v7.n6.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO NA EDUCAÇÃO K-12: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF PROGRAMMING IN K-12 EDUCATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA PROGRAMACIÓN EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Antônio Cauê Oliveira Morais[1], Reudismam Rolim de Sousa[2]

e767952
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.7952

PUBLICADO: 06/2026

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA), especialmente em sua modalidade generativa (IAG), tornou-se uma tecnologia disruptiva na sociedade, promovendo mudanças significativas em diferentes áreas e práticas. Uma de suas aplicações está no processo de ensino-aprendizagem de crianças na Educação Básica, com destaque para o ensino de programação. Considerando esse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama do uso da IA nessa perspectiva. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o propósito de responder a três questões de pesquisa principais: "QP_1: Quais são as principais ferramentas de IA utilizadas no ensino, em especial no ensino de programação para crianças, documentadas na literatura recente?"; "QP_2: Quais são os principais benefícios pedagógicos citados pela literatura ao utilizar IA nesse ensino?"; e "QP_3: Quais são os principais desafios enfrentados pelos professores ao aplicar IA na Educação Básica?". Como resultados, identificou-se o uso tanto de ferramentas de propósito geral, como o ChatGPT, quanto de ferramentas específicas, como a Google Teachable Machine (QP_1). Entre os principais benefícios, destacaram-se o suporte automatizado ao ensino e a ampliação dos recursos cognitivos dos estudantes para o desenvolvimento do pensamento de ordem superior (QP_2). No entanto, também foram identificadas limitações relacionadas ao uso ético da tecnologia e aos possíveis impactos cognitivos associados à sua aplicação (QP_3).

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial. Inteligência Artificial Generativa. Crianças. Programação.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI), especially in its generative form (GAI), has become a disruptive technology in society, driving significant changes across various areas and practices. One of its applications is in the teaching-learning process of children in Basic Education, with emphasis on teaching programming. Considering this context, the objective of this work is to present an overview of the use of AI from this perspective. To this end, a Systematic Literature Review (SLR) was carried out, with the purpose of answering three main research questions: "QP1: What are the main AI tools used in teaching, especially in teaching programming to children, documented in recent literature?"; "QP2: What are the main pedagogical benefits cited in the literature when using AI in this teaching?"; and "QP3: What are the main challenges faced by teachers when applying AI in Basic Education?". As a result, the use of both general-purpose tools, such as

[1] Bacharelando do curso Interdisciplinar em Tecnologia da Informação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros-RN Brasil.
[2] Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros-RN.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ChatGPT, and specific tools, such as the Google Teachable Machine (QP1), was identified. Among the main benefits, the automated support for teaching and the expansion of students' cognitive resources to develop higher-order thinking stood out (QP2). However, limitations related to the ethical use of technology and the possible cognitive impacts associated with its application were also identified (QP3).

KEYWORDS: *Artificial Intelligence. Generative Artificial Intelligence. Children. Programming.*

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA), especialmente en su forma generativa (IAG), se ha convertido en una tecnología disruptiva en la sociedad, promoviendo cambios significativos en diferentes áreas y prácticas. Una de sus aplicaciones es en el proceso de enseñanza-aprendizaje de niños en Educación Básica, con énfasis en la enseñanza de la programación. Considerando este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar una visión general del uso de la IA desde esta perspectiva. Para ello, se llevó a cabo una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), con el propósito de responder a tres preguntas de investigación principales: "QP1: ¿Cuáles son las principales herramientas de IA utilizadas en la enseñanza, especialmente en la enseñanza de la programación a niños, documentadas en la literatura reciente?"; "QP2: ¿Cuáles son los principales beneficios pedagógicos citados en la literatura al usar IA en esta enseñanza?"; y "QP3: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los docentes al aplicar IA en Educación Básica?". Como resultado, se identificó el uso de herramientas de propósito general, como ChatGPT, y herramientas específicas, como Google Teachable Machine (QP1). Entre los principales beneficios, destacaron el apoyo automatizado a la enseñanza y la ampliación de los recursos cognitivos de los estudiantes para el desarrollo del pensamiento de orden superior (QP2). Sin embargo, también se identificaron limitaciones relacionadas con el uso ético de la tecnología y los posibles impactos cognitivos asociados a su aplicación (QP3).

PALABRAS CLAVE*: Inteligencia Artificial. Inteligencia Artificial Generativa. Niños. Programación.*

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo e os avanços tecnológicos, percebe-se a adoção de novas metodologias e formas de ensino-aprendizagem. Uma área que vem ganhando destaque é o ensino de programação para crianças. Esse tema torna-se especialmente relevante, pois a literatura demonstra que o contato com a programação contribui para o desenvolvimento do pensamento lógico, da criatividade e da capacidade de resolução de problemas (Cândido; Casillo, 2017). Nesse cenário, a BNCC Computação (Costa Junior; Rivera, 2024) foi um importante marco, estabelecendo que, a partir de 2023, os estados e municípios devem atender ao estabelecido por esse normativo (Guarda; Silveira, 2023, Guarda; Duran, 2024, Santos; Nascimento; Oliveira, 2023).

Por sua vez, a Inteligência Artificial (IA), também aplicada na Educação Básica (K-12), tem se consolidado como uma área emergente, transformando as interações cotidianas da sociedade e das instituições de ensino (Zafari *et al*., 2022). Assim, é importante compreender a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

aplicação da IA no âmbito da Educação Básica, buscando investigar como os educadores podem utilizar essas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem, bem como analisar de que forma elas contribuem para as práticas metodológicas de ensino.

Contudo, os estudos contemporâneos ainda são escassos, devido ao caráter recente dessa tecnologia na Educação Básica. Essa lacuna frequentemente gera inseguranças na prática docente, uma vez que muitos professores não possuem letramento em IA ou desconhecem como integrar essas inovações em sala de aula (Li *et al*., 2025). Além disso, é essencial analisar essas ferramentas sob a perspectiva do aluno. A literatura recente aponta que assistentes baseados em IA apresentam grande potencial para reduzir a sobrecarga e a carga cognitiva de estudantes iniciantes no aprendizado de programação (Choi *et al*., 2025).

A necessidade de orientações claras torna-se ainda mais evidente ao se analisarem os desafios específicos trazidos pela Inteligência Artificial Generativa (IAG). Pesquisas indicam que gestores escolares e professores enfrentam uma dualidade de preocupações: por um lado, há receios que dificultam a adoção, como o medo do plágio, questões de privacidade e a falta de precisão das informações geradas pela IA, o que pode comprometer o ensino (Mason *et al*., 2024; Yue *et al*., 2025). Por outro lado, reconhece-se o risco de um débito tecnológico, isto é, a preocupação de que, ao ignorar a tecnologia, os estudantes não sejam adequadamente preparados para o mercado de trabalho (Mason *et al*., 2024).

Dessa forma, compreender e mitigar essas preocupações docentes é um passo fundamental para transformar a IA de um obstáculo em uma oportunidade no ensino de programação. Diante desse cenário, este trabalho propõe uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o objetivo de mapear e analisar as ferramentas, os benefícios pedagógicos e os desafios do uso da IA no ensino de programação na Educação Básica.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa e exploratória-descritiva, com foco na análise comparativa da literatura documentada (Gil, 2002). Para alcançar os objetivos propostos, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que permite consolidar o conhecimento existente e identificar lacunas do uso da IA na Educação Básica, mais especificamente no ensino de programação infanto-juvenil.

A revisão seguiu as diretrizes metodológicas adaptadas propostas por Kitchenham (2004), buscando responder às seguintes Questões de Pesquisa (QP):

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

QP1*: Quais são as principais ferramentas de IA utilizadas no ensino, em especial, de programação para crianças, documentadas na literatura recente?*

QP2*: Quais são os principais benefícios pedagógicos citados pela literatura ao usar IA nesse ensino?*

QP3*: Quais são os principais desafios enfrentados pelos professores ao aplicar IA na Educação Básica?*

Para a definição da estratégia de busca, utilizou-se a estruturação de termos-chave, baseando-se no modelo de Intervenção, População e Saída, gerando uma lista de sinônimos cruzada com operadores booleanos (AND/OR). O Quadro 1 apresenta os descritores selecionados.

Quadro 1. Intervenção, população, saída e lista de sinônimos

Características	Valor	Lista de sinônimos (Inglês)
Intervenção	Inteligência Artificial	"*artificial intelligence*", "*generative programming*"
População	Educação Básica / Crianças	"*children*", "*primary education*", "K-12"
Saídas (Outcomes)	Ferramentas, Desafios, Oportunidades	"*tools*", "*challenge**", "*opportunit**"

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir do Quadro 1, a string de busca final empregada nas bases de dados científicas foi: ("*children*" OR "*primary education*" OR K-12) AND ("*artificial intelligence*" OR "*generative programming*") AND (*tools* OR *challenge* OR *opportunit**).

As buscas primárias foram realizadas em três bases de dados de grande impacto na área de computação e educação: Portal de Periódicos CAPES, ScienceDirect e IEEE Xplore. Para a etapa de triagem e seleção de trabalhos relevantes, foram adotados Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE) consolidados no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI 1: Artigos científicos (periódicos e anais de conferências) em inglês ou português.	CE 1: Trabalhos não correlatos ao eixo pedagógico (ex.: IA pura para controle industrial).
CI 2: Publicados nos últimos 5 anos	CE 2: Artigos duplicados entre as

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
(2020 a 2026), devido à rápida evolução da temática.	diferentes bases pesquisadas.
CI 3: Textos completos (full-text) acessíveis para leitura em plataformas acadêmicas.	CE 3: Formatos de pesquisa terciária, capítulos avulsos de livros comerciais ou artigos retidos exclusivamente na modalidade abstract-only.
CI 4: Abordagem explícita sobre a aplicação de IA na Educação Básica (K-12).	

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

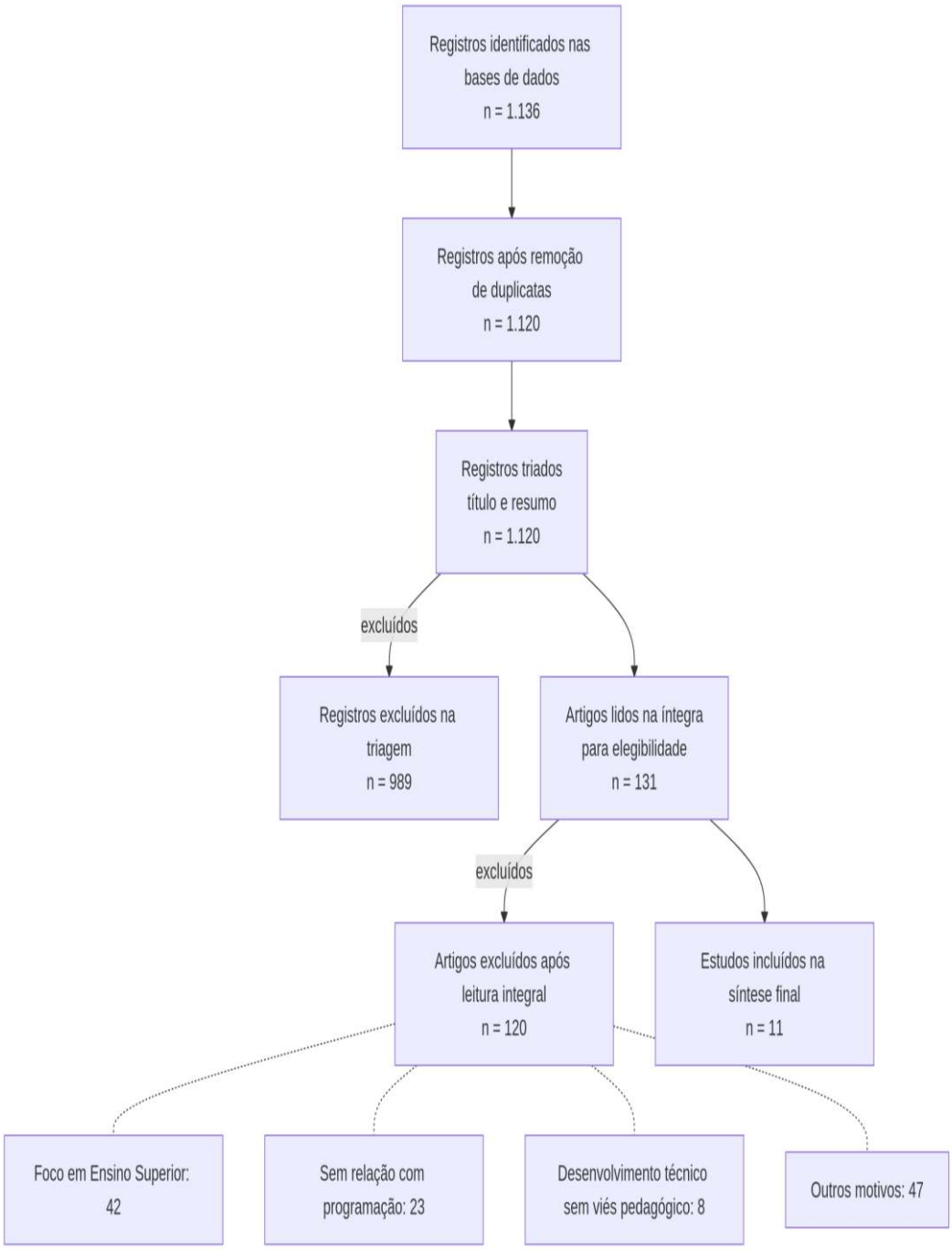
A aplicação direta da string nas bases retornou um conjunto original de 1.136 artigos. Após a aplicação de filtros automáticos, exclusão de cópias e submissão aos rigores do Quadro 2 através da leitura de títulos, resumos e textos na íntegra, a amostra final consolidou-se em 11 estudos primários selecionados para fundamentação analítica.

O processo de seleção seguiu o fluxo PRISMA, com o registro das exclusões em cada etapa: duplicatas removidas, triagem por título e resumo e leitura integral dos artigos remanescentes. A extração dos dados foi conduzida por meio de leitura completa dos 11 artigos, categorizando-se as informações conforme as três questões de pesquisa. Para cada estudo, foram registrados: (i) ferramentas de IA mencionadas; (ii) benefícios pedagógicos identificados; e (iii) desafios e limitações relatados. A análise foi qualitativa, baseada na identificação de padrões e divergências entre os estudos.

Conforme ilustrado no fluxograma PRISMA (Figura 1), a busca inicial nas bases CAPES, ScienceDirect e IEEE Xplore resultou em 1.136 registros. Após remoção de duplicatas, 1.120 artigos foram submetidos à triagem por título e resumo, na qual 989 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Os 131 artigos remanescentes foram lidos na íntegra, resultando na exclusão de 120 trabalhos (42 por foco em Ensino Superior, 23 por ausência de relação com programação, 8 por desenvolvimento estritamente técnico sem viés pedagógico, e 47 por outros motivos de desalinhamento com os objetivos da pesquisa). Ao final, 11 estudos foram considerados elegíveis para a síntese qualitativa.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Fluxograma PRISMA da seleção dos estudos



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.1. Limitações da Revisão

Esta RSL apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A busca foi restrita a três bases de dados (CAPES, ScienceDirect e IEEE Xplore) e a artigos em inglês e português, podendo excluir contribuições publicadas em outros idiomas ou indexadas em outras bases. Os critérios de inclusão e exclusão, embora rigorosos, reduziram a amostra para 11 estudos, o que limita a generalização dos achados. Além disso, não foi realizada metanálise quantitativa nem avaliação formal da qualidade metodológica dos estudos primários por meio de instrumentos padronizados.

3. SÍNTESE DOS ESTUDOS SELECIONADOS

A análise dos estudos primários revela que a integração da IA na Educação Básica (K-12) transcende a mera adoção de novas tecnologias, configurando-se como um fenômeno multidimensional. Para uma compreensão aprofundada desse cenário, os trabalhos foram sintetizados e agrupados em quatro eixos temáticos estruturantes: ferramentas e plataformas para criação, avaliação e currículo, formação e percepções docentes, e efeitos cognitivos e engajamento.

3.1. Ferramentas e plataformas para criação com IA

A literatura demonstra um esforço contínuo para transpor a barreira do consumo passivo de tecnologia, posicionando os estudantes como criadores ativos. Nesse sentido, Toivonen *et al*. (2020) evidenciam a viabilidade técnica e pedagógica do uso de plataformas visuais baseadas em aprendizado de máquina, como a Google Teachable Machine, para introduzir conceitos complexos de forma intuitiva. Expandindo essa premissa, Pope *et al*. (2025) argumentam que a verdadeira apropriação tecnológica ocorre quando há a possibilidade de implantação (*deployment*) prática das soluções criadas. A plataforma GenAI Teachable Machine, analisada pelos autores, atua como uma ponte entre a experimentação lúdica e a Engenharia de Software, superando o isolamento de ferramentas tradicionais restritas ao treinamento de modelos. Além do desenvolvimento de software, a interação colaborativa e a tangibilidade ganham destaque no estudo de Lai *et al*. (2025). Por meio da ferramenta Corobolab, os autores demonstram que a integração síncrona entre programação e hardware robótico não apenas concretiza conceitos abstratos de IA, mas também fomenta a construção conjunta do conhecimento e a divisão eficiente de tarefas em equipe, superando as limitações de sistemas projetados exclusivamente para o uso individual.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.2. Avaliação e currículo de IA para crianças

Para que a inserção da IA seja pedagogicamente sustentável, os estudos apontam a urgência de currículos adequados às faixas etárias e de instrumentos de avaliação precisos. Yan (2024) alerta para os riscos da formalização precoce (adultização) e da superficialidade ao introduzir a IA na educação infantil. O autor defende um *framework* conceitual que priorize a consciência tecnológica, noções básicas de lógica de causa e efeito e a ética social, respeitando as fases de desenvolvimento cognitivo das crianças. No entanto, o avanço curricular exige métricas para comprovar sua eficácia. Miao e Zhang (2025) destacam a escassez de avaliações rigorosas que ultrapassem o jargão técnico excessivo ou a simplificação extrema. Ao desenvolverem o instrumento de testagem *AILt-EA*, os autores reforçam que a mensuração da literacia em IA deve contemplar, simultaneamente, a compreensão conceitual, o funcionamento tecnológico e a dimensão ética, garantindo que as intervenções educacionais resultem em aprendizagem real e fundamentada.

3.3. Formação docente e percepções sobre IA

A adoção da IA na Educação Básica perpassa diretamente a preparação e as crenças dos educadores e gestores. Li *et al*. (2025) demonstram que a integração da tecnologia esbarra em desafios pedagógicos e limitações no letramento digital dos professores, evidenciando a necessidade do fortalecimento de seus conhecimentos tecnológicos e pedagógicos do conteúdo (TPACK). Na etapa de formação inicial, Wu (2025) constata que, embora futuros docentes apresentem atitudes positivas em relação à IA associando-a a melhores perspectivas de empregabilidade, eles ainda carecem de profundidade conceitual, o que reforça a urgência de currículos de letramento em IA mais robustos nas universidades.

Essa tensão entre a aceitação e o receio também é visível entre os professores em atuação. Yue *et al*. (2025) identificam uma dualidade de preocupações: os docentes reconhecem o potencial da IA para a personalização do ensino, mas possuem fortes ressalvas quanto à privacidade, à precisão das respostas e, sobretudo, ao impacto sobre o senso crítico e a agência dos estudantes. Em uma perspectiva sistêmica, Mason *et al*. (2024) revelam que os líderes escolares vivenciam um forte dilema entre o risco de "naufragar" (adotar a tecnologia sem salvaguardas éticas e de segurança) e o risco de "perder a onda" (privar os alunos de habilidades essenciais para o futuro do mercado de trabalho), indicando que a implementação da IA exige o estabelecimento de políticas institucionais equilibradas, superando abordagens puramente proibitivas.

3.4. Efeitos cognitivos e engajamento com IA

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O impacto da IA sobre a arquitetura cognitiva dos estudantes constitui um eixo central para a eficácia do ensino. Choi *et al*. (2025) evidenciam empiricamente que o uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), como o Microsoft Copilot, atua como um suporte adaptativo capaz de reduzir significativamente a carga e o esforço mental de aprendizes iniciantes em programação. Essa mitigação da carga cognitiva extrínseca permite que os alunos redirecionem seus recursos mentais para processos de ordem superior e resolução de problemas, resultando em um aumento considerável de sua autoeficácia. Complementarmente, Zafari *et al*. (2022) demonstram, por meio de sua revisão, que os Sistemas Tutores Inteligentes (ITSs) têm um impacto transformador, especialmente nas disciplinas STEM (como a Matemática). A ação conjunta dessas tecnologias automatiza o suporte de forma adaptativa, não apenas aliviando a sobrecarga de informações, mas criando um ambiente de aprendizagem de alto engajamento, fundamental para a assimilação de estruturas lógicas complexas.

4. FERRAMENTAS DE IA PARA O ENSINO DE CRIANÇAS

Nesta seção, busca-se responder à primeira questão de pesquisa levantada no estudo, referente às principais ferramentas de IA utilizadas no ensino de programação para crianças e documentadas na literatura recente.

As ferramentas identificadas foram diversas, abrangendo desde recursos mais amplamente difundidos, como o ChatGPT (Yue *et al*., 2025) e o Microsoft Copilot (Choi *et al*., 2025), até ferramentas aplicadas a contextos mais específicos, como a Google Teachable Machine (Toivonen *et al*., 2020).

Quanto às ferramentas, Li *et al*. (2025), em sua RSL, apontaram o uso de ITSs, *chatbots* de IA generativa e simulações virtuais de estudantes para promover engajamento, aprendizagem personalizada e *feedback* adaptativo. Entre os ITSs mencionados estão ALEKS, MATHia e a plataforma Khan Academy. Também foram identificadas outras ferramentas e abordagens, como *Professional Development* (PD), *Expectation and Misconception Tailoring* (EMT) e um sistema de estudante virtual orientado por IA baseado em uma versão avançada do modelo *Generative Pre-trained Transformer* (GPT).

Os autores também destacaram o estudante virtual Jiwoo como recurso para auxiliar professores de Matemática em formação inicial, além do *chatbot* IBM Watson. Entre todas as ferramentas analisadas, o ChatGPT emergiu como um elemento central nas pesquisas em Educação Matemática, sendo a ferramenta mais frequentemente discutida. Nesse sentido, o ChatGPT foi considerado tanto um LLM quanto uma ferramenta educacional de IA, enquanto os

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ITSs também se mostraram relevantes pelo potencial de contribuir para o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo (CK) e do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Já Pope *et al*. (2025) apresentaram a GenAI Teachable Machine, uma plataforma ampliada baseada na Google Teachable Machine. Outras ferramentas também foram mencionadas, como o Scratch e o MIT App Inventor, utilizados para integrar modelos de aprendizado de máquina por meio de extensões. Além disso, foram citadas a plataforma Cognimates, voltada à educação em IA, e o TensorFlow.js, tecnologia subjacente empregada para executar modelos diretamente no navegador.

Miao e Zhang (2025) concentram-se especificamente em uma ferramenta de avaliação (*assessment tool*), o AILt-EA (*Artificial Intelligence Literacy Test for Early Adolescents*), um teste desenvolvido e validado pelos autores para medir a literacia em IA. Outras ferramentas também foram referenciadas no contexto do ensino, ainda que sem detalhamento aprofundado, especialmente aquelas alinhadas às diretrizes AI4K12, organizadas em torno das *Five Big Ideas*.

Zafari *et al*. (2022) apresentam diferentes abordagens tecnológicas associadas à IA na educação, incluindo aprendizado de máquina, Redes Neurais Artificiais (RNA), *Deep Learning* (DL), *Random Forest*, *Support Vector Machine*, processamento de linguagem natural, robótica e ITSs.

Wu (2025), no contexto chinês, destaca que ferramentas de IAG e aplicativos amplamente presentes no cotidiano, como o ChatGPT, TikTok, WeChat e iFlytek Input, estão fortemente integrados à vida dos professores, funcionando como porta de entrada para a alfabetização em IA. Embora o estudo não se concentre em ferramentas específicas para o ensino de crianças, ele discute *frameworks* curriculares que utilizam esses recursos para desenvolver o módulo de habilidades para o uso da IA.

Na área da robótica, em Lai *et al*. (2025), a ferramenta central apresentada foi o Corobolab. As tecnologias utilizadas incluem diferentes recursos de software e hardware. No campo do software, destacam-se o framework Electron, a programação em blocos com Blockly e a linguagem Python. No campo do hardware, foram empregados o Raspberry Pi 4 Model B para o processamento de IA, o microcontrolador STM32 para o controle dos motores, além de sensores magnéticos e câmeras. Os autores também mencionam outras ferramentas de forma mais geral, como *kits* baseados em Arduino e simuladores *on-line*.

Yan (2024) explora ferramentas voltadas à Educação Infantil (*preschool*), com foco em recursos adequados ao desenvolvimento das crianças pequenas. Entre essas ferramentas, destacam-se os brinquedos inteligentes (*smart toys*), compostos por robôs e dispositivos interativos capazes de responder à voz ou a gestos; plataformas de programação visual, com

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

softwares simplificados semelhantes ao ScratchJr, adaptados para crianças em fase de pré-leitura; e livros ilustrados com IA, desenvolvidos como materiais interativos para introduzir conceitos básicos de tecnologia e IA.

5. BENEFÍCIOS DO USO DE IA PARA CRIANÇAS

Nesta seção, aborda-se a segunda questão de pesquisa, referente aos principais benefícios pedagógicos apontados pela literatura no uso da IA no ensino.

No que se refere aos benefícios, Li *et al*. (2025) destacam que a IA pode atuar como suporte (*scaffolding*) na construção de provas e no aprimoramento da compreensão conceitual entre futuros educadores. Os ITSs podem fortalecer a *expertise* docente, contribuindo para a melhoria da instrução em sala de aula por meio do desenvolvimento profissional orientado por IA. Além disso, a IA tem sido utilizada para ampliar a capacidade dos professores de identificar equívocos conceituais dos estudantes e oferecer intervenções pedagógicas mais direcionadas.

Choi *et al*. (2025) sugerem que a integração de LLMs, como o Microsoft Copilot, na educação em programação pode reduzir de forma eficaz as demandas cognitivas de jovens aprendizes, permitindo que eles direcionem mais recursos cognitivos para o pensamento de ordem superior e para a resolução criativa de problemas. As reduções substanciais observadas tanto na dimensão da carga mental quanto na do esforço mental evidenciam o potencial dos ambientes de aprendizagem assistidos por IA para criar pontos de entrada mais acessíveis para programadores iniciantes, especialmente no ensino fundamental.

Algumas observações do estudo revelaram que o Copilot ofereceu suporte mais robusto para a programação baseada em texto, uma vez que ainda apresentou dificuldades para interpretar corretamente entradas visuais. Embora alguns modelos mais avançados tenham demonstrado maior precisão, muitos deles estão disponíveis apenas em versões pagas, o que representa uma limitação para sua adoção em contextos educacionais.

Pope *et al*. (2025) elencam um conjunto de benefícios relacionados ao emprego da IA no contexto educacional. Entre eles, destaca-se o empoderamento criativo (*Creative AI Education*), que permite às crianças não apenas consumir tecnologia, mas também criar aplicações para o mundo real, como aplicativos de classificação de resíduos e assistentes de voz. Outro benefício é a abstração técnica, uma vez que a IA reduz a barreira da programação complexa e dos conhecimentos matemáticos mais avançados, direcionando a atenção para o fluxo de trabalho do aprendizado de máquina, envolvendo coleta de dados, treinamento e teste. Além disso, o estudo aponta o aumento do engajamento, especialmente quando são utilizados recursos de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

computação física, como o BBC micro:bit, e aplicativos móveis, que tornam o aprendizado mais concreto e significativo.

Miao e Zhang (2025) identificam como benefício da IA a preparação para o futuro, ao considerar a literacia em IA uma competência essencial para que os estudantes possam atuar de forma crítica na era digital. Os autores também destacam o desenvolvimento do pensamento crítico e ético, uma vez que o instrumento de avaliação contempla dimensões como “como a IA deve ser usada”, incentivando a reflexão sobre seus impactos sociais. Outro benefício apontado é a ampliação da compreensão conceitual, ao focalizar o entendimento de questões como o que é IA, o que a IA pode fazer e como a IA funciona, traduzindo conceitos técnicos em uma linguagem mais acessível aos estudantes.

Já Mason *et al*. (2024) adotam uma abordagem indireta, centrada na gestão e na liderança escolar. Embora o artigo não apresente benefícios específicos para o ensino de programação, ele identifica oportunidades gerais percebidas pelos líderes escolares, que podem impactar o ambiente pedagógico. Entre elas, destaca-se o uso da IA como parceira de pensamento (*thinking partner*), funcionando como tutora ou como ferramenta de apoio para *brainstorming* dos estudantes. Os autores também ressaltam a importância da alfabetização em IA para preparar os alunos para o futuro mercado de trabalho, bem como o aumento da eficiência institucional, por meio da redução da carga de tarefas repetitivas atribuídas a professores e gestores.

Por sua vez, Zafari *et al*. (2022) apontam como benefícios da IA a automação de tarefas administrativas, a elaboração de horários, a personalização da aprendizagem, a realização de processos avaliativos de forma mais rápida e precisa e a facilitação de atividades rotineiras. Dessa forma, os estudantes podem usufruir de trajetórias de aprendizagem mais adequadas às suas necessidades, além de suporte suplementar com o auxílio da AIEd (*Artificial Intelligence in Education*). Além disso, a AIEd auxilia professores e instituições a monitorar, em tempo real, o processo de aprendizagem dos estudantes e a apoiá-los quando necessário. A IA também tem contribuído para a melhoria da eficiência em tarefas administrativas, como a avaliação do desempenho discente e o fornecimento de *feedback* sobre atividades. Para os autores, portanto, a IA proporciona inúmeros benefícios para a educação em STEM, desde o planejamento de conceitos até a avaliação da compreensão desses conteúdos pelos estudantes.

De outro modo, Toivonen *et al*. (2020) demonstraram que a Google Teachable Machine é adequada para o ensino de princípios de aprendizado de máquina, inclusive para crianças mais novas do ensino fundamental.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Em seu estudo sobre a IAG, Yue *et al*. (2025) mostram que essa tecnologia oferece inovações pedagógicas promissoras, como *feedback* em tempo real, interações personalizadas e materiais de aprendizagem adaptativos, capazes de aprimorar os resultados educacionais. No entanto, os autores também alertam para alguns riscos, como o comprometimento da agência e do senso de autoria dos estudantes sobre seus próprios processos de aprendizagem. Diante desse cenário, os professores precisam lidar não apenas com os desafios já conhecidos das tecnologias educacionais tradicionais, mas também com as novas complexidades da IAG, a fim de aplicá-la de maneira eficiente no ambiente escolar.

Em seu estudo sobre literacia em IA, Wu (2025) aponta que a principal vantagem dessa competência é a preparação do cidadão para a era inteligente. O autor destaca que a alfabetização em IA favorece a aprendizagem individualizada e a otimização dos processos de ensino por meio de ferramentas inteligentes. Além disso, a familiaridade com essas tecnologias, especialmente com a IAG, pode impulsionar a inovação na criação de recursos educacionais multimodais, contribuindo para a melhoria da qualidade geral da Educação Básica.

Lai *et al*. (2025) apresentam como benefícios do uso da IA a promoção da aprendizagem colaborativa, ao favorecer a construção conjunta do conhecimento (*co-construction*) e o desenvolvimento de habilidades sociais. Outro benefício identificado é a divisão mais eficiente de tarefas, permitindo que estudantes com diferentes inclinações, como aqueles mais voltados à lógica ou ao hardware, contribuam para um objetivo comum. Os autores também destacam a concretização de conceitos, uma vez que a interação física com o robô ajuda a desmistificar a IA, evidenciando a relação direta entre código, dados e ação física.

Yan (2024) destaca como benefícios do uso da IA o desenvolvimento cognitivo precoce, ao estimular a lógica, a curiosidade e a consciência inovadora desde os primeiros anos de vida. O estudo também ressalta a adaptação social, pois a familiarização com a tecnologia desde cedo pode reduzir o medo e evitar um uso meramente passivo desses recursos. Além disso, a IA contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional, introduzindo conceitos básicos de causa e efeito e de sequenciamento por meio de atividades lúdicas.

6. DESAFIOS DO USO DE IA PARA CRIANÇAS

Nesta seção, busca-se responder à terceira questão de pesquisa, referente aos principais desafios enfrentados pelos professores ao aplicar IA na Educação Básica.

No contexto da formação de professores, Li *et al*. (2025) apontam que a integração da IA na formação de docentes de Matemática da Educação K-12 apresenta uma série de desafios, afetando tanto a adoção de ferramentas de IA quanto a eficácia dos métodos instrucionais

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

orientados por essa tecnologia. Esses desafios podem ser categorizados em barreiras pedagógicas, limitações tecnológicas, lacunas na formação docente, preocupações éticas e impactos cognitivos. Um dos obstáculos mais evidentes é a dificuldade de transição do ensino tradicional para práticas pedagógicas apoiadas por IA, em grande parte devido à insuficiência de programas de formação e de cursos de conscientização. De forma semelhante, observam-se barreiras relacionadas ao conhecimento tecnológico-pedagógico limitado (*Technological Pedagogical Content Knowledge* – TPACK), atitudes negativas em relação à IA, além de fatores externos, como restrições políticas, recursos limitados e falta de apoio da comunidade escolar. O papel da IA na educação matemática também suscita questionamentos sobre sua eficácia no desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior.

As preocupações relacionadas às implicações éticas da IA e à segurança dos dados permanecem como desafios significativos para os educadores. Os autores destacam que a literatura relata receios dos professores quanto aos riscos potenciais da IA, incluindo o aumento das desigualdades educacionais e as vulnerabilidades associadas à proteção de dados.

Da mesma forma, a literatura indica que, embora níveis mais elevados de letramento em IA e maior confiança incentivem sua adoção entre professores de Matemática, esses fatores também podem levar à dependência excessiva da tecnologia, reduzindo potencialmente habilidades críticas do século XXI, como autoconfiança, resolução de problemas, criatividade e colaboração.

A questão do acesso equitativo aos recursos de IA também foi destacada, uma vez que a escassez de recursos e a ausência de apoio institucional para a implementação dessas tecnologias tendem a agravar as disparidades educacionais já existentes.

Em seu estudo sobre o Microsoft Copilot, Choi *et al*. (2025) apontaram que essa ferramenta apresentou suporte limitado para tarefas de programação baseadas em imagens, o que pode ter influenciado o engajamento dos estudantes e os resultados obtidos em atividades fundamentadas em programação por blocos.

Pope *et al*. (2025) apresentam como dificuldades principais a complexidade do *deployment*, uma vez que, antes da plataforma proposta no estudo, era muito difícil para crianças e professores transferirem os modelos treinados para fora do ambiente de treinamento e utilizá-los em aplicativos reais ou em hardware. Outro desafio refere-se ao caráter de “caixa preta” da IA, isto é, a dificuldade de ensinar como a tecnologia funciona sem recorrer a conceitos matemáticos avançados ou, ao contrário, tratá-la apenas como um recurso mágico. Os autores também destacam limitações de hardware, relacionadas à necessidade de dispositivos capazes

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

de treinar e executar modelos, problema que foi parcialmente resolvido com o uso de processamento via navegador e dispositivos móveis.

Miao e Zhang (2025) apontam como principal limitação a lacuna na avaliação, destacando a ausência de instrumentos validados para medir se os estudantes realmente estão aprendendo os conceitos de IA. Sem testes confiáveis, os professores têm dificuldade para verificar a eficácia de suas práticas pedagógicas. Outro desafio está relacionado à adequação etária, isto é, à elaboração de itens de avaliação que sejam compreensíveis para adolescentes do ensino básico, evitando o uso excessivo de jargões técnicos da ciência da computação. Além disso, os autores ressaltam a dificuldade de validação de conteúdo, especialmente no que se refere à definição precisa do que constitui a literacia em IA para essa faixa etária.

No contexto das lideranças escolares, Mason *et al*. (2024) apontam diferentes desafios relacionados à adoção da IA. Embora o foco do estudo esteja nas percepções dos gestores, seus receios acabam moldando os desafios enfrentados pelos professores, que frequentemente ficam limitados pelas políticas institucionais estabelecidas. O principal desafio está associado ao *framework* de risco empreendedor. De um lado, há o risco de "naufragar" (*Sinking the Boat*), representado pelo medo de adotar a IA e, com isso, violar leis de privacidade, permitir plágio ou expor estudantes a vieses e alucinações da tecnologia. Esse receio pode levar à criação de bloqueios e proibições que dificultam sua aplicação pedagógica. De outro lado, existe o risco de "perder a onda" (*Missing the Boat*), isto é, o desafio de evitar a obsolescência institucional e conseguir integrar a IA de forma segura para não comprometer a competitividade futura dos estudantes.

Zafari *et al*. (2022) apresentam desafios associados ao uso da IA ao destacarem que essa tecnologia não é capaz de substituir os professores, uma vez que a educação continua sendo uma atividade centrada no ser humano, e não apenas na tecnologia. Ainda assim, a IA deixou de ser considerada somente uma ferramenta auxiliar e passou a integrar processos de aprendizagem mais profundos, sendo reconhecida como parte importante do comportamento de aprendizagem. Esse cenário exige um equilíbrio entre a valorização da mediação humana e a incorporação adequada da tecnologia no ambiente educacional.

Para Toivonen *et al*. (2020), um desafio importante consiste em garantir que os estudantes disponham de tempo e de recursos suficientes para coletar conjuntos de dados de treinamento amplos e diversificados, de modo que os modelos produzidos apresentem resultados mais consistentes.

Já Yue *et al*. (2025) destacam como desafios as ameaças à privacidade, os riscos de plágio, a precisão e a confiabilidade das respostas geradas pela IAG, além das preocupações

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

relacionadas à influência dessa tecnologia sobre os processos cognitivos dos estudantes. Entre essas preocupações, os autores mencionam a possibilidade de a IAG comprometer o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

No contexto dos professores, Wu (2025) aponta que os docentes enfrentam desafios significativos relacionados à ética em IA, destacando preocupações com plágio, privacidade de dados e a necessidade de utilizar a tecnologia sem violar limites morais. O artigo também enfatiza a ambiguidade conceitual e a ausência de currículos bem definidos, o que deixa os professores inseguros quanto ao que exatamente devem ensinar e à forma como essa competência deve ser avaliada entre os estudantes.

No contexto da robótica, Lai *et al*. (2025) identificam diferentes desafios. Um deles é a dependência de infraestrutura, uma vez que problemas de rede e falhas de hardware podem interromper as aulas e gerar frustração nos estudantes. Outro desafio refere-se à curva de aprendizagem, pois a utilização da ferramenta exige treinamento prévio tanto para professores quanto para alunos. Além disso, a manutenção dos equipamentos representa um obstáculo, já que a gestão de múltiplos kits físicos em sala de aula demanda suporte técnico contínuo.

No contexto da introdução da IA para crianças, Yan (2024) destaca algumas dificuldades centrais. A primeira é a tendência à formalização, ou adultização, caracterizada pela tentativa de ensinar IA de maneira excessivamente acadêmica ou técnica para crianças pequenas, o que pode comprometer seu interesse. A segunda é a tendência à superficialidade, situação em que a IA é apresentada apenas como entretenimento ou como algo “mágico”, sem valor educacional real ou explicação conceitual. Por fim, o autor ressalta a falta de um currículo unificado, evidenciada pela ausência de padrões claros sobre o que deve ser ensinado e como esse ensino deve ocorrer nessa faixa etária.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi apresentada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso da IA no ensino-aprendizagem de crianças, com ênfase no ensino de programação. A RSL buscou responder a três questões principais: “QP1: Quais são as principais ferramentas de IA utilizadas no ensino, em especial no ensino de programação para crianças, documentadas na literatura recente?”; “QP2: Quais são os principais benefícios pedagógicos citados pela literatura ao utilizar IA nesse ensino?”; e “QP3: Quais são os principais desafios enfrentados pelos professores ao aplicar IA na Educação Básica?”. Foram identificados estudos sob diferentes perspectivas, como o uso da IA por líderes educacionais, professores, em contextos de robótica e no próprio ensino-aprendizagem de IA. No que se refere às ferramentas empregadas, foram

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

encontrados diversos tipos, desde recursos mais tradicionais, como o ChatGPT, até ferramentas desenvolvidas para finalidades específicas. Entre os principais benefícios do uso da IA, destacaram-se o apoio em atividades repetitivas e o empoderamento criativo dos estudantes. Por outro lado, algumas preocupações recorrentes envolveram a dependência excessiva da tecnologia e as questões relacionadas ao uso ético. Como trabalhos futuros, pretende-se explorar o uso da IA em contextos específicos identificados ao longo da pesquisa, como a aplicação em linguagens de programação em blocos e em ambientes de robótica.

DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE IA

Os autores declaram ter utilizado ferramentas de inteligência artificial, incluindo o Gemini e o ChatGPT, exclusivamente como apoio à revisão gramatical, ao aprimoramento da coesão textual e à adequação das transições entre parágrafos deste manuscrito. Todas as sugestões geradas foram analisadas, revisadas e aprovadas pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos grupos LIS — Laboratório de Inovações em Software — e LISA — Laboratório de Inovações em Software e Automação — pelo apoio a este trabalho, bem como à UFERSA — Universidade Federal Rural do Semiárido — pelo financiamento, por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG), através dos Editais PROPPG nº 25/2025, nº 26/2025, nº 27/2025 e nº 34/2025.

REFERÊNCIAS

CÂNDIDO, Pedro L. de O.; CASILLO, Leonardo A. **A importância do ensino da programação nas escolas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/items/75c8ea37-7acf-4bab-9e77-898c0434ec29. Acesso em: 27 mar. 2026.

CHOI, Wan Chong; PENG, Jun; CHOI, Iek Chong; LEI, Huey; LAM, Lai Chu; CHANG, Chi In. Improving young learners with Copilot: the influence of large language models (LLMs) on cognitive load and self-efficacy in K-12 programming education. *In*: International Conference on Artificial Intelligence and Education, 5., 2025. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2025. p. 284–288. DOI: 10.1109/ICAIE64856.2025.11158328. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11158328. Acesso em: 5 abr. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

COSTA JUNIOR, Almir de Oliveira; RIVERA, José Anglada. BNCC Computação: O que os acadêmicos de licenciatura precisam saber sobre o Pensamento Computacional?. In: Workshop Sobre Educação em Computação, 32., 2024, Brasília/DF. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 878-891. ISSN 2595-6175. DOI: https://doi.org/10.5753/wei.2024.2327. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/29684. Acesso em: 05 abr. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=X4uvAAAACAAJ. Acesso em: 05 jun. 2026.

GUARDA, Graziela Ferreira; SILVEIRA, Ismar Frango. Desafios e caminhos para a implementação da BNCC Computação no Ensino Médio. In: Workshop de Informática na Escola, 29., 2023, Passo Fundo/RS. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 798-809. DOI: https://doi.org/10.5753/wie.2023.232658. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/26362. Acesso em: 05 abr. 2026.

GUARDA, Graziela Ferreira; DURAN, Rodrigo Silva. BNCC computação na educação infantil: entendimento, dificuldades e perspectivas dos docentes da rede pública de ensino. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 154–164, 2024. DOI: 10.22456/1679-1916.141541. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/141541. Acesso em: 5 abr. 2026.

KITCHENHAM, Barbara. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele: Keele University, 2004. (Technical Report TR/SE-0401). Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf. Acesso em: 5 abr. 2026.

LAI, Haibin; PENG, Peng; LV, Yuhui; CAI, Peiwei; MA, Qiongxiong; ZHANG, Zhun. The development of a collaborative learning tool for AI education: Corobolab. *In*: International Conference on Educational and Information Technology, 14., 2025. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2025. p. 96–100. DOI: 10.1109/ICEIT64364.2025.10975991. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10975991. Acesso em: 5 abr. 2026.

LI, Dantong; OSMAN, Sharifah; ALHASSORA, Najua Syuhada Ahmad; AMANTHA KUMAR, Jeya; KARTINI SAID HUSAIN, Sharifah. Empowering K-12 mathematics teachers with artificial intelligence: a systematic review of insights, applications, and challenges. **IEEE Access**, v. 13, 2025, p. 117198–117209. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3585784. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11071268. Acesso em: 5 abr. 2026.

MASON, Sharon; BORASI, Raffaella; MILLER, David; VAUGHAN-BROGAN, Patricia; HAN, Yu Jung; DEANGELIS, Karen. Avoiding ‘sinking the boat’ while not ‘missing the boat’: K-12 leaders' early-on perspectives of AI risks and benefits and their implications for developers. *In*: IEEE Frontiers in Education Conference, 2024. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2024. p. 1–6. DOI: 10.1109/FIE61694.2024.10892969. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10892969. Acesso em: 5 abr. 2026.

MIAO, Chuyi; ZHANG, Shuhan. Artificial intelligence literacy test for early adolescents: design principles, content validation, and pilot testing. In: International Conference on Artificial Intelligence and Education, 5., 2025. **Anais** *[...]*. [S.l.]: IEEE, 2025. p. 807-811. DOI: 10.1109/ICAIE64856.2025.11158179. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11158179. Acesso em: 21 abr. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

POPE, Nicolas; KAHILA, Juho; VARTIAINEN, Henriikka; TEDRE, Matti. Children's AI design platform for making and deploying ML-driven apps: design, testing, and development. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 18, 2025, p. 130–144. DOI: 10.1109/TLT.2025.3529994. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10842355. Acesso em: 5 abr. 2026.

SANTOS, Ana Cláudia Guimarães; NASCIMENTO, Isabelle Melo do; OLIVEIRA, Wilk. Da BNCC à BNCC Computação: Histórico, Afinidades e Desafios na Implementação de um Currículo Único. In: Propostas de Painéis - Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP), 3., 2023, Evento Online. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 52-53. ISSN 3086-0741. DOI: https://doi.org/10.5753/educomp_estendido.2023.229134. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp_estendido/article/view/24156. Acesso em: 05 abr. 2026.

TOIVONEN, Tapani; JORMANAINEN, Ilkka; KAHILA, Juho; TEDRE, Matti; VALTONEN, Teemu; VARTIAINEN, Henriikka. Co-designing machine learning apps in K–12 with primary school children. *In*: International Conference on Advanced Learning Technologies, 20., 2020. **Anais** [...]. [S.l.]: IEEE, 2020. p. 308–310. DOI: 10.1109/ICALT49669.2020.00099. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9156030. Acesso em: 5 abr. 2026.

WU, Binbin. Exploring the impact of artificial intelligence literacy on the relationship between pre-service teachers' attitudes toward AI and employability. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIG DATA ENGINEERING AND EDUCATION (BDEE), 5., 2025. **Anais** *[...]* [S.l.]: IEEE, 2025. p. 225–231. DOI: 10.1109/BDEE67464.2025.00044. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11270082. Acesso em: 21 abr. 2026.

YAN, Ling. Formative education of artificial intelligence for preschool children: challenges and methods. **IET Conference Proceedings**, v. 2024, n. 26, 2025, p. 280–285. DOI: 10.1049/icp.2025.0038. Disponível em: https://digital-library.theiet.org/doi/abs/10.1049/icp.2025.0038. Acesso em: 5 abr. 2026.

YUE, Miao; JONG, Morris Siu-Yung; CHEN, Yuting; JIANG, Michael Yi-Chao. Obstacles or opportunities: teachers' concerns about adopting generative AI in learning and teaching. *In*: International Conference on Advanced Learning Technologies, 2025. **Anais** [...]. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2025. p. 268–270. DOI: 10.1109/ICALT64023.2025.00084. Disponível em: https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICALT64023.2025.00084. Acesso em: 5 abr. 2026.

ZAFARI, Mostafa; BAZARGANI, Jalal Safari; SADEGHI-NIARAKI, Abolghasem; CHOI, Soo-Mi. Artificial intelligence applications in K-12 education: a systematic literature review. **IEEE Access**, v. 10, 2022, p. 61905–61921. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3179356. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9785805. Acesso em: 5 abr. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.