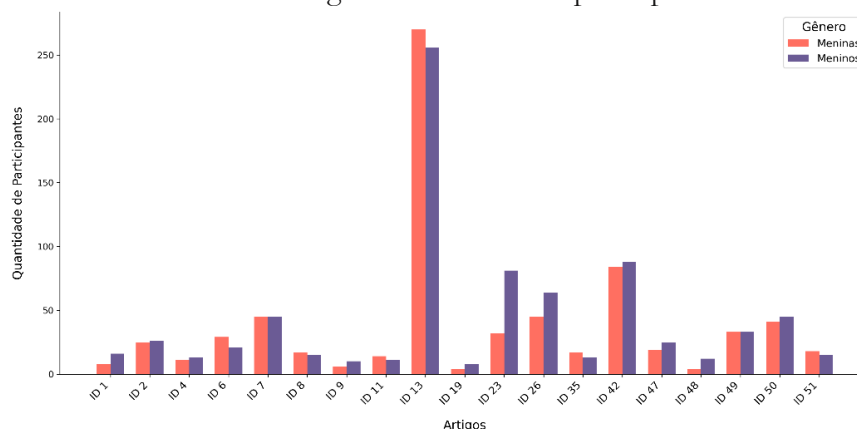
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Observou-se também que 62,75% dos trabalhos analisados ($n = 32$) não forneceram informações sobre a distribuição dos participantes por gênero, o que restringiu a análise da participação de meninas e meninos nas atividades de robótica educacional. Essa lacuna tornou-se mais relevante diante do volume total de participantes envolvidos, que alcançou 23.879 indivíduos, incluindo estudos de grande escala, como os identificados pelos ID² 28 e ID 40, com 14.795 e 6.000 participantes, respectivamente. A ausência de dados demográficos pode ter resultado da preocupação com a confidencialidade, da priorização de outras variáveis de interesse ou da dificuldade operacional para organizar essas informações em estudos com amostras extensas.

Neste artigo, optou-se por utilizar os termos “meninas” e “meninos” em referência ao gênero para manter a fidelidade às nomenclaturas presentes nos estudos revisados. No entanto, reconhece-se que essa terminologia não contempla a diversidade de identidades de gênero existentes. A ausência de informações mais amplas limita uma compreensão mais inclusiva da participação de pessoas não binárias, transgêneras e de outras expressões de gênero nas atividades de robótica educacional, o que reforça a necessidade de abordagens futuras mais sensíveis e abrangentes quanto à equidade de gênero em contextos educacionais.

A Figura 6 apresenta a distribuição por gênero dos participantes nos estudos analisados, sendo 797 meninos e 717 meninas. Observa-se uma quantidade ligeiramente superior de meninos, resultando em uma proporção aproximada de 0,9 meninas para cada menino. Esses dados indicaram uma participação relativamente equilibrada entre os gêneros nas atividades de robótica educacional incluídas na amostra.

Figura 6. Gênero dos participantes



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

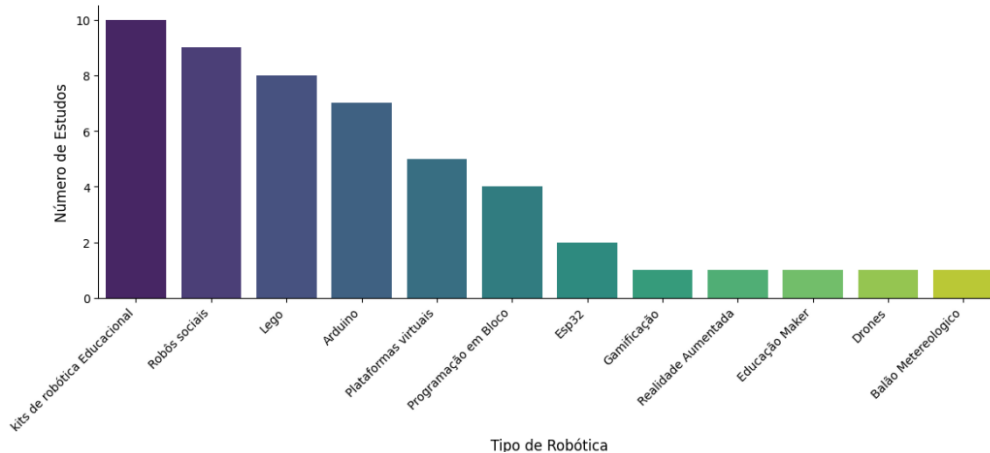
² O ID está na Figura 2. Características dos estudos e da amostra

Conforme apresentado na Figura 6, a distribuição dos participantes por gênero variou entre os estudos. Alguns relataram proporções equivalentes, como o ID 7 (Sapounidis, Tselegkaridis e Stamovlasis, 2024), com 45 meninas e 45 meninos, e o ID 49 (Chevalier *et al.*, 2022), com 33 meninas e 33 meninos. O estudo ID 13 (Misirli e Komis, 2023) registrou maior número de meninas (270 meninas e 256 meninos). Em outros casos, a participação masculina foi superior, como nos estudos ID 23 (Chiang *et al.*, 2022), com 32 meninas e 81 meninos, e ID 26 (Montuori *et al.*, 2022) com 45 meninas e 64 meninos. Essa variação pode ter sido influenciada por aspectos socioculturais associados ao interesse e à adesão às atividades relacionadas à STEM. Apesar do crescimento da participação feminina, os dados analisados indicaram um predomínio de meninos nas intervenções, o que sinalizou a importância de ações voltadas à ampliação da participação de diferentes públicos em iniciativas de robótica educacional.

A Figura 7 apresenta a distribuição das abordagens robóticas utilizadas nos estudos analisados. A maioria das investigações empregou kits de robótica educacional, associando-os a diferentes propostas pedagógicas. A variedade de recursos utilizados indicou que os dispositivos foram integrados de maneira compatível com as características dos níveis de ensino, sendo aplicados como ferramentas complementares às práticas de ensino-aprendizagem.

A análise dos estudos identificou a utilização de diferentes tecnologias robóticas nas intervenções educacionais. Kits de robótica educacional foram empregados em 10 pesquisas, robôs sociais em 9 e conjuntos Lego em 7. Esses recursos foram aplicados no ensino de programação, no desenvolvimento do pensamento lógico e na realização de atividades colaborativas, principalmente no Ensino Fundamental. Além dessas tecnologias, plataformas como Arduino e programação em blocos estiveram presentes em 6 e 4 estudos, respectivamente. Tecnologias emergentes, como ESP32, gamificação, realidade aumentada, educação maker, drones e balões meteorológicos, foram identificadas em menor número de investigações, refletindo seu uso pontual em diferentes contextos. Os estudos selecionados foram examinados quanto às abordagens robóticas utilizadas, com atenção às aplicações no ensino e aos efeitos no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Também foram considerados os principais desafios relatados para a implementação dessas tecnologias nas instituições de ensino.

Figura 7. Distribuição dos tipos de robótica utilizados nos estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

a) Kits de Robótica Educacional

Yang, Lin e Lin (2024) investigaram o impacto de um robô educacional baseado em Arduino no desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes do Ensino Fundamental. Compararam um grupo que utilizou robótica física com outro que trabalhou apenas com ferramentas digitais e verificaram que a interação física favoreceu a compreensão de conceitos computacionais. Resultados semelhantes foram obtidos por Chevalier *et al.* (2022), que investigaram o impacto de diferentes tipos de *feedback* no desempenho de estudantes em atividades de robótica e constataram que o fornecimento de *feedback* com atraso se associou a níveis mais elevados de retenção dos conteúdos trabalhados.

Montuori *et al.* (2023) associaram atividades desplugadas ao uso de robótica e identificaram avanços no pensamento computacional e no desenvolvimento de habilidades cognitivas gerais. Bers, Marina U., González-González e Armas-Torres (2019) observaram que crianças com até três anos iniciaram o aprendizado de programação utilizando robôs como o KIBO. Muñoz *et al.* (2020) complementaram esses achados ao demonstrar que a robótica favoreceu a aprendizagem de conteúdos matemáticos em crianças pequenas, por meio de experiências baseadas na interação com recursos físicos.

A relação entre a robótica educacional e as aspirações profissionais foi analisada em estudos que examinaram os efeitos da exposição precoce a tecnologias voltadas ao ensino STEM. Ragusa e Leung (2023) acompanharam um programa extracurricular nos Estados Unidos destinado a estudantes em situação de vulnerabilidade e identificaram maior interesse por carreiras em computação. Caspi *et al.* (2023) avaliaram iniciativas informais e observaram aumento na motivação para áreas científicas. Casey, Pennington e Lopez (2020) demonstraram que o uso estruturado de robôs educacionais contribuiu para o fortalecimento da autoconfiança e do interesse de estudantes hispânicos por tecnologias aplicadas à educação.

Antunes, Aguiar e Gaspar (2023) propuseram uma abordagem curricular fundamentada na robótica móvel, com foco nas competências exigidas pela Indústria 4.0. O estudo demonstrou que a integração entre programação, sensores e atividades práticas favoreceu a formação de habilidades interdisciplinares. De forma complementar, Ponomariovienė e Jakavonytė-Staškuvienė (2022) analisaram o uso do robô Photon na articulação entre conteúdos de ciências e linguagem e verificaram que a robótica contribuiu para a aprendizagem em ambientes com múltiplas áreas do conhecimento.

b) Robôs Sociais

Robôs sociais consistiram em agentes autônomos com estrutura física, utilizados para interagir com pessoas em ambientes cotidianos por meio de comportamentos inspirados nas interações humanas (Malerba *et al.*, 2019). No campo da tecnologia educacional, esses sistemas foram empregados para apoiar a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades, conforme demonstraram Lessel, Altmeyer e Krüger (2015). Também estiveram associados ao aumento do envolvimento dos estudantes nas atividades de aprendizagem, como registrado por Stanitsas, Kirytopoulos e Vareilles (2019).

No estudo de Castellano *et al.* (2021), o uso do robô social *Pepper* em um jogo sério voltado à reciclagem e observaram mudanças na atitude de crianças em relação ao tema. Ziouzios *et al.* (2021) analisaram o uso de um robô humanoide para promover empatia ambiental entre estudantes do Ensino Fundamental, com base na interação narrativa estabelecida durante a intervenção.

Em uma proposta interdisciplinar, Dong *et al.* (2024) avaliaram um programa extracurricular que integrou robótica e teatro musical para o ensino STEM, que integrou teatro musical e robótica social. O estudo utilizou os robôs *NAO* e *Pepper* e teve como foco a promoção da criatividade e do interesse por ciência e tecnologia entre crianças em situação de vulnerabilidade. Podpečan (2023) examinou atividades com dança e jogos mediadas por robôs e identificou efeitos positivos na aceitação da robótica em ambientes escolares.

Hsu *et al.* (2022) analisaram o uso do robô *Kebbi* no ensino do Mandarim como segunda língua. A interação com o robô contribuiu para a redução de disparidades de gênero no processo de aprendizagem. No ensino de matemática, Hoorn *et al.* (2021) utilizaram robôs tutores em atividades de multiplicação e observaram que a interação social com o robô influenciou o desempenho dos estudantes.

Jurado *et al.* (2020), investigaram a aplicação da robótica na educação infantil ao implementar um programa STEM com robôs programáveis para crianças de 4 a 7 anos. O estudo destacou o papel da formação docente na realização das atividades. Pérez-Suay *et al.* (2023) analisaram o uso de robôs para desenvolver o pensamento computacional em crianças de 4 a 5 anos e identificaram relação entre o desempenho nas tarefas e o nível de maturidade numérica.

Konijn e Hoorn (2020) avaliaram o impacto de diferentes comportamentos de robôs tutores na aprendizagem da multiplicação. Estudantes com menor desempenho responderam melhor a robôs de

comportamento neutro, enquanto aqueles com desempenho mais elevado obtiveram melhores resultados com robôs que adotaram comportamentos sociais.

Em conjunto, os estudos analisados evidenciaram a variedade de aplicações da robótica com robôs sociais, desde o estímulo à empatia e à consciência ambiental até o desenvolvimento de competências em linguagem, matemática e ciências. A implementação dessas tecnologias exigiu planejamento pedagógico, formação docente e alinhamento com os objetivos educacionais.

c) LEGO

O estudo de Anđić *et al.* (2024) compararam métodos de instrução direta e indireta na robótica educacional, avaliando o impacto dessas abordagens no desempenho cognitivo e na percepção dos estudantes. Os resultados mostraram que a instrução indireta favoreceu o aprendizado em diferentes níveis cognitivos, enquanto a instrução direta apresentou maior eficácia entre as alunas. A pesquisa indicou a importância da combinação de estratégias pedagógicas no ensino de STEM. Por sua vez, Wang *et al.* (2023) investigaram o uso da Realidade Virtual no desenvolvimento de competências sociais de crianças em áreas rurais da China, comparando-a com métodos tradicionais e com o ensino baseado em LEGO. Embora tenham sido observadas melhorias nas habilidades socioemocionais, o estudo não abordou diretamente a robótica educacional.

Gratani e Giannandrea (2022) analisaram a promoção de habilidades do século XXI por meio da robótica educacional, articulada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Utilizando LEGO *WeDo* 2.0, LEGO *Spike Prime* e *Makey Makey*, observaram o potencial da robótica para integrar conteúdos interdisciplinares e contribuir para o desenvolvimento da autoeficácia dos estudantes. De forma semelhante, Chiang *et al.* (2022) estudaram um acampamento *online* de STEM, com o uso do LEGO *WeDo* 1.0 no ensino de programação e pensamento computacional a alunos de escolas desfavorecidas na China. Os resultados indicaram que a educação remota baseada em robótica apresentou resultados positivos nas habilidades cognitivas e motivacionais dos participantes..

Qu e Fok (2022), analisaram a interação entre estudantes e robôs no desenvolvimento do pensamento computacional. O estudo, realizado com crianças de 7 a 9 anos, utilizou o kit KAZI EV5 e a linguagem *Scratch*. A análise apontou que o tempo de interação com os robôs esteve associado à melhora das habilidades computacionais. Em complemento, Scaradozzi *et al.* (2020) aplicaram técnicas de aprendizado de máquina para analisar o desempenho de estudantes em atividades com o LEGO *Mindstorms* EV3. Os resultados identificaram padrões distintos de resolução de problemas e mostraram que os perfis dos alunos influenciaram as estratégias de programação.

A pesquisa de Panskyi e Rowińska (2022) propuseram um modelo de ensino de programação com base em jogos digitais, integrando o uso do *Scratch*, LEGO *Mindstorms* EV3 e Arduino Uno. Essa abordagem permitiu a transição do aprendizado visual para o textual, com impactos na retenção de conceitos computacionais. Chiazzese *et al.* (2019) investigaram o impacto da robótica educacional no desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes do ensino fundamental, com base em atividades do *Bebras Challenge*³ e no uso do LEGO *WeDo* 2.0. Os resultados indicaram que os efeitos foram mais acentuados entre os estudantes mais jovens, o que sugeriu que a introdução precoce da tecnologia ampliou seus benefícios. Em conjunto, os estudos analisados apresentaram diferentes abordagens e relataram efeitos da robótica educacional no desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e técnicas. A incorporação de métodos interativos, recursos de gamificação e IA nas práticas pedagógicas contribuiu para a diversificação das estratégias de ensino.

De modo geral, os estudos analisados apresentaram diferentes abordagens e relataram efeitos da robótica educacional no aprimoramento de habilidades cognitivas, sociais e técnicas. A incorporação de métodos interativos, gamificação e inteligência artificial às práticas pedagógicas contribuiu para a diversificação das estratégias de ensino.

³ O Bebras Challenge é uma iniciativa internacional criada na Lituânia em 2004 para promover o pensamento computacional entre estudantes do ensino K12. O desafio apresenta problemas de lógica, algoritmos e raciocínio acessíveis a crianças e adolescentes, sem exigir conhecimento prévio em programação.

d) Uso do Arduino

O Arduino é uma plataforma de *hardware* livre e de código aberto utilizada para prototipação de dispositivos eletrônicos. Sua aplicação abrange desde atividades introdutórias em eletrônica e programação até projetos mais avançados envolvendo sensores, atuadores e internet das coisas (IoT). A compatibilidade com plataformas de simulação, como o *Tinkercad*, permitiu a implementação de atividades de robótica em contextos escolares com infraestrutura limitada.

As placas Arduino possibilitaram a leitura de dados de entrada, como luminosidade em sensores, pressão em botões ou mensagens recebidas por rede, e a conversão dessas informações em saídas, como acionamento de LEDs, controle de motores ou envio de dados para ambientes digitais. A programação foi realizada por meio de instruções destinadas ao microcontrolador, com o uso da linguagem Arduino, baseada em *Wiring*⁴ no ambiente de desenvolvimento (IDE), baseado em *Processing*⁵.

Shipepe *et al.* (2022) investigaram a utilização do Arduino UNO e do *Tinkercad* no ensino de pensamento computacional e *design thinking* para estudantes do ensino fundamental na Namíbia. A intervenção, com duração de dois dias, contou com 24 participantes. Embora o número reduzido de estudantes e a ausência de acompanhamento em longo prazo tenham limitado a generalização dos resultados, os autores observaram contribuição para a inclusão digital em contextos de baixa infraestrutura.

Liu *et al.* (2023) adotaram a Pedagogia da Engenharia Reversa (REP) para o ensino de pensamento computacional a crianças na China. A pesquisa apresentou uma intervenção com duração de 16 semanas e utilizou o *uKit Explore*, plataforma baseada em Arduino voltada à programação visual e à robótica no ensino de STEM. A metodologia incluiu testes pré e pós-intervenção e comparação entre grupos experimental e controle, o que reforçou a validade dos achados. Os autores reconheceram a limitação da ausência de um grupo controle com amostra ampliada e sugeriram a investigação de abordagens pedagógicas complementares. O estudo contribuiu para a discussão sobre metodologias ativas no ensino de STEM, destacando o potencial da engenharia reversa para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Picado-Arce *et al.* (2021) analisaram o impacto da computação física no desenvolvimento do pensamento computacional de 14.795 estudantes da Costa Rica. A comparação entre duas abordagens educacionais, uma com o uso de Arduino, *Circuit Playground* e *Micro:bit*, e outra focada em alfabetização digital sem programação, indicou avanços na resolução de problemas. A ausência de um grupo controle sem intervenção direta limitou as possibilidades de comparação.

Tsalmpouris *et al.* (2021) propuseram o *framework* HYDRA, baseado no uso do Arduino com a linguagem visual *Ardublockly*, em um estudo com 68 estudantes na Grécia. A estrutura pedagógica incluiu divisão de tarefas entre os participantes e utilização da metodologia de aprendizagem baseada em problemas (PBL). O número limitado de participantes e a necessidade de ajustes no sistema modular foram apontados como limitações.

Ruiz Vicente, Zapatera Llinares e Montés Sánchez (2020) relacionaram o uso de robótica baseada em Arduino à temática da sustentabilidade por meio do projeto *Sustainable City*, implementado em uma escola da Espanha. A iniciativa integrou o ensino STEM à construção de uma cidade sustentável, utilizando kits de robótica com sensores infravermelhos programados na plataforma *Bitbloq*. A proposta metodológica combinou aprendizagem baseada em projetos e sala de aula invertida, tendo contribuído para a aquisição de conhecimentos sobre sustentabilidade e para o desenvolvimento de habilidades como cooperação e pensamento crítico. O estudo foi conduzido com 30 estudantes e aplicado em uma única instituição, o que restringiu a generalização dos resultados.

Vega e Cañas (2019), apresentaram o *PyBoKids*, *framework* baseado em Python e Arduino para o ensino de robótica no nível pré-universitário. A pesquisa, realizada com mais de 2.000 estudantes na

⁴ *Wiring* é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre composta por uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento integrado e um microcontrolador de placa única.

⁵ *Processing* é um *sketchbook* de *software* flexível e uma linguagem para aprender a codificar. O *sketchbook* é a ferramenta que toda pessoa criativa precisa para dar uma forma física às ideias.

Espanha, relatou aumento na motivação. A ausência de grupo controle e o custo do *hardware* foram identificados como desafios para a ampliação da proposta.

Ntourou, Kalogiannakis e Psycharis (2021) examinaram o uso do Arduino e da linguagem *Scratch for Arduino* (S4A) no ensino de eletricidade na Grécia. O delineamento quase-experimental, com grupo controle e grupo experimental, apontou avanços na compreensão dos conceitos e no pensamento algorítmico. A curta duração da intervenção e o tamanho reduzido da amostra limitaram a análise dos efeitos sobre a motivação e a autoeficácia.

e) Uso de plataformas Virtuais

A incorporação de tecnologias emergentes ao ensino de ciência, tecnologia, engenharia e matemática contribuiu para o desenvolvimento do pensamento computacional e de habilidades cognitivas nas etapas iniciais da educação. Chen e Huang (2024) analisaram a aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais, enquanto investigaram o uso da robótica tangível na educação infantil. Wu, Liao (2020) exploraram a integração da modelagem tridimensional ao currículo escolar. Esses estudos indicaram efeitos positivos no raciocínio lógico e na resolução de problemas em contextos educacionais. Toma (2023) examinou a aceitação da programação por blocos por estudantes do ensino fundamental, identificando seu uso como ferramenta introdutória ao ensino de computação.

Chen e Huang (2024) analisaram a aplicação do método *Jigsaw Collaborative Learning Method in a Metaverse Virtual Space* (JCLM-MVS)⁶ no ensino de programação. A pesquisa indicou que a interação em ambientes imersivos favoreceu a aprendizagem de conceitos computacionais e resultou em melhor desempenho no pensamento computacional em comparação ao ensino tradicional. Os autores apontaram limitações relacionadas à curta duração da intervenção e ao uso exclusivo da plataforma *Scratch*, o que restringiu a generalização dos resultados.

Misirli e Komis (2023) investigaram o desenvolvimento de habilidades de depuração por meio da interação de crianças de 4 a 6 anos com o robô *Bee-Bot*. Os participantes demonstraram capacidade para identificar e corrigir erros simples em seus programas, revelando compreensão inicial de pensamento algorítmico. A interação física com o robô foi associada ao aumento do engajamento. Os autores recomendaram a replicação do estudo em diferentes contextos para ampliar a validade dos achados.

No campo da modelagem 3D, Wu e Liao (2020) analisaram o uso das ferramentas *Qmodel Creator*, *Tinkercad* e *123D Design* por estudantes do ensino fundamental e médio, com foco no desenvolvimento do pensamento computacional. A pesquisa identificou que o tempo de tentativa e erro (*Trial and Error Period* – TEP) e a fase de implementação de soluções (*Implementation Period* – IP) constituíram indicadores relevantes na aprendizagem. Foram observadas dificuldades na adaptação das ferramentas aos diferentes níveis de habilidade, o que indicou a necessidade de ajustes pedagógicos.

Toma (2023) avaliou a aceitação da programação em blocos com base no modelo TAM⁷ (*Technology Acceptance Model*), envolvendo 315 estudantes do ensino fundamental na Espanha. Os resultados sugeriram que a percepção de utilidade e facilidade de uso influenciou a receptividade dos alunos às plataformas *MakeCode* e *BBC:MicroBit*. O autor sugeriu que a personalização dos ambientes de programação pode aprimorar a experiência educacional.

Kanaki e Kalogiannakis (2022) analisaram a relação entre idade e o desenvolvimento de habilidades algorítmicas, com 435 estudantes do primeiro e segundo anos do ensino fundamental na Grécia. A pesquisa utilizou a plataforma *PhysGramming* e apontou melhor desempenho entre as crianças de sete anos, indicando que a idade influenciou a aprendizagem. Os autores destacaram que a introdução da programação deve considerar o estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos.

⁶ O método *Jigsaw Collaborative Learning Method in a Metaverse Virtual Space* (JCLM-MVS) aplica a estratégia Jigsaw em um ambiente virtual imersivo, promovendo a aprendizagem colaborativa, ativa e focada no ensino de programação e pensamento computacional. Os alunos são organizados em grupos heterogêneos, nos quais cada integrante assume a responsabilidade de aprender e repassar uma parte específica do conteúdo ao grupo.

⁷ O *Technology Acceptance Model* (TAM) proposto por (Mushak *et al.*, 1989) é um modelo teórico que busca explicar e prever a aceitação e o uso de novas tecnologias pelos usuários.

De modo geral, os estudos analisados evidenciaram que abordagens como aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais, robótica tangível, modelagem tridimensional e programação visual influenciaram o desenvolvimento de habilidades computacionais e fortaleceram o ensino de STEM em diferentes etapas da educação básica.

f) Programação em Bloco

Aytekin e Topçu (2024) investigaram os efeitos de abordagens plugadas, com uso do *Scratch*, e desplugadas, por meio de jogos manuais, no desenvolvimento de habilidades de resolução criativa de problemas entre estudantes do 6º ano. Os resultados indicaram que ambas as estratégias contribuíram para a melhoria do desempenho cognitivo e criativo, sendo que a combinação das duas gerou os melhores resultados. A pesquisa, no entanto, foi limitada pela curta duração, de quatro semanas, e pela aplicação em apenas uma escola na Turquia.

De forma complementar, Louka e Papadakis (2024) analisaram o uso do *ScratchJr* na promoção do pensamento computacional entre crianças da educação infantil. Participantes com idades entre 4 e 6 anos demonstraram avanços na compreensão de conceitos relacionados à computação após a intervenção. A restrição da amostra a 32 crianças e a ausência de um grupo controle mais amplo limitaram a generalização dos achados.

Binti Kamarudin *et al.* (2022) examinaram a relação entre o ensino de programação e aspectos de saúde mental em um curso de curta duração sobre inteligência artificial com uso de gamificação. A pesquisa identificou melhorias em funções cognitivas e redução nos níveis de ansiedade e estresse. A amostra composta por 43 alunos e a intervenção de oito semanas restringiram a extrapolação dos resultados.

Montuori *et al.* (2022) analisaram a influência do gênero no aprendizado de programação baseada em blocos entre estudantes do início do ensino fundamental. Os dados revelaram pequenas variações entre meninos e meninas, associadas a fatores socioculturais. A pesquisa utilizou a plataforma *Code.org* e não incluiu elementos de robótica, o que limitou o alcance das conclusões a outras modalidades de ensino em STEM.

Os estudos analisados abordaram o ensino de programação na educação básica por meio de estratégias distintas, como atividades digitais e manuais, uso de gamificação e análise de recortes de gênero. As limitações metodológicas recorrentes, como amostras reduzidas, intervenções breves e delimitação de contexto, indicaram a necessidade de pesquisas com maior abrangência e duração para aprofundar a análise dos efeitos dessas abordagens no ensino infantil e fundamental.

g) Microcontrolador ESP

O ESP é um microcontrolador desenvolvido pela *Espressif Systems* aplicado em projetos de *IoT*, automação e robótica educacional. Possui um processador *dual-core* Tensilica LX6, conectividade *Wi-Fi* e *Bluetooth* de baixo consumo, além de interfaces como GPIOs, ADCs, DACs, I²C, SPI e UART, o que possibilitou a criação de sistemas embarcados. Sua compatibilidade com linguagens como C, MicroPython e Arduino facilitou o desenvolvimento de aplicações voltadas ao sensoriamento remoto, à automação residencial, à IA na borda e ao controle de dispositivos. Foi utilizado como alternativa para propostas de robótica educacional de baixo custo.

Sulisworo *et al.* (2022) propuseram a criação de um sistema meteorológico inteligente com base em *IoT* para alunos do ensino fundamental. A proposta permitiu a coleta e interpretação de dados climáticos por meio de sensores conectados a microcontroladores ESP8266 e à plataforma *Blynk*. Os estudantes compararam informações de diferentes localidades e discutiram fenômenos meteorológicos em atividades colaborativas. Os resultados indicaram que o uso da *IoT* no ensino de STEM favoreceu a análise de padrões e a formulação de hipóteses. A metodologia adotada também contribuiu para o trabalho em grupo e o desenvolvimento de projetos. Os autores identificaram como limitações a necessidade de infraestrutura adequada e a dependência de conectividade.

Funk *et al.* (2022) analisaram a aplicação do robô *Azbot-1C*, programável com ESP32, na promoção do pensamento computacional entre crianças de 8 a 10 anos. O estudo foi conduzido no

âmbito do projeto PeCOT (*Computational Thinking with Tangible Objects*) e propôs atividades desplugadas, nas quais os estudantes solucionaram desafios matemáticos e lógicos por meio da programação tangível do robô. O uso de interfaces físicas esteve associado ao engajamento dos participantes, especialmente em ambientes escolares com restrições tecnológicas, dado que o Azbot-1C não exigiu computadores ou telas. O estudo, entretanto, manteve caráter exploratório e não apresentou avaliação quantitativa detalhada nem grupo controle, o que limitou a generalização dos resultados.

h) Gamificação

Ogebo e Aina (2024) investigaram a relação entre a atitude de estudantes em relação à programação e o interesse por carreiras nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática, com ênfase na influência da exposição inicial à programação sobre a motivação para atuar nesses campos. A pesquisa foi realizada com 50 estudantes, com idades entre 10 e 15 anos, matriculados em escolas públicas de um township⁸ na África do Sul. Para o ensino de conceitos de programação, foi utilizado o jogo educativo *TANKS*, que não exigiu o uso de computadores.

Os resultados indicaram associação entre a confiança em programar, a percepção do valor da habilidade e o interesse por carreiras em áreas tecnológicas. Após a intervenção, os participantes relataram maior disposição para atuar no campo de STEM. Os dados foram obtidos por meio dos instrumentos *Elementary Student Coding Attitudes Survey* (ESCAS) e o *STEM Career Interest Survey* (STEM-CIS), empregados para avaliar as percepções dos estudantes. A análise sugeriu que a atividade gamificada esteve relacionada ao aumento do interesse pela programação. Os autores identificaram como limitações o número reduzido de participantes, a aplicação em uma única localidade e a ausência de acompanhamento longitudinal.

i) Realidade aumentada

Lauer *et al.* (2021) investigaram a usabilidade do dispositivo *HoloLens 2* entre estudantes do ensino fundamental, com o objetivo de avaliar sua viabilidade na criação de cenários de aprendizagem com realidade aumentada. A pesquisa foi conduzida na Alemanha com 47 crianças, entre 6 e 14 anos, e analisou a interação com o equipamento por meio de três modalidades: toque, gesto no ar (*air-tap*⁹) e comando de voz. Os resultados mostraram que os participantes se adaptaram ao uso da tecnologia e demonstraram preferência pelas interações táteis. No entanto, relataram dificuldades com os gestos no ar e os comandos de voz. Elementos como envolvimento e diversão foram considerados fatores com potencial para influenciar a aplicação da RA em contextos escolares.

Os autores apontaram limitações metodológicas, como a ausência de avaliação direta da aprendizagem em STEM, o uso de amostra voluntária possivelmente mais familiarizada com tecnologia e a falta de conteúdo educacional estruturado. Apesar disso, os dados contribuíram para compreender a aceitação da realidade aumentada entre crianças do ensino fundamental e os desafios de sua aplicação. Destacaram a necessidade de ajustes ergonômicos e de acessibilidade, e sugeriram que a realidade aumentada, embora não substitua métodos tradicionais, pode ampliar o engajamento e a aprendizagem em sala de aula.

⁸ Township é um termo usado na África do Sul para designar áreas urbanas criadas durante o apartheid, destinadas a populações não brancas segregadas das zonas centrais. Geralmente localizados nas periferias, esses assentamentos ainda enfrentam problemas como infraestrutura precária, alta densidade populacional e acesso limitado a serviços básicos.

⁹ *Air-tap* é um gesto usado em dispositivos de Realidade Aumentada, como o *HoloLens 2*, para interagir com objetos virtuais sem toque físico. Semelhante a um clique, é executado ao levantar a mão, apontar com o dedo indicador e fazer um movimento de pinça no ar.

j) Educação Maker

Jia, Zhou e Zheng (2021) analisaram a integração da educação *Maker* ao ensino STEAM ao investigarem os efeitos de um currículo baseado em design de engenharia na autoeficácia, motivação e aquisição de conhecimento de 164 estudantes do terceiro ano do ensino fundamental em escolas públicas de Pequim, China. Durante duas semanas, os participantes desenvolveram atividades no programa *Soaring in the Air*, voltado ao estudo de princípios de aviação por meio da construção de modelos de aeronaves, com base em um ciclo de oito etapas do design de engenharia. A avaliação incluiu testes aplicados antes e depois da intervenção, além de escalas validadas, e indicou aumento na motivação (média superior a 3,5 em uma escala de cinco pontos) e na percepção de autoeficácia. O desempenho médio no teste de conhecimentos STEM foi de 65,46 em uma escala de 100 pontos. Os resultados sugeriram que a abordagem *Maker* integrada ao ensino STEM contribuiu para a retenção de conteúdo e o aprendizado dos estudantes. No entanto, a curta duração da intervenção, a ausência de grupo controle e o uso de instrumentos de autoavaliação representaram limitações para a generalização dos achados.

k) Drones

Joyce, Meiklejohn e Mead (2020) descreveram um programa de ensino de tecnologia geoespacial com minidrones, que envolveu planejamento de voo, captura e análise de imagens, além de programação em Python e JavaScript. A iniciativa foi aplicada a mais de 6.000 estudantes, do ensino fundamental ao superior, em sessões de 2,5 horas, realizadas ao longo de três anos com os drones Parrot Mambo e DJI Tello. Os resultados indicaram aumento no engajamento e maior interesse de alunas por áreas científicas e tecnológicas. O estudo apontou limitações relacionadas à regulamentação do uso de drones e à formação docente, que dificultaram sua implementação em larga escala. Embora não tenha incluído grupo controle nem avaliação quantitativa aprofundada, a proposta apresentou potencial de aplicação curricular na introdução de tecnologias geoespaciais no ensino.

l) Balões meteorológicos

Connolly *et al.* (2023) propuseram um modelo pedagógico baseado no uso de balões meteorológicos para promover o aprendizado ativo e o desenvolvimento do pensamento crítico entre estudantes do 4º ano do ensino fundamental, em escolas públicas da Irlanda. Ao longo de um ano letivo, os participantes do projeto *Spaceship Earth* formularam hipóteses, lançaram balões com sensores, GPS e câmeras, e analisaram os dados coletados. As atividades integraram conteúdos de meteorologia, matemática e engenharia. Os resultados apontaram aumento no interesse pelas áreas de ciência e tecnologia, bem como avanços na capacidade investigativa e no engajamento dos alunos nas aulas de ciências. No entanto, o estudo apresentou limitações, como a necessidade de adaptação para o formato remoto em razão da pandemia da COVID-19 e a ausência de grupo controle, o que dificultou comparações com abordagens pedagógicas tradicionais. Os autores sugeriram que experiências práticas e contextualizadas podem contribuir para integrar ciência e tecnologia ao ensino fundamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática permitiu mapear e analisar as principais características dos estudos sobre robótica educacional desenvolvidos no contexto da educação básica, com enfoque voltado às suas abordagens metodológicas, ao nível de ensino, aos tipos de instituição, bem como aos impactos no processo de ensino-aprendizagem.

Quanto à “QP1 - Quais são as principais características e particularidades dos estudos sobre robótica educacional na educação básica?”, diante do exposto foi observado que os estudos se concentram, majoritariamente, em instituições públicas de ensino fundamental, com prevalência de pesquisas do tipo intervenção e abordagem qualitativa. A Europa desponta como a principal região produtora de trabalhos na área, o que evidencia a robótica educacional como estratégia de promoção do pensamento computacional e das competências digitais. Em termos metodológicos, muitos estudos

necessitam de aprofundamento na descrição dos instrumentos e nos critérios de avaliação utilizados, o que limita a replicabilidade e o rigor da análise dos efeitos observados.

Com relação à “QP2 - Os estudos indicaram diferenças no desempenho dos estudantes quanto ao conhecimento, às habilidades e às atitudes?”, o presente trabalho indica que a maioria dos estudos reporta efeitos positivos da robótica educacional no desenvolvimento de conhecimentos (como lógica, programação e resolução de problemas), habilidades (como criatividade, trabalho em equipe e pensamento crítico) e atitudes (como engajamento, autonomia e interesse pela aprendizagem). Contudo, poucos artigos estabelecem critérios claros de mensuração e os estudos que realizam comparações de desempenho entre grupos de controle e intervenção ainda são limitados. Além disso, a ausência de dados desagregados por gênero restringe análises mais sensíveis às questões de equidade e inclusão.

Dessa forma, os achados indicam que a robótica educacional, embora reconhecidamente promissora, ainda demanda de padronização metodológica nas pesquisas e de maior diversidade geográfica e sociodemográfica nas amostragens. Recomenda-se, portanto, o avanço em estudos com delineamentos experimentais mais robustos, avaliações de longo prazo e atenção às questões de acessibilidade, gênero e contexto sociocultural.

As tendências futuras da RE indicam maior integração com tecnologias emergentes, como *IoT*, *Edge AI* e ambientes imersivos no Metaverso, além do fortalecimento de metodologias ativas, como a PBL e a Educação Maker. Para maximizar seu impacto, é essencial que futuras pesquisas adotem metodologias que ampliem a representatividade geográfica e aprofundem a investigação sobre os efeitos da RE em longo prazo.

REFERÊNCIAS

AL-ZAHRANI, Amirah; KHALIL, Ibrahim; AWAJI, Bakri; MOHSEN, Mohammed. AI Technologies in STEAM Education for Students: Systematic Literature Review. **Journal of Ecohumanism**, v. 3, n. 4, p. 3380–3394, 28 ago. 2024. DOI 10.62754/joe.v3i4.3855.

ANĐIĆ, Branko; MARIČIĆ, Mirjana; MUMCU, Filiz; PRODROMOU, Theodosia; LEOSTE, Janika; SAIMON, Musa; LAVICZA, Zsolt. Direct and indirect instruction in educational robotics: a comparative study of task performance per cognitive level and student perception. **Smart Learning Environments**, v. 11, n. 1, p. 12, 21 mar. 2024. DOI 10.1186/s40561-024-00298-6.

ANTUNES, Rodrigo; AGUIAR, Martim Lima; GASPAR, Pedro Dinis. A Dynamic STEM-Driven Approach through Mobile Robotics to Enhance Critical Thinking and Interdisciplinary Skills for Empowering Industry 4.0 Competencies. **Technologies**, v. 11, n. 6, p. 170, dez. 2023. DOI 10.3390/technologies11060170.

AYTEKİN, Aydan; TOPÇU, Mustafa Sami. Improving 6th Grade Students' Creative Problem Solving Skills Through Plugged and Unplugged Computational Thinking Approaches. **Journal of Science Education and Technology**, v. 33, n. 6, p. 867–891, 1 dez. 2024. DOI 10.1007/s10956-024-10130-y.

BARTH, Joanna; MUEHLFELD, Katrin. Thinking out of the box—by thinking in other boxes: a systematic review of interventions in early entrepreneurship vs. STEM education research. **Management Review Quarterly**, v. 72, n. 2, p. 347–383, 1 jun. 2022. DOI 10.1007/s11301-021-00248-3.

BERS, Marina U.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Carina; ARMAS-TORRES, M^a Belén. Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. **Computers & Education**, v. 138, p. 130–145, 1 set. 2019. DOI 10.1016/j.compedu.2019.04.013.

BERS, Marina Umaschi. **Blocks to robots: learning with technology in the early childhood classroom**. New York: Teachers College Press, 2008.

BINTI KAMARUDIN, Nurul Alin; RAJA IKRAM, Raja Rina Binti; BINTI AZMAN, Farah Nadia; SYED AHMAD, Sharifah Sakinah; BIN ZAINUDDIN, Dzulfarqesh. A Study of The Effects of Short-Term AI Coding Course with Gamification Elements on Students' Cognitive Mental Health. **TEM Journal**, p. 1854–1862, 25 nov. 2022. DOI 10.18421/TEM114-53.

BRUNER, Jerome. Celebrating Divergence: Piaget and Vygotsky. **Human Development**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 63–73, 1997. DOI 10.1159/000278705.

CASPI, Avner; GORSKY, Paul; NITZANI-HENDEL, Rakefet; SHILDHOUSE, Bruria. STEM-oriented primary school children: participation in informal STEM programmes and career aspirations. **International Journal of Science Education**, v. 45, n. 11, p. 923–945, 24 jul. 2023. DOI 10.1080/09500693.2023.2177977.

CASTELLANO, Giovanna; DE CAROLIS, Berardina; D'ERRICO, Francesca; MACCHIARULO, Nicola; ROSSANO, Veronica. PeppeRecycle: Improving Children's Attitude Toward Recycling by Playing with a Social Robot. **International Journal of Social Robotics**, v. 13, n. 1, p. 97–111, 1 fev. 2021. DOI 10.1007/s12369-021-00754-0.

CHEN, Chih-Ming; HUANG, Ming-Yan. Enhancing programming learning performance through a Jigsaw collaborative learning method in a metaverse virtual space. **International Journal of STEM Education**, v. 11, n. 1, p. 36, 4 ago. 2024. DOI 10.1186/s40594-024-00495-2.

CHEVALIER, Morgane; GIANG, Christian; EL-HAMAMSY, Laila; BONNET, Evgeniia; PAPASPYROS, Vaios; PELLET, Jean-Philippe; AUDRIN, Catherine; ROMERO, Margarida; BAUMBERGER, Bernard; MONDADA, Francesco. The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. **Computers & Education**, v. 180, p. 104431, 1 abr. 2022. DOI 10.1016/j.compedu.2022.104431.

CHIANG, Feng-Kuang; ZHANG, Yicong; ZHU, Dan; SHANG, Xiaojing; JIANG, Zhujun. The Influence of Online STEM Education Camps on Students' Self-Efficacy, Computational Thinking, and Task Value. **Journal of Science Education and Technology**, v. 31, n. 4, p. 461–472, 1 ago. 2022. DOI 10.1007/s10956-022-09967-y.

CHIAZZESE, Giuseppe; ARRIGO, Marco; CHIFARI, Antonella; LONATI, Violetta; TOSTO, Crispino. Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. **Informatics**, v. 6, n. 4, p. 43, dez. 2019. DOI 10.3390/informatics6040043.

COLANTONIO, Arturo; MARZOLI, Irene; PUDDU, Emanuella; BARDELLI, Sandro; FULCO, Maria Teresa; GALANO, Silvia; TERRANEGRA, Luciano; TESTA, Italo. Describing astronomy identity of upper primary and middle school students through structural equation modeling. **Physical Review Physics Education Research**, v. 17, n. 1, p. 010139, 28 maio 2021. DOI 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010139.

CONNOLLY, Cornelia; JOHNSON, Patrick; JOHNSON, Kevin; FITZPATRICK, Mary; O'KEEFFE, Derek T. A stratospheric mission – design of a conceptual framework to bring weather balloons and STEM into the classroom. **Frontiers in Education**, v. 8, 12 set. 2023. DOI 10.3389/educ.2023.1145043.

DONG, Jiayuan; CHOI, Koeun; YU, Shuqi; LEE, Yeaji; KIM, Jisun; VAJIR, Devanshu; HAINES, Chelsea; NEWBILL, Phyllis Leary; WYATT, Ariana; UPTHEGROVE, Tanner; JEON, Myoungsoon. A Child-Robot Musical Theater Afterschool Program for Promoting STEAM Education: A Case Study

and Guidelines. **International Journal of Human–Computer Interaction**, v. 40, n. 13, p. 3465–3481, 2 jul. 2024. DOI 10.1080/10447318.2023.2189814.

FORERO-CORBA, Wiston; BENNASAR, Francisca Negre. Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e inteligencia artificial en educación: una revisión sistemática. **RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 27, n. 1, p. 209–253, 1 jan. 2024. DOI 10.5944/ried.27.1.37491.

FUNG, Ka Yan; LEE, Lik Hang; SIN, Kuen Fung; SONG, Shenghui; QU, Huamin. Humanoid robot-empowered language learning based on self-determination theory. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 14, p. 18927–18957, 1 out. 2024. DOI 10.1007/s10639-024-12570-w.

FUNK, Matthias; CASCALHO, José; SANTOS, Ana Isabel; PEDRO, Francisco; MEDEIROS, Paulo; AMARAL, Bárbara; DOMINGOS, Manuel; RAMOS, Alberto; MENDES, Armando. A simple interactive robot to promote computational thinking. **Frontiers in Computer Science**, v. 4, 25 out. 2022. DOI 10.3389/fcomp.2022.1022778.

GINSBURG, Herbert P. Piaget's Theory of Intellectual Development. 1988.

GRATANI, Francesca; GIANNANDREA, Lorella. Towards 2030. Enhancing 21st century skills through educational robotics. **Frontiers in Education**, v. 7, 25 jul. 2022. DOI 10.3389/educ.2022.955285.

HOORN, Johan F.; HUANG, Ivy S.; KONIJN, Elly A.; VAN BUUREN, Lars. Robot Tutoring of Multiplication: Over One-Third Learning Gain for Most, Learning Loss for Some. **Robotics**, v. 10, n. 1, p. 16, mar. 2021. DOI 10.3390/robotics10010016.

HSU, Ting-Chia; CHANG, Ching; WONG, Lung-Hsiang; AW, Guat Poh. Learning Performance of Different Genders' Computational Thinking. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 16514, jan. 2022. DOI 10.3390/su142416514.

JIA, Yangyang; ZHOU, Bing; ZHENG, Xudong. A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 8 set. 2021. DOI 10.3389/fpsyg.2021.725525.

JOYCE, Karen E.; MEIKLEJOHN, Natalie; MEAD, Paul C. H. Using Minidrones to Teach Geospatial Technology Fundamentals. **Drones**, v. 4, n. 3, p. 57, set. 2020. DOI 10.3390/drones4030057.

JURADO, Elena; FONSECA, David; CODERCH, Jorge; CANALETA, Xavi. Social STEAM Learning at an Early Age with Robotic Platforms: A Case Study in Four Schools in Spain. **Sensors**, v. 20, n. 13, p. 3698, jan. 2020. DOI 10.3390/s20133698.

KANAKI, Kalliopi; KALOGIANNAKIS, Michail. Assessing Algorithmic Thinking Skills in Relation to Age in Early Childhood STEM Education. **Education Sciences**, v. 12, n. 6, p. 380, jun. 2022. DOI 10.3390/educsci12060380.

KIM, ChanMin; KIM, Dongho; YUAN, Jiangmei; HILL, Roger B.; DOSHI, Prashant; THAI, Chi N. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. **Computers & Education**, v. 91, p. 14–31, 15 dez. 2015. DOI 10.1016/j.compedu.2015.08.005.

KITCHENHAM, Barbara A.; MENDES, Emilia; TRAVASSOS, Guilherme H. Cross versus Within-Company Cost Estimation Studies: A Systematic Review. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 33, n. 5, p. 316–329, maio 2007. DOI 10.1109/TSE.2007.1001.

KITCHENHAM, Barbara; MADEYSKI, Lech; BUDGEN, David. SEGRESS: Software Engineering Guidelines for REporting Secondary Studies. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 49, n. 3, p. 1273–1298, mar. 2023. DOI 10.1109/TSE.2022.3174092.

KONIJN, Elly A.; HOORN, Johan F. Robot tutor and pupils' educational ability: Teaching the times tables. **Computers & Education**, v. 157, p. 103970, 1 nov. 2020. DOI 10.1016/j.compedu.2020.103970.

LAUER, Luisa; ALTMAYER, Kristin; MALONE, Sarah; BARZ, Michael; BRÜNKEN, Roland; SONNTAG, Daniel; PESCHEL, Markus. Investigating the Usability of a Head-Mounted Display Augmented Reality Device in Elementary School Children. **Sensors**, v. 21, n. 19, p. 6623, jan. 2021. DOI 10.3390/s21196623.

LESSEL, Pascal; ALTMAYER, Maximilian; KRÜGER, Antonio. Analysis of Recycling Capabilities of Individuals and Crowds to Encourage and Educate People to Separate Their Garbage Playfully. 18 abr. 2015. **Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 18 abr. 2015. p. 1095–1104. DOI 10.1145/2702123.2702309.

LIU, Xiaohong; WANG, Xiao; XU, Kexue; HU, Xiaoyong. Effect of Reverse Engineering Pedagogy on Primary School Students' Computational Thinking Skills in STEM Learning Activities. **Journal of Intelligence**, v. 11, n. 2, p. 36, fev. 2023. DOI 10.3390/jintelligence11020036.

LOUKA, Konstantina; PAPADAKIS, Stamatios. Enhancing computational thinking in early childhood education through ScratchJr integration. **Heliyon**, v. 10, n. 10, p. e30482, 30 maio 2024. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e30482.

MALERBA, Donato; APPICE, Annalisa; BUONO, Paolo; CASTELLANO, Giovanna; DE CAROLIS, Berardina; DE GEMMIS, Marco; POLIGNANO, Marco; ROSSANO, Veronica; RUDD, Lynn Margaret. Advanced Programming of Intelligent Social Robots. 2019. Disponível em: <https://ricerca.uniba.it/handle/11586/230967>. Acesso em: 5 mar. 2025.

MANGINA, Eleni; PSYRRA, Georgia; SCREPANTI, Laura; SCARADOZZI, David. Robotics in the Context of Primary and Preschool Education: A Scoping Review. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 17, p. 342–363, 2024. DOI 10.1109/TLT.2023.3266631.

MISIRLI, Anastasia; KOMIS, Vassilis. Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 65, p. 139–158, 1 out. 2023. DOI 10.1016/j.ecresq.2023.05.014.

MONTUORI, Chiara; POZZAN, Gabriele; PADOVA, Costanza; RONCONI, Lucia; VARDANEGA, Tullio; ARFÉ, Barbara. Combined Unplugged and Educational Robotics Training to Promote Computational Thinking and Cognitive Abilities in Preschoolers. **Education Sciences**, v. 13, n. 9, p. 858, set. 2023. DOI 10.3390/educsci13090858.

MONTUORI, Chiara; RONCONI, Lucia; VARDANEGA, Tullio; ARFÉ, Barbara. Exploring Gender Differences in Coding at the Beginning of Primary School. **Frontiers in Psychology**, v. 13, 20 set. 2022. DOI 10.3389/fpsyg.2022.887280.

MUÑOZ, Lilia; VILLARREAL, Vladimir; MORALES, Itza; GONZALEZ, Joseph; NIELSEN, Mel. Developing an Interactive Environment through the Teaching of Mathematics with Small Robots. **Sensors**, v. 20, n. 7, p. 1935, jan. 2020. DOI 10.3390/s20071935.

MUSHAK, Paul; MICHAEL DAVIS, J.; CROCETTI, Annemarie F.; GRANT, Lester D. Prenatal and postnatal effects of low-level lead exposure: Integrated summary of a report to the U.S. congress on

childhood lead poisoning. **Environmental Research**, v. 50, n. 1, p. 11–36, 1 out. 1989. DOI 10.1016/S0013-9351(89)80046-5.

NTOUROU, Vassiliki; KALOGIANNAKIS, Michail; PSYCHARIS, Sarantos. A Study of the Impact of Arduino and Visual Programming In Self-Efficacy, Motivation, Computational Thinking and 5th Grade Students' Perceptions on Electricity. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 17, n. 5, p. em1960, 15 abr. 2021. DOI 10.29333/ejmste/10842.

OGEGBO, Ayodele Abosedo; AINA, Adebunmi Yetunde. Exploring young students' attitude towards coding and its relationship with STEM career interest. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 8, p. 9041–9059, 1 jun. 2024. DOI 10.1007/s10639-023-12133-5.

OKITA, Sandra Y. The relative merits of transparency: Investigating situations that support the use of robotics in developing student learning adaptability across virtual and physical computing platforms. **British Journal of Educational Technology**, United Kingdom, v. 45, n. 5, p. 844–862, 2014. <https://doi.org/10.1111/bjet.12101>.

ORTIZ, Araceli Martinez. **Fifth Grade Students' Understanding of Ratio and Proportion in an Engineering Robotics Program**. 2010. ProQuest LLC, 2010.

PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; BOUTRON, Isabelle; HOFFMANN, Tammy C.; MULROW, Cynthia D.; SHAMSEER, Larissa; TETZLAFF, Jennifer M.; AKL, Elie A.; BRENNAN, Sue E.; CHOU, Roger; GLANVILLE, Julie; GRIMSHAW, Jeremy M.; HRÓBJARTSSON, Asbjörn; LALU, Manoj M.; LI, Tianjing; LODER, Elizabeth W.; MAYO-WILSON, Evan; MCDONALD, Steve; MCGUINNESS, Luke A.; STEWART, Lesley A.; THOMAS, James; TRICCO, Andrea C.; WELCH, Vivian A.; WHITING, Penny; MOHER, David. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, seç. Research Methods & Reporting, p. n71, 29 mar. 2021. DOI 10.1136/bmj.n71.

PANSKYI, Taras; ROWIŃSKA, Zdzisława. A Holistic Digital Game-Based Learning Approach to Out-of-School Primary Programming Education. **Informatics in Education**, v. 20, n. 2, p. 255–276, 5 ago. 2022. DOI 10.15388/infedu.2021.12.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. USA: Basic Books, Inc., 1980.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. 2nd edition. New York, NY: Basic Books, 1993.

PÉREZ-SUAY, Adrián; GARCÍA-BAYONA, Ismael; VAN VAERENBERGH, Steven; PASCUAL-VENTEO, Ana B. Assessing a Didactic Sequence for Computational Thinking Development in Early Education Using Educational Robots. **Education Sciences**, v. 13, n. 7, p. 669, jul. 2023. DOI 10.3390/educsci13070669.

PETERSEN, Kai; VAKKALANKA, Sairam; KUZNIARZ, Ludwik. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1–18, 1 ago. 2015. DOI 10.1016/j.infsof.2015.03.007.

PIAGET, Jean. **Genetic Epistemology**. Columbia University Press, 1970. DOI 10.7312/piag91272.

PICADO-ARCE, Karol; MATARRITA-MUÑOZ, Stefani; NÚÑEZ-SOSA, Olmer; ZÚÑIGA-CÉSPEDES, Magaly. Drivers for the development of computational thinking in Costa Rican students. **Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación**, v. 29, n. 68, p. 85–96, 2021. DOI 10.3916/C68-2021-07.

PODPEČAN, Vid. Can You Dance? A Study of Child–Robot Interaction and Emotional Response Using the NAO Robot. **Multimodal Technologies and Interaction**, v. 7, n. 9, p. 85, set. 2023. DOI 10.3390/mti7090085.

PONOMARIOVIENĖ, Jovita; JAKAVONYTĖ-STASĖKUVIENĖ, Daiva. Developing General and Subject Competences of Primary School Pupils in the Context of Integrated Education: the Case of one Lithuanian School. **Journal of Education Culture and Society**, v. 13, n. 2, p. 659–680, 27 set. 2022. DOI 10.15503/jecs2022.2.659.680.

QU, Jing Ru; FOK, Ping Kwan. Cultivating students’ computational thinking through student–robot interactions in robotics education. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 32, n. 4, p. 1983–2002, 1 set. 2022. DOI 10.1007/s10798-021-09677-3.

RAGUSA, Gisele; LEUNG, Lilian. The Impact of Early Robotics Education on Students’ Understanding of Coding, Robotics Design, and Interest in Computing Careers. **Sensors**, v. 23, n. 23, p. 9335, jan. 2023. DOI 10.3390/s23239335.

RUIZ VICENTE, Francisco; ZAPATERA LLINARES, Alberto; MONTÉS SÁNCHEZ, Nicolás. “Sustainable City”: A Steam Project Using Robotics to Bring the City of the Future to Primary Education Students. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9696, jan. 2020. DOI 10.3390/su12229696.

SAPOUNIDIS, Theodosios; TSELEGKARIDIS, Sokratis; STAMOVLASIS, Dimitrios. Educational robotics and STEM in primary education: a review and a meta-analysis. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 56, n. 4, p. 462–476, 3 jul. 2024. DOI 10.1080/15391523.2022.2160394.

SCARADOZZI, David; CESARETTI, Lorenzo; SCREPANTI, Laura; MANGINA, Eleni. Identification of the Students Learning Process During Education Robotics Activities. **Frontiers in Robotics and AI**, v. 7, 13 mar. 2020. DOI 10.3389/frobt.2020.00021.

SHIPEPE, Annastasia; UWU-KHAEB, Lannie; DE VILLIERS, Carmen; JORMANAINEN, Ilkka; SUTINEN, Erkki. Co-Learning Computational and Design Thinking Using Educational Robotics: A Case of Primary School Learners in Namibia. **Sensors**, v. 22, n. 21, p. 8169, jan. 2022. DOI 10.3390/s22218169.

STANITSAS, Marios; KIRYTOPOULOS, Konstantinos; VAREILLES, Elise. Facilitating sustainability transition through serious games: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 924–936, 20 jan. 2019. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.10.157.

SULISWORO, Dwi; FITRIANAWATI, Meita; CAHYA SUBRATA, Arsyad; SHAFEE KALID, Khairul; WAN AHMAD, Wan Fatimah; SHAHRUL AMAR, Muhammad Shafiq. Designing IoT-based Smart Weather System to Promote Critical Thinking Skills. **TEM Journal**, p. 791–796, 27 maio 2022. DOI 10.18421/TEM112-36.

SULLIVAN, Florence R. Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p. 373–394, 2008. DOI 10.1002/tea.20238.

TOMA, Radu Bogdan. Measuring Acceptance of Block-Based Coding Environments. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 28, n. 1, p. 241–251, 1 mar. 2023. DOI 10.1007/s10758-021-09562-x.

TSALMPOURIS, Georgios; TSINARAKIS, George; GERTSAKIS, Nikolaos; CHATZICHRISTOFIS, Savvas A.; DOITSIDIS, Lefteris. HYDRA: Introducing a Low-Cost Framework for STEM Education Using Open Tools. **Electronics**, v. 10, n. 24, p. 3056, jan. 2021. DOI 10.3390/electronics10243056.

TSELEGKARIDIS, Sokratis; SAPOUNIDIS, Theodosios. A Systematic Literature Review on STEM Research in Early Childhood. **STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education**. Springer, Singapore, 2022. p. 117–134. DOI 10.1007/978-981-19-0568-1_7.

VEGA, Julio; CAÑAS, José M. PyBoKids: An Innovative Python-Based Educational Framework Using Real and Simulated Arduino Robots. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9292/8/8/899>. Acesso em: 18 fev. 2025.

WANG, Xining; YOUNG, Gareth W.; PLECHATÁ, Adéla; MC GUCKIN, Conor; MAKRANSKY, Guido. Utilizing virtual reality to assist social competence education and social support for children from under-represented backgrounds. **Computers & Education**, v. 201, p. 104815, 1 ago. 2023. DOI 10.1016/j.compedu.2023.104815.

WILLIAMS, Douglas C.; MA, Yuxin; FORD, Mary Jane; LAI, Guolin. Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. **ResearchGate**, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234725693_Acquisition_of_Physics_Content_Knowledge_and_Scientific_Inquiry_Skills_in_a_Robotics_Summer_Camp. Acesso em: 7 mar. 2025.

WU, Yi-Chieh; LIAO, Wen-Hung. Analysis of Learning Patterns and Performance—A Case Study of 3-D Modeling Lessons in the K-12 Classrooms. **IEEE Access**, v. 8, p. 186976–186992, 2020. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3029947.

YANG, Siou-Yu; LIN, Yi-Chun; LIN, Yen-Ting. Improving Elementary Students' Computational Thinking Skills through an Educational Robot Intervention: A Quasi-Experimental Study. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, v. 23, n. 9, 5 out. 2024. Disponível em: <https://ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/10974>. Acesso em: 6 fev. 2025.

YU, Xiaotong; SOTO-VARELA, Roberto; GUTIÉRREZ-GARCÍA, María Ángeles. How to learn and teach a foreign language through computational thinking: Suggestions based on a systematic review. **Thinking Skills and Creativity**, v. 52, p. 101517, 1 jun. 2024. DOI 10.1016/j.tsc.2024.101517..

ZIOUZIOS, Dimitris; RAMMOS, Dimitrios; BRATTISIS, Tharrenos; DASYGENIS, Minas. Utilizing Educational Robotics for Environmental Empathy Cultivation in Primary Schools. **Electronics**, v. 10, n. 19, p. 2389, jan. 2021. DOI 10.3390/electronics10192389.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Autor 1 –Elaboração e desenvolvimento do projeto, coleta de dados, análise dos dados, escrita do texto e revisão da versão final do artigo.

Autor 2 – Orientação da pesquisa, participação ativa na elaboração dos instrumentos da pesquisa e análise dos dados, escrita do texto e revisão da versão final do artigo.

Autor 3 –Participação ativa na conceptualização, desenvolvimento metodológico e revisão do texto.

Autor 4 – Participação ativa na conceptualização e desenvolvimento metodológico.

Autor 5 – Participação ativa na análise dos dados e revisão da escrita final.

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 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 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 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.