

PENSAMENTO COMPUTACIONAL E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO COM USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS

Computational Thinking And Mathematics Learning In High School Using Technological Tools

Greiton Toledo de AZEVEDO

Instituto Federal Goiano, Ipameri, Brasil
greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2681-1915>

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo investigar e analisar a atual integração do Pensamento Computacional no processo de aprendizagem de Matemática no Ensino Médio, considerando as pesquisas e práticas educacionais publicadas. Para alcançar este propósito, empregou-se uma metodologia de revisão sistemática da literatura, adotando as diretrizes da proposta *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Esta metodologia compreendeu diversas etapas, que incluíram a definição do problema de pesquisa, a condução de uma busca abrangente em bases de dados, a seleção dos artigos relevantes utilizando critérios de inclusão e exclusão, a análise do corpus selecionado e a discussão dos resultados obtidos. Os trabalhos selecionados, ao longo das etapas de início, pré-triagem, triagem e deferimento, foram codificados e submetidos à análise com base em categorias predefinidas. Dentre essas categorias, destacam-se: (i) metodologias que incorporam o Pensamento Computacional no processo de aprendizagem Matemática; (ii) aprendizagem Matemática por meio práticas computacionais (des)plugadas; e (iii) integração de conhecimentos matemáticos e computacionais, e principais tecnologias utilizadas. Os resultados obtidos sugerem que a integração do Pensamento Computacional na aprendizagem de Matemática oferece uma abordagem holística à resolução de problemas, o reconhecimento de padrões, o pensamento algorítmico, a resolução e argumentação, bem como para o desenvolvimento de invenções de dispositivos tecnológicos, como a robótica, simuladores e inteligências artificiais. Esses resultados revelam os impactos da aprendizagem Matemática, especialmente em áreas como álgebra, trigonometria, geometria, estatística e interdisciplinares. No entanto, também evidenciam uma lacuna na pesquisa relacionada ao Ensino Médio.

Palavras-chave: Aprendizagem Matemática, Pensamento Computacional, Ensino Médio, Tecnologias

ABSTRACT

This study aimed to investigate and analyze the current integration of Computational Thinking (CT) in the process of learning Mathematics in the context of High School, considering both published research and educational practices. A systematic literature review methodology was employed, adhering to the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) proposal. This methodological approach encompassed several key stages, including problem definition, comprehensive database searches, article selection based on inclusion and exclusion criteria, analysis of the selected corpus, and discussion of the findings. The selected works, identified through initiation, pre-screening, screening, and deferment stages, were systematically coded and analyzed according to predefined categories. Notable

categories included methodologies incorporating CT into mathematical learning processes, mathematical learning through (dis)connected computational practices, and integration of mathematical and computational knowledge, major technologies utilized. The results obtained suggest that the integration of Computational Thinking into mathematics learning offers a holistic approach to problem-solving, pattern recognition, algorithmic thinking, resolution, and argumentation, as well as for the development of technological inventions, such as robotics, simulators, and artificial intelligence. These findings reveal the impacts of mathematical learning, especially in areas such as algebra, trigonometry, geometry, statistics, and interdisciplinary studies. However, they also highlight a research gap related to High School education.

Keywords: Mathematical Learning, Computational Thinking, High School, Technologies

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico, impulsionado pela globalização, está redefinindo a vida das pessoas em sociedade. Isso é evidente na crescente implementação de inteligências artificiais (*IA*), automação em setores industriais e automobilísticos, comunicação instantânea, Internet das Coisas (*IoT*), realidade aumentada (*RA*), adoção de energias renováveis, robotização e na disseminação global das redes 5G. Essas mudanças têm implicações diretamente na educação, demandando uma abordagem crítica e cuidadosa à participação dos indivíduos nesse cenário tecnológico em constante desenvolvimento.

No que diz respeito a este tema, a literatura acadêmica tem focalizado sua atenção na discussão qualitativa da educação a esse cenário emergente, investigando abordagens inovadoras de aprendizagem que incorporam o uso de tecnologias computacionais. Essas abordagens visam não apenas promover a utilização das tecnologias pelos estudantes, mas também capacitá-los a se tornarem agentes ativos na construção de novas ferramentas tecnológicas com aplicações práticas na sociedade de forma ativa e colaborativa no contexto de formação (Papert, 2008; Resnick, 2017; Azevedo, 2022).

Há um enfoque na incorporação de projetos científicos, tecnológicos e acadêmicos, na tentativa de pensar em processos de aprendizagem que se justifiquem neste novo tempo. No contexto de aprendizagem em Matemática, ressaltamos a pertinência do Pensamento Computacional (PC) como uma possibilidade no suporte às atividades acadêmicas em sala de aula, apresentando-se como um recurso que pode desempenhar um papel significativo no processo acadêmico e tecnológico (CSTA/ISTE, 2011). As pesquisas recentes (Almeida; Valente, 2015; Valente, 2016; Barba, 2016; Denning, 2017; Wing, 2011; Azevedo, 2022) corroboram essa perspectiva, explorando o potencial do Pensamento Computacional para capacitar os estudantes na resolução de problemas,

incentivando a lógica e construção de soluções exequíveis com o uso de tecnologias.

Ponderamos, no entanto, que se torna relevante que os estudantes não se restrinjam à habilidade de substituir valores numéricos em equações simplesmente com programas de computador ou dispositivos móveis. É fundamental que sejam capazes de interpretar fenômenos, simular modelos, explorar probabilidades, organizar e sistematizar dados algébricos, analisar transformações geométricas em plotagens de gráficos, e desenvolver estratégias e respostas úteis por meio da ampla gama de componentes tecnológicos digitais (e.g., robótica, jogos digitais, *applets*, simuladores e IA's) presentes na contemporaneidade.

A integração dessas ferramentas tecnológicas na aprendizagem de Matemática encontra respaldo na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, 9.394/96). Esta legislação dialoga com a concepção de que é viável promover caminhos formativos alinhados à inovação científico-tecnológica. A LDB preconiza o favorecimento do pleno desenvolvimento do educando (art. 2) (BRASIL, 2018), englobando o domínio das tecnologias, o respeito à liberdade e o preparo para o exercício da cidadania.

Mesmo sem garantir explicitamente o uso dessas tecnologias e sem apresentar estratégias específicas de execução, a LDB (1996) revela-se receptiva às boas iniciativas no Ensino Médio. Conforme o art. 35, § 3º e 4º, a lei outorga o aprimoramento “do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e dos fundamentos científico-tecnológicos, relacionando a teoria com a prática” (BRASIL, 2018, p. 24). A Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC), instituída e orientada pela resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017, também demonstra, com fragilidades, a preocupação com o uso de Pensamento Computacional, integradas a diferentes áreas do conhecimento, visando o potencial humano e acadêmico.

Diante do exposto, este trabalho busca responder à seguinte questão: *Qual é o panorama atual da integração do Pensamento Computacional no processo de aprendizagem de Matemática do Ensino Médio, considerando práticas educacionais com uso de tecnologias?* A pergunta orientadora visa compreender os contextos de aprendizagem em Matemática que envolvem o uso do Pensamento Computacional, bem como as ferramentas de mediação pedagógica empregadas, incluindo robótica e IA's.

Nessa perspectiva, e impulsionados por essa motivação em responder o interrogado, nosso objetivo é: *analisar o estado atual da integração do Pensamento Computacional no processo de aprendizagem de Matemática no Ensino Médio.* Ao buscar analisar esse panorama do PC integrado ao processo de aprendizagem Matemática à luz do problema de pesquisa estamos, ao mesmo tempo, motivados em evidenciar e compreender as

estratégias pedagógicas e ferramentas tecnológicas empregadas em pesquisas que utilizam o Pensamento Computacional no contexto de aprendizagem do Ensino Médio.

Com o intuito de atingir esse objetivo, delineamos a realização de uma pesquisa bibliográfica utilizando a metodologia de revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes propostas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Esta metodologia consiste em várias etapas, incluindo a formulação do problema de pesquisa, a realização de uma busca abrangente em bases de dados, a seleção de artigos relevantes mediante o emprego de critérios de inclusão e exclusão, a análise do conjunto de documentos selecionados e a discussão dos resultados obtidos. Os trabalhos selecionados foram codificados e submetidos a uma análise baseada em categorias predefinidas, alinhadas com o objetivo estabelecido desta investigação.

Esta pesquisa se justifica pela relevância e potencialidades atribuídas à integração do Pensamento Computacional no processo de aprendizagem Matemática no Ensino Médio, representando um ponto fulcral de convergência entre a evolução tecnológica e o desenvolvimento educacional do próprio estudantes. Dessa forma, ao almejar proporcionar uma compreensão dessas abordagens no atual cenário educacional, este estudo estabelece uma base de dados e conduz uma análise da literatura existente sobre o tema. Essa abordagem busca contribuir para reflexões sobre a aprendizagem de Matemática e realiza um mapeamento das ferramentas computacionais empregadas em diferentes realidades de formação de estudantes. Em posse dessas informações, avançamos à próxima seção para aprofundar o subsídio teórico que orienta nossa investigação.

2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção, o enfoque recai sobre a análise do processo de aprendizagem em Matemática através da perspectiva do Pensamento Computacional, dada sua centralidade como objeto de investigação nesta pesquisa. O Pensamento Computacional (PC) se evidencia por Papert, na década de 1980, como possibilidade de forjar ideias intelectuais à construção de conhecimento em distintas áreas, entre as quais se inclui a Matemática. Suas visões embrionárias afirmavam como “integrar o Pensamento Computacional à vida cotidiana [e deveria criar oportunidades] para [ampliar] movimentos sociais de pessoas interessadas em Computação pessoal e em educação de qualidade” (Papert, 1980, p. 182, tradução nossa). Um entendimento comum consiste na questão de pensar

computacionalmente pressupõe o uso do computador, confundindo este pensamento com a manipulação de máquinas ou desenvolvimento de um programa com programação.

O PC pode ser visto como um modo de forjar ideias como pensador intelectualmente inventivo (Papert, 1996). A autora Wing (2011, p. 1, tradução nossa) corrobora esse entendimento e situa o PC “na formulação de problemas e suas soluções para que elas sejam representadas de forma que possam ser efetivamente realizadas e aplicadas em situações reais”, desmistificando a ideia de que PC se limita à capacidade de manusear computadores e/ou executar algoritmos programáveis. A *International Society for Technology in Education* (ISTE, 2014) definiu o Pensamento Computacional como um processo de resolução de problemas que envolve ações estratégicas e atitudes fundamentadas em habilidades específicas. Essas habilidades incluem a capacidade de formular problemas e usar ferramentas tecnológicas, representar dados e criar simulações, generalizar processos e automatizar soluções por meio do pensamento algorítmico. Conforme Resnick (2017), o Pensamento Computacional está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento de habilidades criativas e reconhecimento de padrões, possibilitando a resolução de problemas de maneiras não necessariamente convencionais.

Em especial, Wing (2011) afirma que o reconhecimento de padrões é uma habilidade que envolve a capacidade de identificar regularidades em diferentes ângulos do problema, identificando semelhanças e distinguindo diferenças entre os dados analisados. Sheldon (2017), por sua vez, destaca que o Pensamento Computacional pode ser compreendido como a capacidade de identificar regularidades e analisá-las para a tomada de decisões conscientes, simplificando assim o processo de um trabalho complexo e árduo.

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2023) define o Pensamento Computacional como a habilidade de analisar, modelar, replicar, comparar, automatizar e resolver problemas de maneira consistente e aplicada em diversos domínios. Tal capacidade não está restrita ao campo da Ciência da Computação, mas se estende para outras áreas do conhecimento, como no processo de Aprendizagem da Matemática. Com efeito, embora haja várias definições do PC que atribuem significados próprios, há um consenso de que ele poderia *vir a ser reconhecido como capacidade de gerar ideias e transformá-las em um processo sistemático no qual se constrói soluções para resolver problemas encaminhados, não necessariamente derivados da ciência da Computação, mas aplicáveis em qualquer domínio do conhecimento à sociedade* (Azevedo; 2022).

Nesse sentido, compreendemos que o Pensamento Computacional se estrutura na concepção de que os estudantes possam: coordenar e construir novos conhecimentos e

desenvolver novas formas de aprender um determinado assunto; desenvolver a lógica de programação – análise, abstração e depuração (Barba, 2016;); e propor novas ideias e desenvolver soluções a problemas reais encaminhados em sociedade (Azevedo; 2022). Nesse tocante, situamos o uso do Pensamento Computacional como ferramenta pedagógica na concepção de que os estudantes possam coordenar e construir saberes, desenvolver a lógica de programação na Matemática e Computação simultaneamente e propor soluções a problemas de forma pessoal e intelectual no processo de aprendizagem.

O trabalho com o Pensamento Computacional, na especificidade do processo de aprendizagem em Matemática, é entendido como oportunidade para que o estudante desenvolva a capacidade de pensar, conjecturar, generalizar e resolver problemas com o conhecimento integrado às tecnologias em vez de navegar, copiar e colar dados com o computador (Foster, 2006; Weintrop et al., 2013; Wilensky et al., 2015).

Nesse sentido, compreendemos que essas práticas intelectuais e científicas com o uso de tecnologias podem ser mais favoráveis à aprendizagem do que a cópia nas aulas de Matemática e “experimentos ritualísticos da escola, pois pelo menos os aprendizes estarão engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem intelectualmente responsáveis” (Papert, 2008, p. 38).

Diante do exposto, a compreensão que se tem do PC é justamente essa, de modo que todos possam se beneficiar dele, desde um cientista da Computação até um aluno de Ensino Médio. Fundamentados nessa perspectiva teórica, que amplia a compreensão sobre o PC como ferramenta pedagógica na aprendizagem de Matemática de estudantes do Ensino Médio, detalharemos, na próxima seção, o percurso metodológico de pesquisa.

3 PERCURSO METODOLÓGICO E APRESENTAÇÃO DE DADOS

Para o alcance do objetivo proposto desta pesquisa bibliográfica, optamos pelo método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* [Prisma] (Prisma, 2024)¹, que consiste na identificação e análise de pesquisas potencialmente relevantes, as quais fornecem suporte para tomadas de decisões cientificamente consistentes, além de evidenciar lacunas do objeto de estudo. Salientamos que a pesquisa bibliográfica, à luz do protocolo Prisma, nos permite identificar, por meio dos trabalhos mapeados no banco de dados, padrões, convergências, correlações, semelhanças e

¹ Cf.: <http://www.prisma-statement.org/>

dispersões nas características dos estudos, com a sistematização e categorização dos dados, de acordo com os parâmetros estabelecidos na pesquisa.

Com o propósito de garantir a consistência, transparência e a integridade, o trabalho busca apresentar os trabalhos potenciais na área delimitada desta pesquisa, codificar os dados e agrupá-los em categorias, visando proporcionar uma estruturação convergente e organizada das informações. A revisão bibliográfica, sob esta perspectiva, implica a observância de uma série de passos metodológicos à luz do Prisma. Estes envolvem a delimitação da temática, a formulação do problema de pesquisa e do período temporal dos trabalhos pretendidos; a seleção criteriosa de dados por meio de pesquisa em bases de dados específicas (em especial, aqui, do periódico Capes), utilizando palavras-chave ou sentenças booleanas pertinentes à investigação; a construção do *corpus*, aplicando critérios de inclusão e exclusão predefinidos; a análise dos trabalhos selecionados e, por conseguinte, a apresentação e discussão dos resultados.

Para o desenvolvimento desta revisão de literatura sistemática, definimos as seguintes etapas de mapeamento, seleção analítica e tabulação criteriosa, a saber: (i) período abrangido; (ii) línguas abrangidas; (iii) bases pesquisadas; (iv) sentenças lógicas utilizadas (operadores booleanos); (v) critérios de inclusão; (vi) critérios de exclusão; (vii) trabalhos selecionados; (viii) análise ou adaptações sistemáticas realizadas. No início da pesquisa, à luz dos objetivos deste trabalho, fizemos um levantamento bibliográfico, considerando as publicações até o final de 2023, sem restrição de início, pois buscamos primar pela compreensão de estudos atuais que se relacionam com a nossa investigação de pesquisa e, ao mesmo tempo, situar nosso trabalho à área de Educação Matemática.

Pela especificidade do nosso objeto de estudo, ao longo da revisão literária, buscamos identificar trabalhos concluídos, que correspondessem o Pensamento Computacional e a Aprendizagem de Matemática de estudantes do Ensino Médio. Nas configurações avançadas de busca em diferentes plataformas, utilizamos as seguintes sentenças com conectivos booleanos [*AND*, *OR*, *NOT*], aspas [“”], asterisco [*] nas bases indicadas. Destacamos que o asterisco (*) é usado para representar qualquer palavra com o prefixo especificado. Os trabalhos retornados na etapa inicial estão sintetizados abaixo:

Tabela 1: Trabalhos mapeados por sentenças *lógicas-booleanas* na base de dados

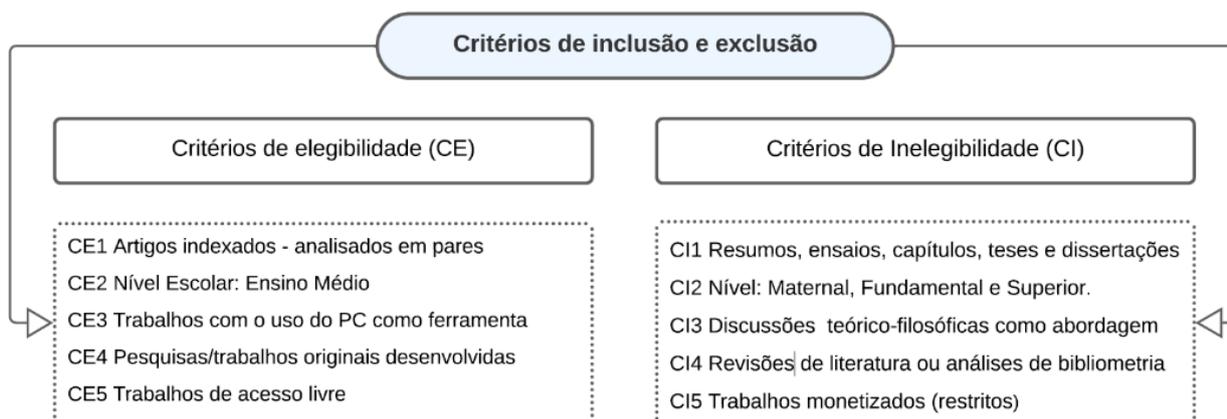
Bases de dados	Quantidade de trabalhos	Lógica-booleana
Scopus (Elsevier)	41	"Computational Thinking" AND "High School" AND Math* NOT Review
(WoS)	46	"Computational Thinking" AND "High School" AND Math* NOT Review
ScienceDirect (Elsevier)	28	"Computational Thinking" AND Mathematics AND "High school" NOT Review
ERIC	24	"Computational Thinking" AND Mathematics AND "High school"
TOTAL	139	

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme o Tabela 1, foram identificados 139 trabalhos através da consulta aos quatro bancos de dados, consideramos trabalhos publicados em três idiomas: Português, Inglês e Espanhol. Realizamos as traduções necessárias das sentenças-chave previamente definidas. Filtramos os principais periódicos listados pela *Scopus*, *Web of Science (WoS - clarivate)*, *ScienceDirect*; e *Education Resources Information Center (ERIC)*. Esses bancos de dados são escolhidas devido à qualidade dos trabalhos, o que justifica a seleção pela representatividade e pertinência para esta pesquisa.

Após a organização dos resultados iniciais, conforme as sentenças lógicas especificadas, os artigos foram sistematizados no *Microsoft Excel*, tabulados e analisados de forma exaustiva, utilizando o *software StudioR*. Consideramos os seguintes marcadores de deferimento: concentração de pesquisas à área de Educação Matemática, delimitado ao *corpus* do problema desta pesquisa; existência de trabalhos que versam sobre Pensamento Computacional e aprendizagem de Matemática; e público restrito aos estudantes do Ensino Médio, conforme sistematizado em Critérios de Inclusão (CE₁₋₅) e Exclusão (CI₁₋₅). Os critérios em questão podem ser mais claramente observados no Infograma 1 abaixo:

Infograma 1: Critérios de elegibilidade e inelegibilidade das pesquisas indexadas



Fonte: Elaborado pelo autor

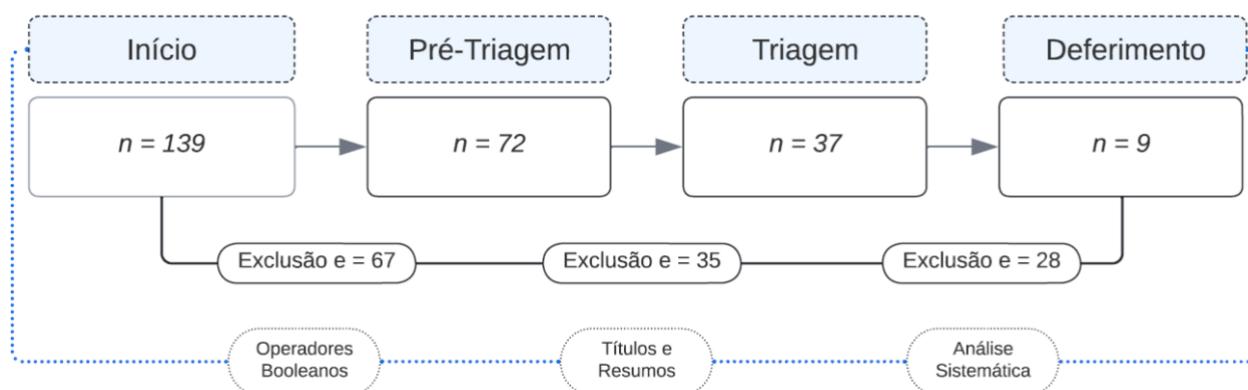
De acordo com o Infograma 1, os critérios de elegibilidade para inclusão na presente análise envolvem a seleção de artigos indexados e revisados por pares, voltados para estudantes do Ensino Médio, que integram o Pensamento Computacional como ferramenta pedagógica voltada para o processo de aprendizagem em Matemática. São considerados elegíveis os trabalhos que apresentam pesquisa indexadas, abordagem original revisada por pares (*ad hoc*) e estão disponíveis gratuitamente (*Limited to All open access*). Em contrapartida, os critérios de inelegibilidade para exclusão abrangem resumos, ensaios, capítulos de livros, relato de experiências, catálogos comerciais, teses e dissertações, além de obras repetidas ou incompletas. Cabe ressaltar, ainda, que foram excluídos trabalhos direcionados a estudantes do Jardim de Infância, do Ensino Fundamental e da formação de professores, assim como abordagens teórico-filosóficas e revisões de literatura, e análises bibliométricas sobre o Pensamento Computacional.

A decisão de restringir a análise a periódicos, em vez de incluir teses e dissertações, foi motivada por questões metodológicas, práticas e pela limitação do escopo deste artigo. Os periódicos são fontes atualizadas, revisadas por pares e amplamente acessíveis, o que garante relevância, consistência e facilita a replicabilidade dos dados. Sua disseminação contínua permite uma análise precisa e representativa das discussões em curso, dentro das limitações de tempo e espaço do estudo. Em contraste, teses e dissertações, embora ricas em detalhes, apresentam uma diversidade metodológica significativa, exigindo um esforço considerável para integrá-las e compará-las de forma coesa. Esse processo poderia comprometer o foco do estudo e o escopo do artigo, especialmente devido às limitações de espaço (número de páginas), além de dificultar uma análise mais detalhada e objetiva dos resultados. Vale ainda destacar que muitos dos resultados de teses e dissertações são

posteriormente publicados em periódicos, tornando essas publicações uma escolha mais prática e eficiente, já que refletem as contribuições consolidadas de forma sistemática.

A seleção dos trabalhos passou por um processo sucessivo de análise cuidadosa dos dados e por um critério de seleção coerente com a proposta narrativa desta pesquisa, sendo estruturado em quatro principais etapas, a saber: *Início*: aplicação de palavras e operadores booleanos nas bases de dados selecionados; *Pré-Triagem*: leitura do título e resumo dos trabalhos relacionados; *Triagem*: leitura sistemática dos trabalhos selecionados na pré-triagem; e *Deferimento*: inclusão de trabalhos estritamente tematizados ao objeto de estudo. Realçamos que, ao fazer o escrutínio dos trabalhos, Pré-Triagem e Triagem, foram consideradas as pesquisas que satisfizessem as condições definidas. Tal processo de seleção está representado no Infograma 2 abaixo:

Infograma 2: Fluxo de trabalhos potenciais identificados na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A partir dos 139 trabalhos (periódicos indexados) obtidos na Pré-Triagem, realizamos um refinamento mediante a leitura de títulos e resumos, resultando na catalogação de 72 obras potenciais para estudo. Após concluir a análise sistemática, seguindo os critérios de (in)elegibilidade, identificamos nove trabalhos que discutem o Pensamento Computacional como proposta pedagógica no processo de aprendizagem de Matemática entre estudantes do Ensino Médio, utilizando tanto tecnologias digitais quanto desplugadas. Dentre os 130 trabalhos excluídos com base nos critérios de exclusão (C1-5), os quais apresentavam predominância quantitativa, constatamos que 16% deles abordavam a formação inicial ou continuada do professor de Matemática.

Em contraste, 46% desses estudos concentravam-se no objeto de estudo dos alunos do Ensino Fundamental. Além disso, constatamos que 12% das pesquisas

exploravam opções teórico-filosóficas do Pensamento Computacional, enquanto 26% delas direcionavam-se a outras áreas de conhecimento (Computação, Física ou Engenharias). Imbuídos por esse processo de seleção, procedemos à próxima seção para apresentar os estudos selecionados e conduzir uma discussão dos resultados à luz do objetivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através desta análise, buscamos fornecer uma compreensão detalhada das características dos trabalhos selecionados, destacando suas contribuições para o corpo de conhecimento relevante. Para tanto, o quadro 1 apresenta uma síntese dos trabalhos identificados ao longo do processo de seleção realizado conforme as diretrizes do Prisma (2024). Este quadro oferece uma visão sintetizada dos estudos que foram incluídos (deferimento) na análise após a aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos.

Quadro 1: Trabalhos deferidos na revisão de literatura (Dados da Pesquisa).

Códigos	Ano	Autores	Títulos	País
C ₁	2015	Caglar et al	Cloud-hosted simulation-as-a-service for high school STEM education	Estados Unidos
C ₂	2018	Pei; Weintrop; Wilensky	Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land	Estados Unidos
C ₃	2019	Estevez; Garate; Graña	Gentle Introduction to Artificial Intelligence for High-School Students Using Scratch	Espanha
C ₄	2020	Montes-León et al.	Improving computational thinking in secondary students with unplugged tasks -Mejora del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Secundaria con Tareas Unplugged	Espanha
C ₅	2020	Bedar & AlShboul	The effect of using STEAM approach on developing computational thinking skills among high school students in Jordan	Jordânia
C ₆	2021	Azevedo & Maltempi	Robotic Inventions for Parkinson's Treatment: Computational Thinking and Mathematical Education	Brasil
C ₇	2021	Buitrago-Flórez et al.	Fostering 21st Century Competences through Computational Thinking and Active Learning: A Mixed Method Study	Colômbia

C ₈	2022	Azevedo & Maltempi	<i>Formative Context of Robotic-Mathematical Invention: Computational Thinking and Critical Mathematics</i>	Brasil
C ₉	2022	Huang & Qiao	<i>Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School</i>	China

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme evidenciado no Quadro 1, ao considerar os parâmetros do banco de dados e a delimitação do problema de pesquisa, as publicações tiveram início no ano de 2015, totalizando 9 trabalhos. Em menor frequência, identificamos uma publicação divulgada em 2015 e outra em 2018. Uma análise adicional relevante em relação aos dados coletados é a distribuição das publicações por país, fornecendo uma visão das nações que mais contribuem com pesquisas na área específica de aprendizagem de Matemática de estudantes do Ensino Médio com o uso do Pensamento Computacional.

Mediante o escrutínio realizado através dos critérios de elegibilidade, observamos uma baixa diversidade nas afiliações dos autores dos estudos verificados. Os resultados indicam que 22,2% dos estudos foram conduzidos por pesquisadores brasileiros, enquanto 33,4% envolveram colaborações entre autores de diferentes países, tais como China, Colômbia e Jordânia. Constatamos também que 22,2% dos artigos foram produzidos por instituições espanholas, e outros 22,2% resultaram de pesquisadores dos EUA.

Essa análise sublinha a carência premente de ampliar as pesquisas no campo específico do uso do Pensamento Computacional no campo da aprendizagem de Matemática de estudantes do Ensino Médio. Apesar da escassez de estudos identificados, os resultados obtidos continuam a fornecer *insights* relevantes, destacando, assim, a importância de uma investigação mais aprofundada sobre o tema. A partir da análise dos nove trabalhos, categorizamos as principais práticas/atividades pedagógicas e abordagens didático-metodológicas empregadas no processo de aprendizagem em Matemática de estudantes do Ensino Médio com o uso do Pensamento Computacional como ferramenta pedagógica, conforme apresentado na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Categoria: Atividades/Abordagens e Resultados Relativos

Abordagens	Códigos	Valores absolutos (n)	Percentuais Relativos (n ÷ 9)
Mão Na Massa	C ₂ , C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈	6	≅ 66,6%
STEAM	C ₁ , C ₅ ; C ₉	3	≅ 33,3%
Resolução de Problema	C ₁ , C ₂ , C ₃ , C ₄ ; C ₆ ; C ₅ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	9	≅ 100%
Modelagem (2D e 3D)	C ₂ ; C ₃ ; C ₅ ;	3	≅ 33,3%
Robótica e eletrônica	C ₄ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	5	≅ 55,5%
Código e Programação	C ₂ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₆ ; C ₈ ; C ₉	6	≅ 66,6%
Simuladores	C ₁ , C ₃ ; C ₅ ; C ₈	4	≅ 44,4%
Materiais Concretos	C ₂ ; C ₄ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈	5	≅ 55,5%
Investigação Colaborativa	C ₁ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	7	≅ 77,7%
Inteligência Artificial (IA)	C ₃ , C ₉	2	≅ 22,2%

Fonte: Elaborado pelo autor

Após uma análise criteriosa dos nove artigos, foi possível identificar e categorizar as principais atividades e abordagens empregadas no processo de aprendizagem da Matemática. Os resultados revelam uma gama variada de estratégias adotadas pelos pesquisadores, refletindo a diversidade de abordagens no campo educacional. A prática mais amplamente utilizada, presente em todos os estudos analisados, foi a resolução de problemas, com uma incidência de 100%. Isso ressalta a centralidade dessa estratégia no contexto de aprendizagem de Matemática, corroborando com a literatura que a considera fundamental para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas dos estudantes.

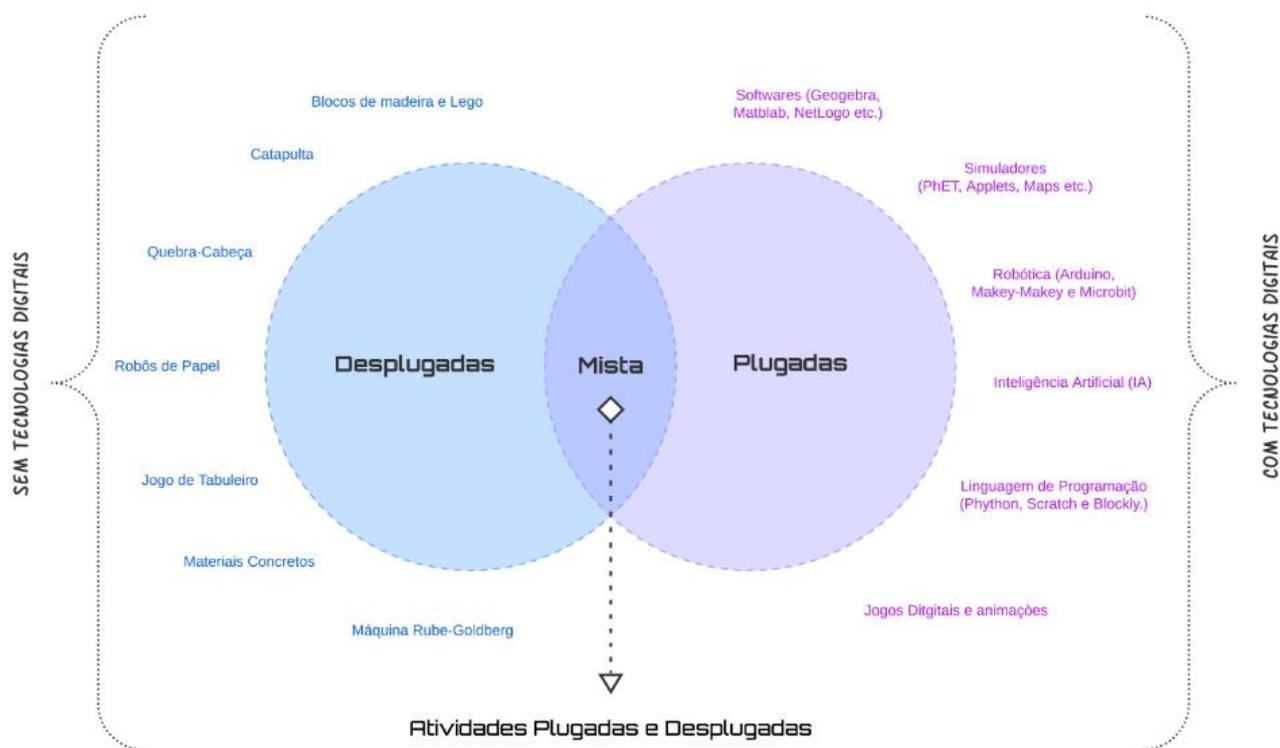
Outras práticas comumente adotadas incluíram atividades práticas “Mão na Massa” (66,6%), o uso de linguagem de programação (66,6%), investigação colaborativa (77,7%) e o emprego de materiais concretos (55,5%). Essas estratégias demonstram a ênfase dos pesquisadores na promoção de uma abordagem mais *hands-on* e colaborativa na construção de conhecimento Matemático dos estudantes do Ensino Médio.

Por outro lado, abordagens como o uso de Inteligência Artificial (IA) (22,2%) e modelagem tridimensional (33,3%) foram menos prevalentes. Esses resultados sugerem uma possível lacuna na adoção de tecnologias mais avançadas e complexas na aprendizagem de Matemática. É importante ressaltar que o *STEAM* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) emergiu como uma abordagem significativa, adotada em aproximadamente um terço dos estudos. Isso indica um reconhecimento crescente da

importância da integração de diferentes disciplinas para enriquecer a aprendizagem Matemática e preparar os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo.

Destarte, os trabalhos mapeados evidenciam a diversidade de abordagens na aprendizagem de Matemática, destacando a necessidade de uma abordagem holística para promover uma educação Matemática atual, significativa e ativa. A seguir, apresentamos um diagrama de Venn que destaca as principais atividades identificadas nos 9 trabalhos analisados. Nosso objetivo foi não apenas identificar as ferramentas utilizadas, mas também categorizá-las em três grupos distintos com o uso do Pensamento Computacional no desenvolvimento de atividades de Matemática. No lado esquerdo do diagrama, estão representadas as atividades desplugadas, ou seja, aquelas que não envolvem o uso de tecnologias digitais. No centro, encontram-se as atividades mistas, que combinam elementos das abordagens plugadas e desplugadas. Por fim, no lado direito, estão as ferramentas que fazem uso de tecnologias digitais. Este diagrama nos permite visualizar de forma organizada as perspectivas adotadas pelos pesquisadores no processo de aprendizagem de Matemática com o uso do Pensamento Computacional no Ensino Médio.

Diagrama 1: Diagrama de Venn: Principais atividades (des)plugadas identificadas nas pesquisas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a análise detalhada das atividades presentes nos 9 trabalhos, conforme ilustrado no Diagrama de Venn, foi possível categorizá-las em três grupos distintos: atividades mistas, atividades plugadas e atividades desplugadas com o uso do PC na aprendizagem de Matemática. Das atividades identificadas, as categorias mistas compreendem os conjuntos C_1 , C_2 , C_5 , C_6 , C_7 e C_8 , totalizando 66,6% do total. Essas atividades são caracterizadas pelo uso combinado de abordagens tanto plugadas quanto desplugadas, sugerindo uma integração equilibrada entre tecnologia digital e métodos que não utilizam tecnologias digitais na aprendizagem de Matemática. Por outro lado, as atividades exclusivamente plugadas, representadas pelos conjuntos C_3 , C_4 e C_9 , correspondem a 33,3% do total, indicando uma presença isolada de tecnologias digitais no processo de aprendizagem Matemática com uso de *ferramentas* Matemáticas e placas robóticas. Porém, a ausência de atividades desplugadas (isoladas) nos resultados da pesquisa sugere uma falta de utilização de métodos que não envolvam o uso de tecnologias digitais. Embora teoricamente seja possível aplicar o Pensamento Computacional sem recorrer a essas tecnologias, isso não foi refletido nos trabalhos analisados.

A predominância de abordagens mistas e plugadas destaca a predominância dos trabalhos analisados no recorte temporal realizado. Os nove trabalhos identificados na literatura acadêmica fornecem uma ampla gama de evidências sobre os benefícios do uso de ferramentas Matemáticas desplugadas e híbridas (mistas) no contexto educacional e científico. Esses estudos destacam consistentemente os seguintes aspectos: (i) *desenvolvimento* da lógica Matemática, (ii) *compreensão* de conceitos matemáticos, (iii) *engajamento* e aprendizagem mais ativa, (iv) *investigação* aprofundada de conceitos algébricos e geométricos, (v) *preparação* para um mundo mais tecnológico e dinâmico, (vi) *experimentação* com construções computacionais e algébrico-geométricas, (vii) *assimilação* intuitiva, analítica e espacial dos conhecimentos matemáticos, (viii) *integração* interdisciplinar entre diferentes áreas do conhecimento e (ix) *resolução* de problemas.

Esses estudos fornecem dados para compreender o impacto positivo que essas ferramentas podem ter no processo de aprendizagem da Matemática, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e atuante para os alunos. Por meio de uma análise estratificada, conseguimos discernir os principais tópicos de Matemática abordados, classificando-os em cinco conjuntos de conhecimento, conforme Quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Categoria: Conhecimentos Matemáticos e principais conteúdos

Conhecimentos de Matemática	Códigos	Exemplos de conteúdos
<i>Álgebra/Aritmética</i>	C ₁ ; C ₂ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	Números reais; operadores booleanos; lógica recursiva e operadores matemáticos; equações, funções matemáticas; inequações algébricas; proporção; escala; dentre outros;
<i>Geometria</i>	C ₁ ; C ₂ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	Gráficos, transformações geométricas (translação, rotação, etc.); áreas de figuras poligonais; métricas, volume de sólidos poliedros e corpos redondos; noções espaciais; projeções, etc.
<i>Trigonometria</i>	C ₈ ; C ₆	Funções Seno e Cosseno; Relações no Triângulo Retângulo e no círculo trigonométrico; coordenadas polares; etc.
<i>Estatística/Probabilidade</i>	C ₁ ; C ₈	Números aleatórios (algoritmos computacionais); tratamento da informação (dados, planilhas, tabelas, etc.); Noções de medidas de tendência central e dispersão.
<i>Interdisciplinar/Aplicação (computação, física, etc.)</i>	C ₁ ; C ₃ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	Linguagem de Programação, operadores lógicos, laços de repetição, velocidade média, aceleração, gravidade, etc.

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise da tabela revela a distribuição de cinco distintos grupos de conhecimentos matemáticos e os principais conteúdos destacados nos trabalhos examinados. Uma observação fundamental é que todos os estudos analisados demonstram a integração do Pensamento Computacional nos grupos de Álgebra/Aritmética e Geometria, totalizando 100% de abordagem nessas áreas. Isso sugere uma prevalência de pesquisas que se fundamentam em conceitos matemáticos fundamentais para explorar questões mais complexas, como evidenciado pela presença da trigonometria em 22,2% dos estudos.

Ressaltamos que a maioria dos trabalhos que incorpora o Pensamento Computacional no processo de aprendizagem em Matemática no contexto de formação não se limita exclusivamente aos conceitos e propriedades de álgebra e geometria, mas também incorpora conhecimentos interdisciplinares de áreas como computação e física em aproximadamente 80% dos estudos analisados. Essas sistematizações indicam uma ruptura com a visão tradicional de conhecimentos isolados, sugerindo uma interconexão entre esses domínios, em contraposição à concepção de compartimentos estanques.

A partir das atividades pedagógicas descritas nos estudos mapeados, foram identificadas e categorizadas as principais ideias do Pensamento Computacional para resolver problemas matemáticos no ambiente de sala de aula. Para essa finalidade, reorganizamos as características do Pensamento Computacional atreladas à aprendizagem de Matemática (Resnick, 2017; Valente, 2016; Barba, 2016; Azevedo, 2022) em seis grupos principais, a saber: reconhecimento de padrões, abstração, composição e

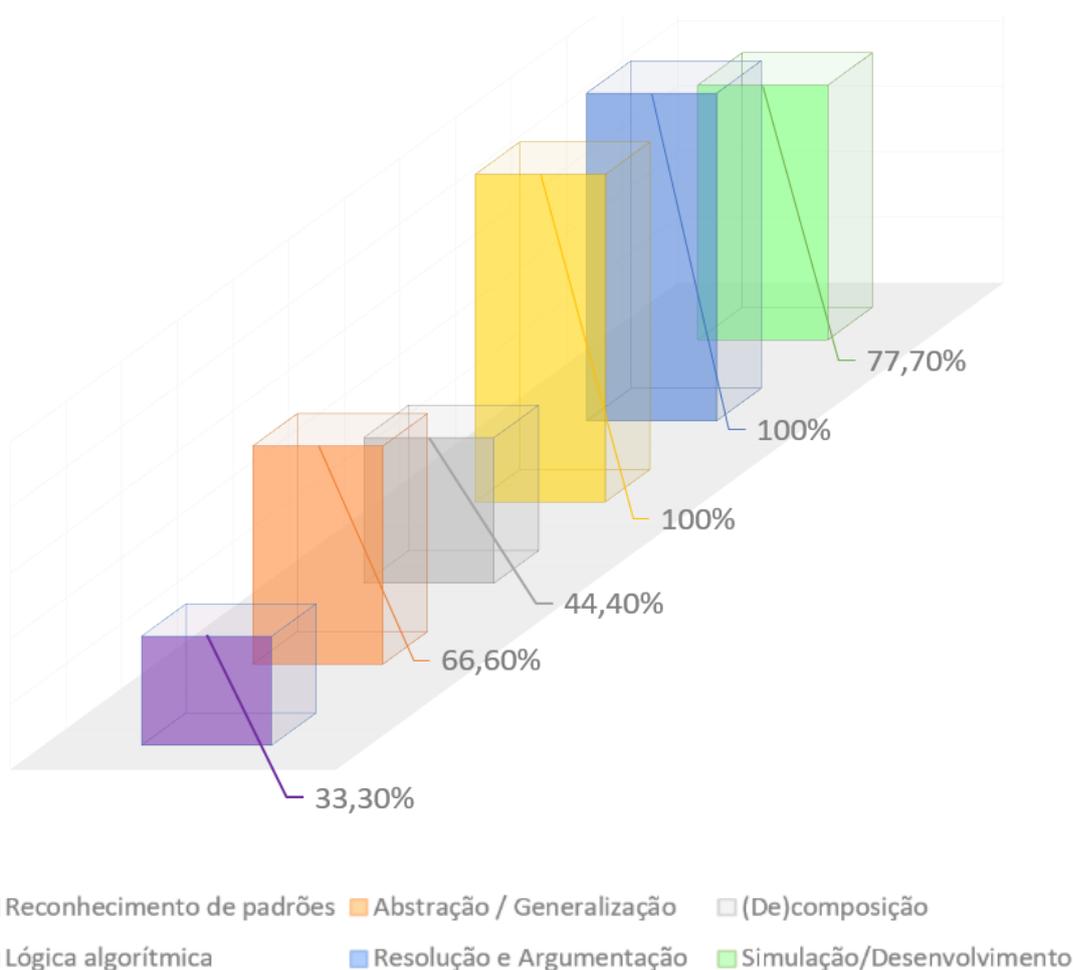
decomposição, algoritmo, resolução e argumentação; simulação e desenvolvimento. Esta análise pode ser visualizada tanto na Tabela 3 quanto no Gráfico 1 a seguir:

Tabela 3: Categoria: Contribuições do Pensamento Computacional na Aprendizagem de Matemática

PC & Aprendizagem de Matemática	Códigos	Valor Absoluto
Reconhecimento de padrões	C ₃ ; C ₆ ; C ₈	3
Abstração / Generalização	C ₃ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₈ ; C ₉	5
(De)composição	C ₂ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₈	4
Lógica algorítmica	C ₁ ; C ₂ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	9
Resolução e Argumentação	C ₁ ; C ₂ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₇ ; C ₈ ; C ₉	9
Simulação/Desenvolvimento	C ₁ ; C ₃ ; C ₄ ; C ₅ ; C ₆ ; C ₈ ; C ₉	7

Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 1: Categoria: Contribuições do Pensamento Computacional na Aprendizagem de Matemática



Fonte: Elaborado pelo autor

Com base no Tabela 3 e no Gráfico 1, os dados revelam que o *Reconhecimento de Padrões*, embora presente em apenas um terço dos artigos ($\cong 33,3\%$), desempenha um papel fundamental na identificação de regularidades em problemas matemáticos, facilitando sua resolução. Por outro lado, a *Abstração/Generalização*, identificada em dois terços dos artigos ($\cong 66,6\%$), permite aos alunos extrair princípios gerais a partir de exemplos específicos, promovendo uma compreensão mais profunda e a aplicação flexível de conceitos matemáticos em diferentes contextos. O (De)composição, presente em quase metade dos trabalhos mapeados, contribui para uma abordagem estruturada na resolução de problemas, dividindo-os em partes menores mais gerenciáveis ou combinando soluções de componentes individuais no processo de simulação de dados e eventos, desenvolvimento de dispositivos robóticos, no desenvolvimento de aplicativos com linguagem de programação e até mesmo na construção de materiais concretos (e.g., Rube-Goldberg e Catapulta). Conforme resultados dos mapeados, essa habilidade promove a compreensão de problemas complexos e a aplicação de estratégias eficientes.

Verificamos que a *Lógica Algorítmica* e a *Resolução e Argumentação* foram identificadas em todos os artigos analisados. Conforme autores (C_1-C_9), a primeira envolve a aplicação de sequências lógicas e analíticas de instruções para resolver problemas, enquanto a segunda diz respeito à capacidade de justificar ideias e comunicar soluções. Ambas promovem a compreensão dos conceitos matemáticos e o desenvolvimento do pensamento argumentativo matemático, favorecendo a comunicação de ideias matemáticas no contexto formativo. Por fim, a *Simulação/Desenvolvimento*, identificada na maioria dos artigos, permite aos alunos explorar conceitos matemáticos de forma prática e visual, facilitando a compreensão e a aplicação dos objetos em contextos reais.

Considerando os resultados obtidos através da análise dos trabalhos investigados, evidenciamos a interconexão dos elementos do Pensamento Computacional e sua potencial contribuição para o desenvolvimento da aprendizagem Matemática, particularmente no contexto da resolução de problemas. A amalgamação desses atributos, conforme indicado pelas pesquisas examinadas, pode proporcionar uma abordagem significativa na aprendizagem de Matemática, capacitando os estudantes para lidar com desafios de natureza complexa e resolver problemas com o Pensamento Computacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa consistiu em uma análise sistemática da literatura, cobrindo estudos publicados até 2023, sem restrições de início, que exploram o cenário das pesquisas sobre o uso do Pensamento Computacional como ferramenta pedagógica no processo de aprendizagem de Matemática para estudantes do Ensino Médio de diferentes nacionalidades. Os dados apontam que o Pensamento Computacional engloba uma série de habilidades fundamentais que incluem tanto conceitos computacionais quanto matemáticos, e podem ser cultivadas por estudantes do Ensino Médio. Esta capacitação possibilita vantagens significativas para a aprendizagem em Matemática, conforme detalhado na seção de análise e discussão dos resultados deste estudo. No entanto, é crucial compreender as interações entre o Pensamento Computacional e as práticas pedagógicas em Matemática, assim como o uso de tecnologias específicas para a compreensão e formulação de estratégias na resolução de problemas matemáticos.

Observamos uma escassez de pesquisas que se dedicam a apresentar experiências didático-metodológicas utilizando os conteúdos de Matemática e conhecimentos correlatos, destinadas aos alunos do Ensino Médio. Apesar da limitada quantidade de estudos nessa área, é possível identificar uma ampla variedade de conhecimentos matemáticos, dentre os quais se destacam: Geometria, Álgebra e Aritmética, Trigonometria, Estatística e Probabilidade, além de conhecimentos correlatos/aplicáveis da Matemática, como Física, Engenharia e Computação, presentes nos trabalhos identificados. A seção analítica deste estudo também evidencia o desenvolvimento das atividades propostas pelos estudantes, que vão desde o uso de materiais concretos, como a construção de catapultas e máquinas de Rube-Goldberg, até trabalhos que exploram conceitos de Inteligência Artificial.

À luz das categorias de análise, percebemos uma ampla gama de evidências sobre os benefícios do uso de ferramentas Matemáticas desplugadas e híbridas (mistas) no contexto educacional e científico. Esses estudos consistentemente destacam o desenvolvimento da lógica Matemática, a compreensão de conceitos matemáticos, o engajamento e aprendizagem mais ativa, a investigação aprofundada de conceitos algébricos e geométricos, a preparação para um mundo mais tecnológico e dinâmico, a experimentação com construções computacionais e algébrico-geométricas, a assimilação intuitiva, analítica e espacial dos conhecimentos matemáticos, a integração interdisciplinar entre diferentes áreas do conhecimento e o aprimoramento de resolução de problemas.

Ao revisar os trabalhos, inferimos que as estratégias pedagógicas e ferramentas empregadas em pesquisas que utilizam o Pensamento Computacional no contexto de aprendizagem do Ensino Médio abrangem uma variedade de estratégias. Estas incluem a organização das atividades de aprendizagem de forma a facilitar a compreensão dos alunos, o estímulo ao engajamento ativo, a correlação entre os conceitos matemáticos e sua aplicação prática, bem como sua interconexão com outros campos do conhecimento. Há uma ênfase na promoção da criatividade dos alunos na resolução de problemas, no desenvolvimento do raciocínio e na identificação de padrões (regularidades) recorrentes.

Por fim, este mapeamento da literatura vigente objetivou proporcionar uma visão abrangente do cenário educacional no Ensino Médio, oferecendo possibilidades para que outros pesquisadores e professores possam conhecer práticas, conhecimentos matemáticos, trabalhos e tecnologias (ferramentas: robóticas, jogos, simuladores) utilizados na aprendizagem de Matemática com o emprego do Pensamento Computacional no Ensino Médio. Entretanto, há ainda áreas pouco exploradas pela comunidade científica, como públicos-alvo específicos, bem como fontes didático-pedagógicas e metodológicas. Esse cenário, evidente no âmbito da Educação Matemática, destaca a necessidade de investigações adicionais e mais detalhadas para preencher as lacunas identificadas.

REFERÊNCIAS

- Al-Haj Bedar, R., & Al-Shboul, M. A. (2020). The Effect of Using STEAM Approach on Developing Computational Thinking Skills among High School Students in Jordan. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(14), pp. 80–94. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i14.14719>
- Almeida, M. E. B.; Valente, J. A. (2012). Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. *Currículo sem Fronteiras*, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 57-82.
- Azevedo, G. T. (2022). *Processo formativo em Matemática: invenções robóticas para o Parkinson*. 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Azevedo, G. T.; Maltempi, M. V. (2021). Invenções robóticas para o Tratamento de Parkinson: Pensamento Computacional e formação Matemática. *Bolema* [online]. 2021, vol. 35, n.69, pp.63-88. abril. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a04>. Acesso em 10 out. 2023.
- Azevedo, G. T.; Maltempi, M. V.; Powell, A. (2022). Contexto Formativo de Invenção Robótica-Matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica. *Bolema* [online]. vol.36, n.72, pp.214-238. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a10>. Acesso em 17 out. 2023.

- Barba, L. (2016). *Computacional Thinking: I do not think it means what you think it means*. Disponível em: < <https://lorenabarba.com/blog/computational-thinking-i-do-not-think-it-means-what-you-think-it-means/>>. Acesso em: 02 mai. 2023
- Brasil, Lei n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. *Lei De Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: Senado Federal, 2ª ed., 2018. Disponível: < https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_base_s_2ed.pdf > Acesso em: 10 de junho de 2023.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (2018). *Base nacional comum curricular: Ensino Médio. Brasília, DF*.
- Caglar, F.; Shekhar, S.; Gokhale, A.; Basu, S.; Rafi, T. C. (2015) Cloud-hosted simulation-as-a-service for high school STEM education. *Simulation Modelling Practice and Theory* (ScienceDirect), v. 58, part 2, p. 255-273.
- Christina (Yu) Pei, David Weintrop & Uri Wilensky (2018). Cultivating Computational Thinking Practices and Mathematical Habits of Mind in Lattice Land. *Mathematical Thinking and Learning*, 20:1, 75-89, DOI: 10.1080/10986065.2018.1403543
- Denzin, N. K & Lincoln, Y. S (2000). Introduction: the discipline and practice of qualitative research. *Handbook of qualitative research*. 2nd. ed. London: Sage, p. 1-28
- Foster, I. (2006). Computing: a two-way street to science's future. *Nature*, 440(7083), 419.
- ISTE & COSTA. (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. Disponível em: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>. Acesso em 07 de mar. 2024.
- ISTE (2014). Computational thinking for all. ISTE. Standards for students. Disponível em: https://edtechbooks.org/k12handbook/computational_thinking. Acesso em: 06 de mar. de 2024.
- J. Estevez, G. Garate and M. Graña. (2019). Gentle Introduction to Artificial Intelligence for High-School Students Using Scratch," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 179027-179036, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2956136.
- Montes-León, H., Hijón- Neira, R., Pérez-Marín, D., & Montes-León, S. R. (2020). Improving computational thinking in secondary students with unplugged tasks. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 12. <https://doi.org/10.14201/eks.23002>
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, Dordrecht, v. 1, n. 1, p. 95-123.
- Papert, S. (2008). *A máquina das crianças: repensando a escola na era informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers and play*. Cambridge: MIT Press.

- SBC. (2023). Sociedade Brasileira de Computação. (2023). Disponível em: <https://www.sbc.org.br/>. Acesso em: 06 de mar. 2024.
- Sheldon, E. (2017). Computational thinking across the curriculum. Disponível em: <https://www.edutopia.org/blog/computational-thinking-across-the-curriculum-eli-sheldon>. Acesso em 06 de mar. 2024.
- Valente, J. A. (2016). Integração do Pensamento Computacional no Currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de Formação de professores e avaliação do Aluno. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v.14, n.03, p. 864 – 897 jul./set, 2016.
- Weintrop D, Wilensky U (2013). RoboBuilder: a computational thinking game. In Proceeding of the 44th ACM technical symposium on computer science education. ACM, Denver, pp 736–736.
- Wilensky U, Rand W (2015) An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social and engineered complex systems with NetLogo. MIT Press, Cambridge.
- Wing, J. M. (2011). *Research Notebook: Computational Thinking: what and why*. TheLink, Disponível em: < <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> >. Acesso em: 28 jul. 2023.
- Buitrago-Flórez, F., Danies, G., Restrepo, S., & Hernández, C. (2021). Fostering 21st century competences through computational thinking and active learning: a mixed method study. *International Journal of Instruction*, 14(3), 737754. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14343a>
- Huang, X., Qiao, C. (2022). Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>

NOTAS DA OBRA

TÍTULO:

Pensamento Computacional e Aprendizagem de Matemática no Ensino Médio com uso de Ferramentas tecnológicas.

Greiton Toledo de Azevedo

Doutor em Educação Matemática

Instituto Federal Goiano, departamento de Matemática, Ipameri, Brasil.

greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2681-1915>

Endereço de correspondência do principal autor

Instituto Federal Goiano, Instituto Federal Goiano - Câmpus Avançado Ipameri.

Av. Vereador José Benevenuto, Qd. 11, s/n

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. T. Azevedo,

Coleta de dados: G. T. Azevedo.

Análise de dados: G. T. Azevedo.

Discussão dos resultados: G. T. Azevedo.



CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO – uso exclusivo da revista

Os autores cedem à **Revemat** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista

Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EQUIPE EDITORIAL – uso exclusivo da revista

Méricles Thadeu Moretti
Rosilene Beatriz Machado
Débora Regina Wagner
Jéssica Ignácio
Eduardo Sabel

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista

Recebido em: 07-03-2024 – Aprovado em: 14-10-2024

