

Pensamento Computacional: Métodos, Ferramentas, e suas relações com o desenvolvimento de Habilidades do Século XXI no Ensino Fundamental: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Computational Thinking: Methods, Tools, and their Relationships with the Development of 21st Century Skills in Elementary Education: A Systematic Mapping of the Literature

Pensamiento Computacional: métodos, herramientas y sus relaciones con el desarrollo de habilidades del siglo XXI en la educación primaria: un mapeo sistemático de la literatura

Albert Rodrigues de Souza Catojo
PPGI/UNIRIO
ORCID: [0000-0002-7277-8693](https://orcid.org/0000-0002-7277-8693)
albert.catojo@edu.unirio.br

Sean Wolfgang Matsui Siqueira
PPGI/UNIRIO
ORCID: [0000-0002-0864-2396](https://orcid.org/0000-0002-0864-2396)
sean@uniriotec.br

Maria Augusta Silveira Netto Nunes
PPGI/UNIRIO
ORCID: [0000-0002-9061-6495](https://orcid.org/0000-0002-9061-6495)
gutanunes@gmail.com

Resumo

Contexto: O avanço das tecnologias digitais exige novas habilidades para a vida em sociedade, sobretudo no ambiente escolar. Nesse contexto, o Pensamento Computacional (PC) é reconhecido como fundamental para promover criatividade, raciocínio lógico, resolução de problemas e colaboração. **Objetivo:** Apresentar um mapeamento sistemático da literatura que sirva como base de consulta para professores e pesquisadores, evidenciando como o PC tem sido aplicado no Ensino Fundamental e sua relação com o desenvolvimento das habilidades do século XXI. **Metodologia:** Adotou-se o método de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) de Petersen et al. (2008), segundo Scannavino et al. (2017) e Silva et al. (2018), com etapas de definição de questões de pesquisa, strings de busca, critérios de inclusão/exclusão e avaliação de qualidade. Foram identificados 484 estudos em bases nacionais e internacionais, dos quais 88 foram selecionados como mais relevantes. **Resultados:** Observou-se que ferramentas como Scratch, robótica educacional, jogos, narrativas e tecnologias imersivas desenvolvem habilidades como abstração, raciocínio lógico, pensamento crítico e colaboração, alinhando-se às Competências Gerais 2 e 5 da BNCC. **Conclusão:** Deste modo, o estudo demonstra que o PC potencializa o aprendizado significativo e contribui para a implementação das habilidades previstas pela BNCC, ao mesmo tempo em que evidencia desafios relacionados à formação docente e avaliação.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Cultura Digital; Aprendizagem Ativa; Competências Transversais.

Abstract

Context: The advancement of digital technologies demands new skills for life in society, especially in the school environment. In this context, Computational Thinking (CT) is recognized as fundamental for promoting creativity, logical reasoning, problem-solving, and collaboration. **Objective:** To present a systematic literature mapping that serves as a reference basis for teachers and researchers, highlighting how CT has been applied in elementary education and its relationship with the development of 21st-century skills. **Methodology:** The Systematic Literature Mapping (SLM) method by Petersen et al. (2008) was adopted, following Scannavino et al. (2017) and Silva et al.

Cite as: Catojo, A. R. S., Siqueira, S. W. M., & Nunes, M. A. S. N. (2026). Pensamento Computacional: Métodos, Ferramentas, e suas relações com o desenvolvimento de Habilidades do Século XXI no Ensino Fundamental: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. Revista Brasileira de Informática na Educação, vol. 34, pp. 669-691. <https://doi.org/10.5753/rbie.2026.5520>

(2018), with steps for defining research questions, search strings, inclusion/exclusion criteria, and quality assessment. A total of 484 studies were identified in national and international databases, of which 88 were selected as the most relevant. **Results:** It was observed that tools such as Scratch, educational robotics, games, narratives, and immersive technologies develop skills such as abstraction, logical reasoning, critical thinking, and collaboration, aligning with General Competencies 2 and 5 of the BNCC. **Conclusion:** Thus, the study demonstrates that PC enhances meaningful learning and contributes to the implementation of the skills outlined by the BNCC, while also highlighting challenges related to teacher training and assessment.

Keywords: Computational Thinking; Digital Culture; Active Learning; Cross-functional Skills.

Resumen

Antecedentes: El avance de las tecnologías digitales exige nuevas habilidades para la vida en sociedad, especialmente en el entorno escolar. En este contexto, el Pensamiento Computacional (PC) se reconoce como fundamental para promover la creatividad, el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la colaboración.

Objetivo: Presentar un mapeo sistemático de la literatura que sirva como base de referencia para docentes e investigadores, destacando cómo se ha aplicado el PC en la educación primaria y su relación con el desarrollo de las habilidades del siglo XXI. **Metodología:** Se adoptó el método de Mapeo Sistemático de la Literatura (SLM) de Petersen et al. (2008), siguiendo a Scannavino et al. (2017) y Silva et al. (2018), con pasos para definir preguntas de investigación, cadenas de búsqueda, criterios de inclusión/exclusión y evaluación de calidad. Se identificaron un total de 484 estudios en bases de datos nacionales e internacionales, de los cuales 88 fueron seleccionados como los más relevantes. **Resultados:** Se observó que herramientas como Scratch, la robótica educativa, los juegos, las narrativas y las tecnologías inmersivas desarrollan habilidades como la abstracción, el razonamiento lógico, el pensamiento crítico y la colaboración, en consonancia con las Competencias Generales 2 y 5 de la BNCC. **Conclusión:** Por lo tanto, el estudio demuestra que el pensamiento computacional potencia el aprendizaje significativo y contribuye a la implementación de las habilidades descritas por la BNCC, a la vez que destaca los desafíos relacionados con la formación y la evaluación docente.

Palabras clave: Pensamiento computacional; Cultura digital; Aprendizaje activo; Habilidades multifuncionales.

1 Introdução

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) informa que as decisões pedagógicas devem focar no desenvolvimento de competências, indicando de forma clara o que os alunos devem saber e o que devem saber fazer. O reconhecimento das competências fortalece as ações de maneira que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC (BNCC, 2022).

É importante destacar a distinção entre competências e habilidades, frequentemente confundidas na literatura sobre Pensamento Computacional. De acordo com a BNCC, competência consiste na mobilização integrada de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para enfrentar situações complexas da vida cotidiana, do exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Já as habilidades são capacidades específicas de aplicar conhecimentos em contextos determinados, refere-se ao “saber fazer”, ou seja, as habilidades são componentes das competências, e não sinônimos (BNCC, 2022).

Nesse sentido, elementos como abstração, decomposição, algoritmos, depuração, iteração e generalização devem ser compreendidos como habilidades cognitivas do Pensamento Computacional, que, quando articuladas a outros saberes, contribuem para o desenvolvimento de competências mais amplas, como as Competências Gerais 2 (investigar, refletir, resolver problemas) e 5 (uso crítico e criativo de tecnologias digitais) da BNCC (BNCC, 2022).

Deste modo, o PC configura-se não apenas como um conteúdo técnico, mas como uma abordagem transversal capaz de contribuir para a formação integral do estudante, dialogando com os objetivos formativos previstos na BNCC para o Ensino Fundamental (BNCC, 2022).

O uso de conceitos, métodos e ferramentas computacionais transformará a própria conduta de cada disciplina, profissão e setor. Alguém com a capacidade de usar a computação de forma eficaz terá uma vantagem sobre alguém sem ela. É uma grande oportunidade para a comunidade da ciência da computação ensinar às gerações futuras como os cientistas da computação pensam, por isso o “Pensamento Computacional” é necessário (Wing, 2016).

Grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais, por isso a necessidade de desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional (CEB, 2019). É necessário que se garanta aos jovens o desenvolvimento de competências para que possam viver em uma sociedade que se modifica com frequência, é necessário preparar a juventude para novas profissões, para o uso de novas tecnologias e para resolução de problemas (WEF, 2025a), nesse ínterim a relevância do Pensamento Computacional (PC) é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2022), que estabelece como diretriz o desenvolvimento de competências relacionadas à cultura digital, pensamento crítico, resolução de problemas e argumentação. Entre as dez Competências Gerais previstas no documento, destacam-se aquelas que envolvem o uso crítico e ético das tecnologias digitais, a capacidade de investigar, analisar informações e propor soluções criativas para desafios complexos, dimensões diretamente alinhadas às chamadas Habilidades do Século XXI.

A literatura sobre ensino de Pensamento Computacional (PC) frequentemente organiza as abordagens pedagógicas em categorias que facilitam a compreensão das práticas educacionais. Uma distinção recorrente é entre atividades *unplugged* e *plugged* (Bell et al., 2009; Grover & Pea, 2013). As abordagens unplugged desenvolvem conceitos computacionais por meio de atividades sem uso de dispositivos digitais, como jogos analógicos e resolução de problemas, sendo especialmente adequadas aos anos iniciais da educação básica por reduzirem barreiras tecnológicas e enfatizarem habilidades cognitivas fundamentais.

Já as abordagens *plugged* envolvem o uso de ferramentas digitais e incluem ambientes de programação visual baseados em blocos, estratégias de *game-based learning* e introduções graduais a linguagens textuais (Brennan & Resnick, 2012; Shute et al., 2017). Essa diversidade metodológica reforça que o desenvolvimento do PC não se limita ao ensino de programação, podendo ser promovido por múltiplas estratégias pedagógicas adaptadas ao contexto educacional e aos objetivos de aprendizagem (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013).

Nesse contexto, o problema que se apresenta neste artigo é a falta de trabalhos que organizem como se relacionam as habilidades desenvolvidas pelo PC com os métodos e ferramentas utilizados, pois na maioria dos trabalhos as informações estão dispersas, observa-se a relevância da aplicação do PC, mas está desassociado de como isso tem sido aplicado em sala de aula e de como as ferramentas e métodos podem ajudar a desenvolver essas habilidades.

A importância deste mapeamento reside na questão do rápido desenvolvimento de tecnologias que já fazem diversas funções que antes só poderiam ser exercidas por humanos, com isso os conhecimentos básicos já não são suficientes para o pleno desenvolvimento no século XXI, as escolas devem acompanhar esse desenvolvimento, o que ainda não ocorre (Kennedy, 2022).

Além do conhecimento computacional são demandadas outras habilidades, tais como: criatividade e inovação, pensamento crítico e resolução de problemas, comunicação e colaboração, alfabetização informacional e alfabetização digital. Deste modo, as habilidades do Século XXI vão além do tradicional “conhecimento computacional”. São habilidades de pensamento que incluem reflexões sobre como a Computação afeta os processos sociais, alguns autores descrevem as habilidades do século XXI como habilidades desejadas por aqueles que desejam um pleno desenvolvimento econômico e profissional em uma sociedade saudável (Seehorn et al., 2011, Piniuta, 2019, Kennedy, 2022, WEF, 2025b).

Romero (2017) define as habilidades do século XXI como um conjunto integrado de habilidades cognitivas (como pensamento crítico, criatividade e pensamento computacional), interpessoais (colaboração e comunicação) e intrapessoais (autonomia, autorregulação e responsabilidade ética), essenciais para aprender, trabalhar e viver em uma sociedade digital. Essa concepção dialoga com os quatro pilares da UNESCO — aprender a conhecer, a fazer, a conviver e a ser — ao articular o desenvolvimento integral do indivíduo em contextos de constante transformação. De forma alinhada a BNCC incorpora a Computação como meio para desenvolver essas habilidades, ao promover a resolução de problemas complexos, o trabalho colaborativo, a ética no uso da tecnologia e a cidadania digital, preparando o estudante para atuar de maneira crítica e criativa no século XXI (UNESCO 2015, BNCC 2022).

Dessa forma, apresenta-se como objetivo entender de que maneira o PC tem sido apresentado e/ou aplicado no Ensino Fundamental, para isso será realizado um mapeamento sistemático da literatura, buscando apresentar suas relações no desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para viver em sociedade no século XXI, e assim, relacionando as habilidades desenvolvidas com os métodos e ferramentas utilizados.

O artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 apresentam-se os trabalhos relacionados; na Seção 3 apresenta-se a metodologia utilizada; na Seção 4 apresentam-se os resultados obtidos; na Seção 5 os resultados são discutidos na Seção 6 mostram-se as ameaças à validade; e por fim, as conclusões são apresentadas na Seção 7.

2 Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos anteriores investigaram o Pensamento Computacional (PC) e seu papel no desenvolvimento de habilidades no ambiente educacional, ainda que sob diferentes perspectivas. A seleção apresentada nesta seção não buscou exaustividade, mas representatividade em cinco dimensões: conceitual, humanista, instrumental, tecnológica e de síntese crítica. O objetivo é mostrar como essas abordagens se complementam e evidenciam lacunas que justificam o presente estudo.

Iversen et al. (2018) introduzem a noção de empoderamento computacional, ampliando o foco do PC para além da resolução técnica de problemas e incluindo engajamento criativo, crítico e inclusão digital.

George-Reyes et al. (2021), por sua vez, discutem a integração entre PC e alfabetização digital, propondo um modelo conceitual que evidencia a interdependência dessas duas dimensões. Esses trabalhos foram escolhidos por alinhamento direto ao Ensino Fundamental e à formação cidadã, aspectos centrais neste artigo.

No Ensino Superior, Oliveira et al. (2022) apresentam um framework que, embora destinado a cursos introdutórios de programação, oferece princípios aplicáveis ao Ensino Fundamental, como a integração entre PC, criatividade e pensamento crítico.

Já Aragão et al. (2023) exploram tecnologias emergentes como Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e gamificação, destacando o potencial inovador dessas ferramentas, mas também apontando lacunas quanto à colaboração.

Complementarmente, Cruz et al. (2024) sintetizam evidências de que o PC promove habilidades de colaboração, comunicação, inovação e pensamento crítico, a partir de uma revisão sistemática.

Para ampliar o escopo, foram também incorporados trabalhos internacionais recentes:

Shute et al. (2017) mostram como a robótica educacional favorece tanto o raciocínio lógico quanto o cotidiano dos alunos.

Grover e Pea (2018) realizam uma revisão crítica sobre o conceito de PC, defendendo sua integração curricular transversal.

Mais recentemente, Moreno-León et al. (2024) investigam o impacto de atividades de programação no desenvolvimento de PC e na alfabetização em Inteligência Artificial em escolas espanholas, apontando a necessidade de currículos híbridos que combinem as duas dimensões.

Lacunas identificadas conforme a Tabela 1:

- Integração plena entre PC, alfabetização digital e inovação tecnológica;
- Maior exploração conjunta de RV, RA e colaboração no ensino de PC;
- Estratégias longitudinais (do Ensino Fundamental ao Ensino Superior) que mostram a progressão do PC na formação do estudante;
- Tradução das evidências (ex. Cruz et al.) em práticas pedagógicas concretas.

Tabela 1: Comparativo de trabalhos relacionados.

Autor(es) e Ano	Nível de Ensino	Foco Principal	Abordagem / Metodologia	Contribuições Principais	Dimensão Analítica
Iversen et al. (2018)	Fundamental	Empoderamento computacional; engajamento crítico e criativo	Design Participativo	Centraliza o ser humano, promove inclusão digital e protagonismo	Humanista
George-Reyes et al. (2021)	Fundamental	Integração PC + alfabetização digital	Proposta conceitual	Modelo de entrelaçamento entre letramento digital e PC	Conceitual
Oliveira et al. (2022)	Superior	Framework para ensino de programação aliado a habilidades do séc. XXI	Desenvolvimento de framework	Suporte a professores; integração entre programação, criatividade e pensamento crítico	Instrumental
Aragão et al. (2023)	Básico	Uso de RV, RA e gamificação no ensino de PC	Mapeamento sistemático	Potencial de inovação, mas lacuna na colaboração	Tecnológica
Cruz et al. (2024)	Diferentes níveis	Impacto do PC em habilidades do séc. XXI	Revisão Sistemática	Evidências positivas em colaboração, comunicação, criatividade e inovação	Síntese Crítica
Shute et al. (2017)	Fundamental	Robótica educacional e PC	Experimento com robôs	Desenvolve raciocínio lógico e cotidiano	Tecnológica
Grover; Pea (2018)	K-12	Revisão crítica do conceito de PC	Revisão de literatura	Defendem integração curricular transversal do PC	Conceitual
Moreno-León et al. (2024)	Fundamental	Programação e alfabetização em IA	Estudo empírico	Mostra necessidade de currículos híbridos (PC + IA)	Humanista

Fonte: autores.

Complementarmente, este artigo faz um levantamento dos resultados de pesquisas recentes que investigam o Pensamento Computacional como ferramenta para desenvolver Habilidades do Século XXI, resumindo os resultados das intervenções, mostrando as relações entre o desenvolvimento dessa habilidade e melhorias em diferentes disciplinas e habilidades sociais. Também mapeia as tecnologias usadas, com o intuito de servir como base de consulta para professores e pesquisadores que desejam incluir o Pensamento Computacional no currículo para desenvolver habilidades.

3 Metodologia

Este artigo é caracterizado pelo uso do método de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) proposto por Petersen et al. (2008) segundo a visão de [Scannavino et al., 2017 e Silva et al., 2018]. Este método é caracterizado por etapas pré-definidas, tais como: (1) definição das questões de pesquisa; (2) identificação dos estudos por meio da escolha das palavras-chave e montagem da *string* de busca; (3) seleção dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos primários, selecionando os estudos relevantes; (4) seguido pela avaliação da qualidade desses estudos; e (5) síntese dos resultados e discussão. Para este mapeamento foi utilizada a plataforma Parsifal.

3.1 Questões de Pesquisa

Este mapeamento buscou responder à seguinte Questão de Pesquisa Primária (QPP): “Como aplicar o Pensamento Computacional aos alunos do Ensino Fundamental para o desenvolvimento de competências do Século XXI?”. Com o objetivo de aprofundar a pesquisa, foram consideradas duas Questões de Pesquisa Secundária (QPS) para a extração de dados para responder a essas questões.

QPS1: Quais habilidades cognitivas associadas ao Pensamento Computacional têm sido trabalhadas no Ensino Fundamental e como elas contribuem para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC?

QPS2: Quais métodos ou ferramentas têm sido utilizadas no PC no Ensino Fundamental?

3.2 Identificação dos estudos

O mapeamento foi conduzido nas bases de dados internacionais como ACM Digital Library, Scopus, IEEE Xplore, Springer Link e Science@Direct, além das bases brasileiras Renote, CEIE, Scielo, Educapes e SOL (SBC) que apresentaram alguns estudos sobre o tema.

3.2.1 Termos utilizados nas buscas

Com a utilização da ferramenta Parsifal foram definidos os termos de pesquisa segundo a estratégia PICOC proposta por Peticrew e Roberts (2006), (População, Intervenção, Comparação, Resultado/Outcome e Contexto), dados estes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: População, intervenção, resultado.

PIO	Tema (Pensamento Computacional e Habilidades do Século XXI)	Sinônimos
População	Ensino Fundamental	<i>Elementary School, k12, Middle School</i>
Intervenção	Pensamento Computacional	<i>Computational Thinking</i>
Resultado	Desenvolvimento de habilidades	<i>skill improvement, 21st Century Skills</i>

Fonte: autores.

- **Population (P):** Estágios iniciais do processo de desenvolvimento cognitivo.
- **Intervention (I):** Uso do PC no processo de desenvolvimento de habilidades.
- **Comparison (C):** Não se aplica, pois, o objetivo não é fazer uma comparação entre tecnologias, mas somente relacioná-las com as habilidades e competências desenvolvidas.
- **Outcome (O):** Melhorias das habilidades através de métodos e ferramentas que utilizam o PC.

- **Context (C):** Não se aplica, pois, como não há comparação, não é necessário determinar um contexto.

Para cada elemento da estratégia, também foram considerados palavras-chave e termos em inglês utilizados nas buscas e seus termos em português e inglês respectivamente: *Pensamento Computacional, Ensino Fundamental, K12, Habilidades do Século XXI, melhoria de habilidades / Computational Thinking, Elementary School, Middle School, K12, 21st Century Skills, skill improvement*.

Assim, foi gerada a seguinte string de busca executada em inglês e português:

TITLE-ABS-KEY ("computational thinking") AND ("elementary school") OR ("k12") OR ("Middle School") AND ("21st Century Skills") OR ("Skill improvement")

As buscas foram construídas com operadores booleanos OR, AND utilizando o filtro TITLE-ABS-KEY, uma vez que as bases retornavam um número muito alto de estudos (mais de 22436) que não eram da área de Ciência da Computação em decorrência dos termos relacionados ao Ensino Fundamental.

3.3 Critérios de Seleção

O processo de seleção de publicações foi composto por três etapas, chamadas filtros. No primeiro filtro foi realizada a leitura somente do título e do *abstract* relacionadas ao tema, aplicando os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) listados na (Tabela 3). No segundo filtro, foi realizada a leitura completa das publicações selecionadas no primeiro filtro, no terceiro filtro foram aplicadas seis questões de qualidade (Tabela 4) sendo submetidos aos mesmos critérios de inclusão e exclusão. Nesta última etapa, para que as seis questões fossem respondidas, foi necessária a leitura completa dos artigos. As Questões de Qualidade (QQ) são apresentadas na Tabela 4 com as opções de resposta e sua pontuação para cada pergunta. A Pontuação de Avaliação de Qualidade é resultado da soma da pontuação de cada pergunta, sendo a Pontuação Máxima (6,0) que o estudo poderia alcançar após essa soma e uma Pontuação de Corte (3,0) na qual o artigo que ficou com pontuação menor ou igual a ela, foi rejeitada (etapa gerenciada pelo Parsifal).

Tabela 3: Critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE).

ID	Critério de inclusão (CI)
CI1	Esteja acessível via <i>web</i>
CI2	Estudos publicados no idioma Português, Inglês e Espanhol
CI3	Estudos de mesma matéria e autor, será considerado o mais recente
#	Critérios de exclusão (CE)
CE1	Estudos que não contemplem a temática do Pensamento Computacional e tecnologias baseadas na ciência da computação aplicadas no Ensino Fundamental.
CE2	Estudos duplicados
CE3	Documentos que se enquadram na categoria de manuais e relatórios, livros, capítulos de livros, resumos e editoriais.

Fonte: autores.

Tabela 4: Questões de qualidade, opções de resposta e pontuação.

Questões de qualidade	Opções de resposta	Relevância das questões
QQ1: O artigo detalha no <i>abstract</i> contexto, objetivo, método, resultado e conclusão?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	Aferir a organização do estudo
QQ2: Existem menções nos artigos ao uso do Pensamento Computacional?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	Relevância do assunto para o estudo
QQ3: O assunto "Habilidades do Século XXI" é abordado?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	As Habilidades do Século XXI são essenciais para uma vida próspera atualmente.
QQ4: O assunto raciocínio lógico é abordado?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	O raciocínio lógico tem sido frequentemente citado como uma das habilidades essenciais para o Século XXI
QQ5: O artigo menciona o uso do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	Importância da aplicação nos anos iniciais de Ensino.
QQ6: O uso do Pensamento Computacional é claramente descrito?	SIM (1,0) PARCIALMENTE (0,5) NÃO (0,0)	Devido a ser um método relativamente novo, é importante que esteja descrito de maneira clara para melhorar o entendimento de alunos e professores que tenham o primeiro contato.

Fonte: autores.

Para cada etapa foi utilizada a plataforma Parsifal que permite a avaliação desse processo por pares de pesquisadores, assim minimizando as chances da eliminação ou seleção de estudos que não contemplem os CI e CE.

Assim reduzindo para um total de 88 estudos, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Detalhamento do processo de seleção dos estudos.

Bases	Estudos primários	Excluídos no Primeiro Filtro	Excluídos no Segundo Filtro	Excluídos no Terceiro Filtro	Estudos Selecionados
ACM	114	22	24	14	54
IEEE	54	13	15	20	6
SCOPUS	80	20	22	28	10
Science Direct	47	13	15	14	5
Springer <i>Link</i>	102	37	24	36	5
CEIE	80	24	32	21	3
Educapes	0	0	0	0	0
Scielo	0	0	0	0	0
SOL (SBC)	4	0	0	0	4
Renote	3	0	1	1	1
Subtotal	484	129	133	134	88

Fonte: autores.

4 Resultados

Os 88 estudos selecionados estão disponíveis em uma planilha com acesso pelo link seguinte:

https://zenodo.org/uploads/17136469?token=eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9.eyJpZCI6IjUxNGRkNmFhLTgwNDctNDhhMS04MDU3LTgwZjU0MjFmOTk5MCI6ImRhGEiOnt9LCJyYW5kb20iOiIiwNTdkYTI5YTkwNTE5NjAxMzM4NWFiYTRhOTA4YTFiYSJ9.Xz0vzGMbf52hfgsDM1m mcdQD5m3Xmy4flUrzkV3HiyVbPc3xaSjC_yKFhRfG4hhK11_96EFu5sGeJ-ebdI9eWw

Neste link é possível visualizar a referência completa do estudo e um código de identificação, acrescido de um valor numérico, utilizado como referência, o que facilita o entendimento dos resultados obtidos. A seguir, as análises realizadas para responder às questões de pesquisa secundárias apresentadas anteriormente, já que a questão primária de pesquisa será respondida no tópico de Discussão. O estudo foi realizado entre dezembro de 2024 e março de 2025. Na planilha, é possível visualizar a referência completa do estudo e um código de identificação, acrescido de um valor numérico, que será utilizado como código de identificação dos artigos relevantes.

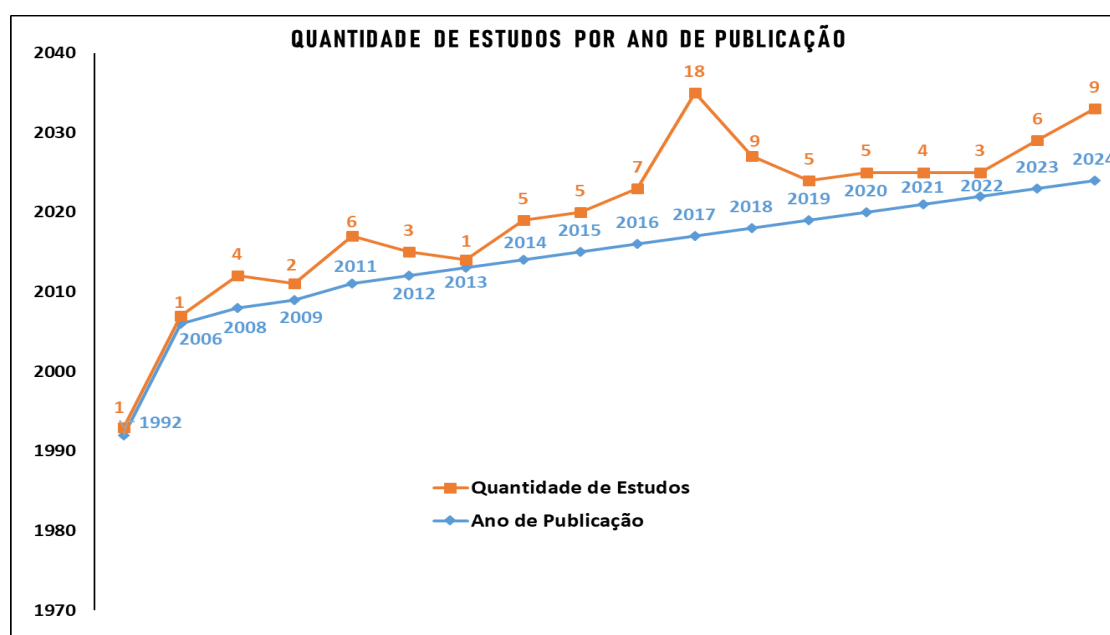


Gráfico 1: Número de estudos por ano de publicação. Fonte: autores.

É notável o aumento significativo na quantidade de estudos sobre Pensamento Computacional a partir de 2011, com um pico em 2017. Essa tendência sugere um crescente interesse no tema, acompanhando a crescente relevância do Pensamento Computacional na educação. O ano de 2017 se destaca com o maior número de publicações (18), indicando um possível ponto de inflexão no interesse pelo tema, já que segundo o que o White House Blog mostra, em 2016 há uma iniciativa do governo Obama chamada CSforAll (*Computer Science for All*), com o objetivo de que todos os estudantes do jardim de infância até o ensino médio aprendam ciência da computação, além disso, A ACM (*Association for Computing Machinery*) e a CSTA (*Computer Science Teachers Association*) reconhecem formalmente o lançamento da CSforAll, para fortalecer o ensino de Ciência da Computação. No mesmo ano foi lançado o documento K–

12 Computer Science Framework (2016): documento desenvolvido por uma coalizão de organizações (como a CSTA e Code.org), que trouxe diretrizes curriculares claras para a educação em Ciência da Computação da pré-escola ao fim do ensino médio. Esse framework definiu conceitos centrais, práticas e objetivos de aprendizagem, servindo como referência para estados e distritos escolares elaborarem seus currículos. Sendo assim, é importante observar que a data de publicação não reflete necessariamente o período em que a pesquisa foi conduzida.

O eixo temporal do gráfico inclui anos futuros (até 2040) devido à configuração automática da ferramenta de visualização utilizada. No entanto, os dados analisados concentram-se exclusivamente no período efetivamente coberto pela busca (1992–2024).

Outro fator a ser considerado é a visão de uma das maiores autoras sobre o assunto, Wing revisitou o tema em 2016 após 10 anos de seu primeiro artigo sobre o tema e demonstra algumas diferenças.

Tabela 6: Wing 2006 x Wing 2016.

	2006	2016
Definição inicial	Wing apresenta o Pensamento Computacional como uma habilidade fundamental, comparável a ler, escrever e fazer contas.	Wing reconhece a evolução do debate e amplia sua definição. O PC passa a ser entendido não só como resolução de problemas, mas também como uma maneira de pensar e compreender o mundo.
Enfoque	O PC era visto como o uso de conceitos da Ciência da Computação para resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano.	abordagem interdisciplinar que atravessa todas as áreas do conhecimento.
Ênfase em habilidades	Decomposição de problemas, Reconhecimento de padrões, Abstração, Algoritmos.	Ela passa a enfatizar também o impacto social e humano, destacando que o PC deve considerar criatividade, ética e colaboração (Habilidades do Século XXI).
Visão estratégica	Wing argumentava que o PC deveria ser ensinado a todas as pessoas, não apenas a cientistas da computação.	Em 2016, Wing colocou o PC em diálogo com Big Data, Inteligência Artificial e Computação Ubíqua, mostrando que PC é um eixo central para entender a sociedade digital.
Objetivo	Provocar a comunidade acadêmica e educacional a adotar a ideia de que PC é tão essencial quanto a alfabetização tradicional.	Visão abrangente de como o conceito amadureceu e ganhou múltiplas dimensões.

Fonte: autores.

A análise da quantidade de estudos por ano permite identificar tendências e o desenvolvimento do interesse em um determinado campo de pesquisa. O aumento no número de publicações sobre Pensamento Computacional indica a crescente importância do tema na educação e a necessidade de mais pesquisas para aprofundar o conhecimento e as práticas pedagógicas relacionadas a essa área.

Abaixo seguem as questões de pesquisa:

QPS1: Quais habilidades cognitivas associadas ao Pensamento Computacional têm sido trabalhadas no Ensino Fundamental e como elas contribuem para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC?

Os autores dos estudos [E30, E57, E86, E87] destacam o desenvolvimento das habilidades de Abstração, Pensamento algorítmico e Resolução de Problemas, já o estudo [E79] destaca a habilidade de depuração que é essencial para identificar e corrigir erros em sistemas e processos. Essa habilidade é essencial para garantir a qualidade e a confiabilidade em ambientes complexos como o desenvolvimento de software.

Os estudos [E79 e E83] destacam o desenvolvimento da criatividade por meio de atividades que abordam Scratch, robótica, jogos e inteligência artificial.

Os estudos [E79 e E82] destacam que o PC exige que os alunos comuniquem suas soluções, ideias e raciocínio lógico de forma eficaz, desenvolvendo as habilidades de resolução de problemas, delineamento de processos, abstração e pensamento algorítmico.

Os autores do estudo [E01] analisaram as habilidades de leitura de alunos de comunidades indígenas amazônicas, por meio de técnicas biométricas, linguísticas e psicológicas, a fim de viabilizar ações corretivas, fortalecer políticas de inclusão educacional e identificar talentos.

Os autores do estudo [E02] analisaram o uso da computação para resolução de tarefas de maneira colaborativa, nessas tarefas, espera-se que o aluno trabalhe com um ou mais membros da equipe para resolver um problema, enquanto os membros da equipe devem representar diferentes papéis, atitudes e níveis de competência, a fim de variar a situação colaborativa de resolução de problemas com a qual o aluno se depara.

Os autores do estudo [E12] citam que as interfaces de programação visual como as ferramentas Alice, Scratch e Stagecast Creator se destinam a criar contos animados de histórias e atividades relacionadas a criação de jogos, o uso desses ambientes possibilita que os alunos pratiquem o Pensamento Computacional, por exemplo: a decomposição de problemas, abstração, análise de dados e representação, pensamento algorítmico e paralelização.

Os autores do estudo [E18] mostram o desenvolvimento de um currículo onde são desenvolvidos práticas, habilidades e conceitos do Pensamento Computacional como abstração, automação, colaboração, criatividade e construção da colaboração. Já os autores do estudo [E32] citam que habilidades de resolução de problemas e Raciocínio Lógico foram demonstradas como associadas ao aprendizado da ciência da computação. As pesquisas nessas disciplinas relacionadas podem ajudar nas práticas em ciência da computação. Até o momento, existem poucas pesquisas sobre as relações entre as habilidades cognitivas e a ciência da computação, especialmente no nível elementar.

Abstração, Pensamento Algorítmico e Resolução de Problemas – identificados em E30, E57, E86 e E87, permitem que os estudantes representem problemas complexos de forma simplificada, elaborem soluções passo a passo e aprimorem estratégias por meio de iteração e depuração. Essas habilidades se articulam diretamente à Competência Geral 2 da BNCC (investigação, reflexão, análise crítica e resolução de problemas) e à Competência Geral 5 (uso criativo e crítico de tecnologias digitais).

Criatividade e Inovação – destacadas em E79 e E83, quando associadas a práticas como programação criativa, jogos digitais e exploração de contextos reais (natureza, inteligência artificial), fortalecem a capacidade de propor soluções originais. Relacionam-se à Competência Geral 1 (conhecimento), ao estimular a construção de saberes em diferentes áreas, e também à Competência Geral 5, pelo uso inovador de tecnologias digitais.

Colaboração, Comunicação e Trabalho em Equipe – presentes em E01 e E32, ao promover atividades que exigem troca de ideias, coautoria de projetos e aprendizado em conjunto, reforçam a dimensão social do PC. Conectam-se à Competência Geral 4 (comunicação) e à Competência Geral 9 (empatia e cooperação), favorecendo práticas de protagonismo estudantil.

Leitura, Escrita e Alfabetização Digital – enfatizadas em E02, E12 e E18, mostram como o PC pode apoiar o desenvolvimento da linguagem, da interpretação de textos e da alfabetização digital desde os primeiros anos. Essas habilidades dialogam com a Competência Geral 7 (argumentação), ao fortalecer a clareza na construção e interpretação de ideias, e com a Competência Geral 3 (repertório cultural), por ampliar o acesso a múltiplas linguagens. Abaixo segue Tabela 7 relacionando as habilidades, descrição e estudos.

Tabela 7: Habilidades x descrição x estudos.

Categoria / Habilidade	Descrição	Estudos
Abstração, Pensamento Algorítmico e Resolução de Problemas	Identificação de padrões, criação de soluções passo a passo e resolução de desafios.	[E30], [E57], [E86], [E87]
Raciocínio Lógico	Aplicação de lógica formal e dedutiva em atividades relacionadas à ciência da computação.	[E32]
Depuração (Debugging)	Identificação e correção de erros para garantir qualidade e confiabilidade de sistemas.	[E79]
Inovação	Uso de Scratch, robótica, jogos e IA para estimular inovação e pensamento criativo.	[E79], [E83]
Comunicação de Soluções	Expressar ideias de forma clara, Raciocínio Lógico.	[E79], [E82]
Colaboração em Equipe	Trabalho conjunto, diferentes papéis, atitudes e competências.	[E02], [E18]
Linguagem de Programação em blocos (Alice, Scratch, Stagecast)	Desenvolvimento de histórias e jogos, praticando decomposição, abstração, análise de dados, algoritmos e paralelização.	[E12]
Integração	Integração de práticas e conceitos de PC: abstração, automação, colaboração e criatividade.	[E18]
Inclusão	Estudo de leitura em comunidades indígenas amazônicas com análises biométricas, linguísticas e psicológicas.	[E01]

Fonte: autores.

QPS2: Quais métodos ou ferramentas têm sido utilizadas no PC no Ensino Fundamental?

Nos estudos [E03, E07, E08, E09, E10, E20, E23, E24, E43 e E60] os autores utilizam a ferramenta de programação Scratch ou similar, os autores dos estudos [E11, E12, E21] trabalham com o projeto de *Scalable Game Design*, os autores dos estudos [E04, E14, E17, E23, E29, E60, E62, E63] trabalham com aplicação de jogos para ensino do Pensamento Computacional.

Os estudos [E33, E34] abordam o uso da robótica e da programação para o desenvolvimento dos alunos com base em uma estrutura de Pensamento Computacional. De acordo com o modelo proposto pelos autores no estudo E33, a leitura de uma história representa o passo inicial do processo de aprendizagem do Pensamento Computacional. Eles afirmam que esta tarefa estimula a criatividade e fortalece o processo de compreensão da leitura infantil. Para o estudo descrito nesta comunicação, foi utilizada uma abordagem baseada em robôs como uma interface de programação tangível.

Os autores do estudo [E30] relatam o desenvolvimento de um aplicativo para smartphone guiado por voz que aproveita a narração de histórias como uma atividade criativa para ensinar conceitos de Pensamento Computacional para crianças de 5 a 8 anos de idade. O aplicativo inclui dois jogos de narração em que os usuários criam e ouvem histórias, bem como quatro jogos de Pensamento Computacional onde os usuários modificam essas histórias para aprender sobre sequências, loops, eventos e variáveis, os autores citam também a importância de narrar histórias na primeira infância e desta maneira poder melhorar o desenvolvimento da linguagem e da alfabetização e contribuir para as habilidades de oratória, escuta, leitura e escrita.

Nos estudos [E13, E46, E67] os autores utilizam a ferramenta code.org para o ensino do Pensamento Computacional, o estudo [E46] descreve o efeito de code.org como uma pré-aula para aprendizagem invertida na educação com linguagem de programação utilizando o Scratch. Os exercícios de programação podem aumentar o aprendizado do Pensamento Computacional para resolução de problemas. Neste estudo, foi sugerido que a aprendizagem invertida é uma maneira muito boa de aumentar o aprendizado no Pensamento Computacional para solução de problemas e que o code.org é um bom recurso para a pré-aula.

Os autores do estudo [E07] citam que os dados obtidos das pesquisas no workshop indicaram que a introdução ampla e intensiva de ferramentas influenciou educadores a considerá-las no ensino. Os educadores citaram a falta de recursos nas escolas como uma possível barreira à implementação, mas a introdução do Raspberry Pi (computador de baixo custo do tamanho de um cartão de crédito que se conecta a um monitor de computador ou TV e usa um teclado e mouse padrão) pode ajudar a mitigar essa questão. Os educadores entrevistados indicaram por unanimidade que o workshop foi útil para ensinar e trabalhar com o PC para desenvolver habilidades de programação e raciocínio lógico e que eles provavelmente incluirão as ferramentas em suas salas de aula.

Os autores do estudo [E34] descrevem o desenvolvimento de uma jornada de treinamento para professores do nível infantil e citam que tem gerado resultados positivos quanto à aceitação e motivação para a utilização de atividades educacionais mediadas por robôs programáveis. Por meio de uma escala de opinião fornecida, os professores expressaram seu consenso de que a robótica educacional permite o desenvolvimento de objetivos curriculares, como o ensino de robótica e ciência da computação para desenvolvimento de habilidades de lógica e criatividade nos alunos. Da mesma forma, concordaram que as atividades desenvolvidas por meio desta tecnologia permitem a integração dos alunos e o desenvolvimento da aprendizagem colaborativa. Por último, os professores expressaram que estavam interessados e motivados em usar esta tecnologia como um recurso dentro da sala de aula.

Os autores do estudo [E58] citaram que estão sendo feitos esforços para levar a Ciência da Computação e o Pensamento Computacional às salas de aula do ensino médio, especialmente no contexto de programação em ambientes de linguagens baseadas em blocos. Existe, portanto, uma necessidade crescente de medir a aprendizagem dos alunos de Pensamento Computacional no contexto da programação e também apoiar todos os alunos através deste processo de aprendizagem.

O estudo [E34], publicado em 2011, explora o uso de modelagem no ensino e aprendizagem de inglês como parte do Pensamento Computacional. Já o estudo E58, também de 2011, investiga a eficácia da robótica na assistência ao ensino de línguas. Apesar de ambos os estudos datarem do mesmo ano e abordarem o ensino de línguas, eles se concentram em abordagens diferentes: o [E34] foca na modelagem como ferramenta do Pensamento Computacional, enquanto o [E58] investiga a robótica como ferramenta de ensino.

O estudo [E77] relata a experiência em atuar na alfabetização de Jovens e Adultos (EJA), usando as habilidades do Pensamento Computacional como uma abordagem criativa para melhorar o aprendizado.

QPP: “Como aplicar o Pensamento Computacional aos alunos do Ensino Fundamental para o desenvolvimento de competências do Século XXI?”

A partir da análise dos 88 estudos relevantes identificados neste mapeamento sistemático foi possível identificar que o PC vem sendo aplicado no Ensino Fundamental de maneira variada, combinando métodos digitais e desplugados, sempre com impacto direto no desenvolvimento de competências essenciais ao século XXI.

Entre as principais tendências observadas, destacam-se:

Robótica educacional (20 estudos): utilizada para desenvolver colaboração, raciocínio lógico, criatividade e resolução de problemas, além de promover motivação e engajamento dos alunos, [E01, E04, E34, E40, E45, E48, E58, E59, E60, E61, E63, E67, E70, E72, E77, E78, E79, E83, E85, E87].

Programação visual (*Scratch*, *Blockly*, *Alice*) (18 estudos): favorece a abstração, o pensamento algorítmico, a criatividade e a capacidade de experimentação, sendo um dos recursos mais acessíveis e populares, [E05, E07, E09, E12, E23, E29, E31, E33, E36, E39, E46, E50, E51, E52, E64, E80, E83, E84].

Atividades desplugadas (15 estudos): possibilitam introduzir conceitos computacionais de forma lúdica e acessível, promovendo inclusão mesmo em contextos com baixo acesso a recursos tecnológicos, [E07, E23, E31, E33, E36, E57, E64, E66, E69, E72, E73, E74, E76, E78, E82].

Gamificação e jogos digitais (12 estudos): ampliam a motivação, o engajamento e a aprendizagem ativa, além de favorecerem a cooperação entre pares, [E25, E30, E39, E48, E49, E52, E60, E63, E72, E84, E86, E87].

Aprendizagem colaborativa (11 estudos): fortalece comunicação, trabalho em equipe e pensamento crítico, além de integrar o PC com disciplinas como Matemática, Ciências e Língua Portuguesa, [E04, E05, E09, E24, E26, E30, E40, E41, E42, E63, E66].

Integração interdisciplinar (diversos estudos): evidencia que o PC pode ser aplicado de forma transversal em conteúdos escolares, ajudando a consolidar aprendizagens e melhorar a alfabetização digital e informacional, [E05 (História), E11 (Língua Portuguesa), E34 (Inglês), E40 (Ciências), E42 (STEM), E50 (Língua estrangeira), E63 (Literatura), E77 (EJA), E85 (escolas públicas inclusivas)].

O Pensamento Computacional, quando aplicado de forma planejada, não se restringe ao ensino de programação, mas constitui uma estratégia pedagógica multifacetada para o desenvolvimento integral do estudante. Conforme argumenta Wing (2006), o PC envolve processos cognitivos fundamentais, como decomposição, abstração e formulação algorítmica, que extrapolam o campo da Computação e se aplicam à resolução de problemas em diferentes

domínios do conhecimento. De modo complementar, Grover e Pea (2013) destacam que o desenvolvimento do PC no contexto escolar contribui para a construção de competências analíticas e reflexivas, enquanto Brennan e Resnick (2012) evidenciam sua dimensão metacognitiva e criativa, especialmente em ambientes educacionais mediados por programação. Assim, práticas que envolvem reconhecimento de padrões, modelagem e construção iterativa de soluções não apenas fortalecem habilidades técnicas, mas também promovem competências cognitivas, sociais e metacognitivas alinhadas às demandas contemporâneas da educação e às chamadas Habilidades do Século XXI (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017).

Do ponto de vista conceitual, Wing (2006; 2016) reforça que o PC deve ser compreendido como uma competência universal, comparável a ler, escrever e calcular, e que sua aplicação deve promover não apenas o domínio técnico, mas também criatividade, ética e reflexão crítica sobre o papel da tecnologia na sociedade. Romero et al. (2015) e Romero (2017) acrescentam a dimensão do aprendizado criativo, destacando o potencial do PC para fomentar inovação, cocriação e resolução de problemas reais em ambientes colaborativos. Brackmann (2017), por sua vez, demonstra o caráter interdisciplinar e inclusivo do PC, evidenciando sua contribuição tanto para habilidades cognitivas (como abstração e pensamento algorítmico) quanto para competências socioemocionais (como autonomia, persistência e cooperação).

Portanto, a aplicação do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental deve ocorrer por meio de práticas pedagógicas diversificadas, combinando robótica, programação visual, atividades desplugadas, jogos e estratégias colaborativas, alinhadas às necessidades cognitivas e sociais dos alunos. Deste modo, verifica-se que o PC se consolida como um instrumento transversal, interdisciplinar e transformador, capaz de desenvolver competências fundamentais para a cidadania e a vida em sociedade no século XXI.

5 Discussão

A Base Nacional Comum Curricular brasileira publicou e fundamentou a educação básica no conceito de competências (BNCC, 2018) e introduziu um elemento relativamente novo e desconhecido, que vêm sendo estudado no mundo com mais ênfase a partir de 2006: o Pensamento Computacional, devido a isso verifica-se um aumento substancial de artigos nos últimos anos. Há poucos estudos que relacionam o Pensamento Computacional às disciplinas do currículo comum, mas os estudos nessa área vêm crescendo. Embora os estudos demonstrem a aplicabilidade do PC em vários contextos, pesquisas focadas na aplicação do PC em ambientes complexos e do mundo real são limitadas.

Os estudos se concentram principalmente nos aspectos cognitivos do PC, com menos ênfase nos fatores emocionais e motivacionais que podem influenciar o desenvolvimento do PC, ou seja, os estudos selecionados pouco abordaram as chamadas Soft Skills (habilidades socioemocionais) que são amplamente discutidas na literatura como essenciais para a vida em sociedade no Século XXI.

Sendo assim, a literatura ainda apresenta lacunas significativas. Há uma concentração de estudos em aplicações pontuais, mas poucos trabalhos que mostrem a progressão do desenvolvimento de habilidades ao longo dos anos escolares ou que integrem de forma transversal o PC em diferentes áreas do currículo. Também são limitadas as evidências sobre o impacto de metodologias híbridas que combinam atividades digitais e desplugadas, bem como de abordagens inclusivas que contemplem a diversidade dos estudantes.

A partir das lacunas mapeadas, propõe-se a seguinte agenda de pesquisa futura:

- Integração Curricular Ampliada: Investigar como o PC pode ser incorporado em disciplinas além da programação e matemática, como Ciências, História e Artes, de forma transversal e interdisciplinar.
- Estudos Longitudinais: Desenvolver pesquisas que acompanhem a progressão do PC desde os anos iniciais até o Ensino Superior, para compreender melhor seus impactos no longo prazo.
- Metodologias Híbridas: Explorar a combinação de atividades desplugadas, robótica, jogos digitais, realidade aumentada/virtual e *storytelling*, identificando arranjos que maximizem o engajamento e a aprendizagem.
- Inclusão e Colaboração: Ampliar investigações sobre práticas colaborativas e estratégias que favoreçam a inclusão, como programação tangível e recursos acessíveis para estudantes com deficiência.
- Tradução para a Prática Docente: Criar guias pedagógicos e Frameworks baseados em evidências (como revisões sistemáticas e estudos comparativos), que auxiliem professores na implementação do PC em sala de aula.
- Métricas e Avaliação de Impacto: Desenvolver instrumentos de avaliação mais robustos para mensurar, além das competências computacionais, efeitos em habilidades socioemocionais, criatividade, pensamento crítico e colaboração.

Em relação à literatura, o mapeamento realizado permite identificar tendências claras de avanços na pesquisa sobre Pensamento Computacional, dentre os avanços podemos destacar a mudança da ênfase técnica para a abordagem interdisciplinar conforme descrito na Tabela 6, a integração com diferentes áreas do conhecimento como nos estudos [E05, E11, E34, E40, E42, E50, E63, E77, E85], mostrando a tendência de currículo transversal, temos também a robótica educacional, gamificação e tecnologias imersivas como Realidade Virtual e Realidade Aumentada nos estudos [E01, E04, E25, E30, E34, E39, E40, E45, E48, E58, E59, E60, E61, E63, E67, E70, E72, E77, E78, E79, E83, E85, E86, E87], além disso, ganha força a combinação de atividades desplugadas e digitais, com foco em motivação e acessibilidade [E07, E23, E31, E33, E36, E57, E64, E66, E69, E72, E73, E74, E76, E78, E82] e por último a abordagem da inclusão e colaboração para explorar estratégias de modo a tornar o PC mais inclusivo em contextos como escolas públicas, EJA e educação especial como nos estudos [E77, E85] nesse contexto, o aprendizado colaborativo aparece como elemento central para potencializar as habilidades do século XXI. Portanto, a literatura tem avançado de um enfoque predominantemente técnico para uma visão mais ampla, interdisciplinar, inclusiva e socialmente orientada, alinhando-se às demandas contemporâneas da educação.

A BNCC (2022) mantém a centralidade das 10 Competências Gerais da Educação Básica, que orientam todas as etapas da escolaridade. Duas delas são especialmente ligadas ao Pensamento Computacional:

Competência Geral 2: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções”.

Competência Geral 5: “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva”.

Quando analisados à luz do complemento BNCC (2022), os achados deste mapeamento revelam forte convergência com os eixos estruturantes e as habilidades previstas para o Ensino Fundamental. Por exemplo, a abstração e a decomposição de problemas, recorrentes em estudos como [E30, E57, E86], estão previstas na habilidade (EF03CO03), que orienta o estudante a “formular, decompor e representar problemas em etapas e/ou partes, utilizando recursos de abstração e algoritmos”. A depuração e iteração, destacadas em [E79, E86], dialogam com a habilidade (EF07CO02), que prevê a análise crítica de soluções algorítmicas para identificar falhas e propor melhorias. A resolução de problemas e o pensamento algorítmico, presentes em [E87], convergem com a habilidade (EF04CO03), de elaborar e testar algoritmos para resolver problemas. Por fim, a colaboração, criatividade e inovação, relatadas em estudos como [E75, E83], encontram respaldo no eixo Cultura Digital, que orienta o uso crítico, ético e criativo das tecnologias digitais.

Essa articulação demonstra que as evidências levantadas não apenas reforçam a relevância do Pensamento Computacional, mas também oferecem indicadores concretos de implementação curricular, fortalecendo a aplicabilidade prática dos resultados em sala de aula.

A seguir, a Tabela 8 sistematiza essas relações: relacionando os métodos e ferramentas com as habilidades desenvolvidas.

Tabela 8: Relação de algumas ferramentas com habilidades desenvolvidas.

Método / Ferramenta	Habilidades Desenvolvidas (PC)	Habilidades do Século XXI	Competência Geral BNCC	Habilidades BNCC	Estudos (IDs)
Programação Visual (<i>Scratch, Blockly, Alice, Stagecast, AgentSheets</i>)	Abstração, Pensamento Algorítmico, Criatividade, Comunicação de Soluções	Criatividade, Pensamento Crítico, Inovação	2, 5	Investigação, Reflexão, Uso crítico de tecnologias digitais	[E05, E07, E09, E12, E23, E29, E31, E36, E39, E46, E50, E52, E64, E80, E83, E84]
Robótica Educacional (Lego, Cubetto, etc.)	Raciocínio Lógico, Resolução de Problemas, Depuração, Colaboração	Trabalho em Equipe, Comunicação, Criatividade	2, 4, 5, 9	Resolver problemas em equipe, Comunicação eficaz, Cooperação	[E01, E04, E34, E40, E45, E48, E58, E59, E60, E61, E63, E67, E70, E72, E77, E78, E79, E83, E85, E87]
Atividades Desplugadas	Abstração, Decomposição, Pensamento Algorítmico, Raciocínio Lógico	Pensamento Crítico, Inclusão, Resolução de Problemas	2, 3, 7	Argumentação, Repertório cultural, Exercício da imaginação	[E07, E23, E31, E33, E36, E57, E64, E66, E69, E72, E73, E74, E76, E78, E82]
Jogos Digitais / Gamificação	Criatividade, Inovação, Resolução de Problemas, Iteração, Engajamento	Motivação, Cooperação, Inovação, Pensamento Crítico	1, 2, 5	Criar soluções inovadoras, Experimentação, Protagonismo estudantil	[E25, E30, E39, E48, E49, E52, E60, E63, E72, E84, E86, E87]

Método / Ferramenta	Habilidades Desenvolvidas (PC)	Habilidades do Século XXI	Competência Geral BNCC	Habilidades BNCC	Estudos (IDs)
Narrativas / Storytelling Digital	Comunicação, Criatividade, Linguagem, Abstração, Sequências e Estruturas Lógicas	Comunicação, Alfabetização Digital, Criatividade	3, 5, 7	Alfabetização digital, Clareza na comunicação, Expressão de ideias	[E30, E33, E34, E58]
Integração Interdisciplinar (Matemática, Ciências, Línguas, STEM, EJA, Inclusão)	Abstração, Pensamento Algorítmico, Resolução de Problemas aplicados a contextos reais	Aprendizagem Significativa, Cooperação, Pensamento Crítico	1, 2, 3, 5, 7, 9	Conhecimento, Repertório cultural, Investigação, Comunicação	[E05, E11, E34, E40, E42, E50, E63, E77, E85]
Aprendizagem Colaborativa	Colaboração, Trabalho em Equipe, Comunicação, Resolução de Problemas	Empatia, Cooperação, Protagonismo	4, 5, 9	Cooperação, Empatia, Autoria, Protagonismo estudantil	[E04, E05, E09, E24, E26, E30, E40, E41, E42, E63, E66]
Ambientes e Ferramentas de Avaliação	Observação, Testes, Reflexão, Metacognição	Autonomia, Responsabilidade, Pensamento Crítico	2, 5, 6	Autogestão, Análise crítica, Uso de tecnologias digitais	[E20, E21, E22, E35, E44, E56, E65, E75]
Recursos Tangíveis / IoT / Interfaces Físicas	Criatividade, Programação Tangível, Pensamento Algorítmico, Colaboração	Inovação, Inclusão, Engajamento	2, 5, 9	Uso crítico de tecnologias, Cooperação, Inclusão digital	[E07, E33, E45, E47, E53, E55, E62, E68]
Realidade Aumentada / Realidade Virtual	Exploração de cenários imersivos, Pensamento Crítico, Criatividade, Colaboração	Engajamento, Inovação, Aprendizagem Ativa	2, 5, 9, 10	Criatividade, Uso ético e reflexivo de tecnologias digitais, Cooperação	[E25, E30, E39, E45, E48, E59, E60, E67, E70, E83, E86]
Formação de Professores / Workshops	Reflexão Crítica, Colaboração, Desenvolvimento de Competências Docentes	Aprendizagem Colaborativa, Autonomia, Protagonismo	2, 4, 5	Formação docente contínua, Cooperação, Uso crítico de tecnologias digitais	[E07, E34, E46, E71, E73, E82]

Fonte: autores.

Os estudos selecionados enfatizam a importância de escolher ferramentas adequadas à idade e ao nível de conhecimento dos alunos. Ferramentas como o Scratch são mais indicadas para iniciantes, enquanto o CodeCombat e plataformas de robótica educacional podem ser utilizadas com alunos mais avançados. O uso de ferramentas deve ser complementado com métodos de ensino eficazes que promovam a reflexão, a colaboração e a criatividade. A mera utilização de ferramentas não garante o desenvolvimento do PC.

A avaliação do PC deve levar em consideração a diversidade de habilidades e a especificidade de cada ferramenta. É importante utilizar diferentes métodos de avaliação, como a análise de projetos, a observação de comportamentos e a aplicação de testes específicos para cada ferramenta.

6 Ameaças à Validade

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, alguns fatores negativos ou limitações podem ter afetado os resultados obtidos:

6.1 Seleção dos estudos relevantes

A pesquisa se baseia em uma *string* de busca específica aplicada às bases de dados selecionadas. É possível que alguns estudos relevantes não tenham sido capturados pela *string* utilizada, especialmente aqueles que utilizam termos diferentes para se referir ao Pensamento Computacional ou que não o definem como tema central, mas o abordam implicitamente.

A exclusão de estudos em línguas diferentes de inglês, português e espanhol também pode representar uma limitação, já que pesquisas relevantes podem ter sido publicadas em outros idiomas. Essa escolha, embora justificada pela necessidade de viabilizar a análise dos estudos, pode ter restringido o escopo da pesquisa.

6.2 Validade externa

Para o mapeamento foi definido o período de 1991 a 2025, o que significa que a análise abrange trabalhos publicados em diferentes momentos, desde os primórdios da pesquisa sobre o tema até o ano de 2025. Essa amplitude temporal pode representar uma ameaça à validade externa, pois o próprio conceito de Pensamento Computacional e a sua aplicação no contexto educacional evoluíram ao longo do tempo.

Para minimizar possíveis vieses, foram definidos critérios claros de inclusão e exclusão, bem como a definição e delimitação do escopo da pesquisa.

7 Conclusões

O artigo apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) que visa investigar as evidências da aplicação do Pensamento Computacional no desenvolvimento de habilidades do século XXI em alunos do Ensino Fundamental. As principais conclusões, baseadas na análise de 88 estudos relevantes, são:

O presente estudo encontrou fortes evidências de que a aplicação de métodos e tecnologias de Pensamento Computacional contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI em alunos do Ensino Fundamental. Essas habilidades incluem: abstração, lógica de programação, alfabetização digital, aprendizado colaborativo,

raciocínio lógico e resolução de problemas. A aprendizagem colaborativa, em particular, demonstrou ser um elemento chave no desenvolvimento dessas habilidades.

O MSL identificou uma variedade de métodos e tecnologias utilizadas para integrar o Pensamento Computacional ao ensino, incluindo: programação visual (Scratch), *eye tracking*, jogos digitais e analógicos, robótica, narrativas (contação e criação de histórias) e plataformas online como a code.org. Essa diversidade demonstra a versatilidade do Pensamento Computacional e a possibilidade de adaptá-lo a diferentes contextos e estilos de aprendizagem.

O artigo destaca que, apesar do crescimento da área, ainda há um número limitado de estudos que relacionam diretamente o Pensamento Computacional às disciplinas do currículo comum.

A necessidade de replicar os estudos em diferentes ambientes educacionais, a criação de ferramentas mais abrangentes para avaliação do PC, mais estudos na área de IA, maior inclusão e acessibilidade de alunos na Educação de PC, foco em habilidades socioemocionais e oferecer formação adequada para professores são apontadas como lacunas a serem superadas [E24, E40, E52, E82, E85, E88]. A pesquisa enfatiza a importância da capacidade dos professores de aplicar o Pensamento Computacional em sala de aula para o sucesso da aprendizagem dos alunos [E03, E10, E39, E46, E52].

As conclusões do artigo reforçam a importância de incluir o Pensamento Computacional no currículo do Ensino Fundamental como forma de preparar os alunos para os desafios do século XXI. A pesquisa demonstra que o Pensamento Computacional pode tornar o aprendizado mais engajador, significativo e relevante para os alunos, além de desenvolver habilidades essenciais para o futuro.

Agradecimentos

A RBIE e a SBC pelos esforços empreendidos no ensino da escrita e comunicação científica e no desenvolvimento de trabalhos para a comunidade acadêmica.

Referências

- Aragão, P. A. P., Avellar, G. M. N., & Barbosa, E. F. (2023). Ensino de programação e pensamento computacional utilizando realidade virtual, realidade aumentada e jogos: Um mapeamento sistemático da literatura. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, 34, 800–812. <https://doi.org/10.5753/sbie.2023.234858>. [GS Search]
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A., & Feder, M. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>. [GS Search]
- Brackmann, C. P. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica. [Tese de Doutorado]. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32976.61444>. [GS Search]
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base nacional comum curricular (BNCC)*. Disponível em: [Link].
- Brasil. Ministério da Educação. (2022). *Computação na educação básica: Complemento à BNCC*. Disponível em: [Link].

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (Vol. 1). [GS Search]
- CEB (2019). *First regular session of 2019: Geneva, 9 and 10 May 2019*. Chief Executives Board for Coordination, United Nations System. Disponível em: [Link].
- Cruz, L. S., Santana, B. S., Bittencourt, R. A., Barreto, A. R., Gomes, K. C., & Santos, J. A. M. (2024). Efeito da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI: Uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 32, 295–335. <https://doi.org/10.5753/rbie.2024.3213>. [GS Search]
- George-Reyes, C. E., Rocha Estrada, F. J., & Glasserman-Morales, L. D. (2021). Interweaving digital literacy with computational thinking. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM)* (pp. 13–17). <https://doi.org/10.1145/3486011.3486412>. [GS Search]
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>. [GS Search]
- Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Eds.), *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school* (pp. 20–38). Bloomsbury Publishing. <https://doi.org/10.5040/9781350057142.ch-003>. [GS Search]
- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From computational thinking to computational empowerment: A 21st century PD agenda. In *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Full Papers – Volume 1* (pp. 1–11). <https://doi.org/10.1145/3210586.3210592>. [GS Search]
- Kennedy, K. J., Pavlova, M., & Lee, J. C.-K. (Eds.). (2022). *Soft skills and hard values: Meeting education's 21st century challenges*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003219415>. [GS Search]
- MIT Media Lab. (n.d.). *What is Scratch?* <https://scratch.mit.edu/about>
- Moreno-León, J., Vasco-González, M., Román-González, M., & Robles, G. (2024). Investigating the impact of programming activities on computational thinking and AI literacy in Spanish schools. In *Proceedings of the 19th WiPSCE Conference on Primary and Secondary Computing Education Research* (Article 7, pp. 1–10). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3677619.3678111>. [GS Search]
- Oliveira, K. K. S., Falcão, T. P., & Barbosa, E. F. (2022). Um framework para a aprendizagem de habilidades de programação e habilidades do século XXI. In *Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE – STUDX)* (pp. 138–143). https://doi.org/10.5753/cbie_estendido.2022.226726. [GS Search]
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. In *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (pp. 68–77). <https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2008.8>. [GS Search]
- Piniuta, I. (2019). Technology-based activities to develop 21st century skills in the foreign language classroom. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational and Information Technology* (pp. 79–85). <https://doi.org/10.1145/3318396.3318404>. [GS Search]

- Romero, M. (2017). Les compétences pour le XXI^e siècle. *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle*, 17-30. [GS Search]
- Romero, M., Usart, M., & Ott, M. (2015). Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills? *Games and Culture*, 10(2), 148–177. <https://doi.org/10.1177/1555412014548919>. [GS Search]
- Scannavino, K. R. F., Nakagawa, E. Y., Fabbri, S. C. P. F., & Ferrari, F. C. (2017). *Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: Teoria e prática*. Elsevier. [GS Search]
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., & Verno, A. (2011). *CSTA K–12 computer science standards*. [GS Search].
- Shute, V., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>. [GS Search]
- Silva, I. D., Nunes, M. A. S. N., Rodrigues, R. C., Machado, R. P., & Santos, A. C. (2018). *Almanaque para popularização da ciência da computação* (Vols. 7–10). Sociedade Brasileira de Computação. Disponível em: [Link]. [GS Search]
- UNESCO. (2015). *Rethinking education: Towards a global common good?* <https://doi.org/10.54675/MDZL5552>. [GS Search]
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. [GS Search]
- Wing, J. M. (2016). Computational thinking, 10 years later. *Blog of Communications of the ACM*. Disponível em: [Link].
- WEF. (2025a). *Future of jobs report 2025*. World Economic Forum. Disponível em [Link]. [GS Search]
- WEF. (2025b). *How human-centric AI can shape the future of work*. World Economic Forum. Disponível em [Link].