



Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Sociais e Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação

Elias Alves Gusmão



**Possíveis relações dos pilares do Pensamento
Computacional com as etapas da resolução de
problemas de George Polya e os níveis da
taxonomia de Bloom**

**Belém-Pará
2026**

Elias Alves Gusmão

**Possíveis relações dos pilares do Pensamento Computacional
com as etapas da resolução de problemas de George Polya e os
níveis da taxonomia de Bloom**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Educação pelo
Programa de Pós-Graduação em Educação,
Universidade do Estado do Pará.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores e Práticas
Pedagógicas

Orientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

**Belém-Pará
2026**

***Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará***

0G982p Gusmão, Elias Alves

Possíveis relações dos pilares do pensamento computacional com as etapas da resolução de problemas de George Polya e os níveis da taxonomia de Bloom / Elias Alves Gusmão. — Belém, 2026.
106 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá
Dissertação (Pós-Graduação em Educação) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2026.

1. Pensamento computacional. 2. Resolução de problemas. 3. Taxonomia de Bloom. 4. Educação Matemática. 5. Formação de professores. I. Título.

CDD 22.ed. 51100000

Elaborado por Priscila Melo CRB2/1345

Elias Alves Gusmão

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Estado do Pará.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores e Práticas Pedagógicas

Data de aprovação:

Banca examinadora:

_____.Orientador

Prof. Dr. Pedro Franco de Sá
Universidade do Estado do Pará

_____. Examinadora (Interna)

Prof. Dr. Marta Genú Soares
Universidade do Estado do Pará

_____. Examinador (Externo)

Prof. Dr. José Ricardo e Souza Mafra
Universidade Federal do Oeste do Pará

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação da Universidade do Estado do Pará (PPGED-UEPA) por receber meu projeto e contribuir com o desenvolvimento da educação na amazônia.

Ao meu orientador, Professor Pedro Franco de Sá, pelo auxílio nesse percurso.

Agradeço à minha família e, principalmente, à minha mãe, pelo apoio recebido.

RESUMO

Esta pesquisa investigou as possíveis relações entre os pilares do Pensamento Computacional (PC), as etapas de resolução de problemas propostas por George Polya e os níveis da Taxonomia de Bloom. O objetivo central foi analisar como essas estruturas teóricas se articulam e se manifestam nos documentos oficiais da educação brasileira, como a BNCC e a Lei nº 14.533/2023. A metodologia caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa de natureza teórica e documental, estruturada em etapas de revisão bibliográfica, sistematização de descritores e análise analógica. Por meio da revisão de estudos, estabeleceu-se uma correlação entre os pilares do PC (Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos) e as categorias de Polya e Bloom, resultando na construção de um quadro síntese inédito. Conclui-se que a integração funcional proposta pelo quadro contribui para a formação de professores ao converter teorias complexas em um instrumento prático de planejamento. Os resultados oferecem aos docentes de Matemática um referencial de análise que potencializa os saberes pedagógicos do conteúdo, permitindo identificar e transformar o uso do PC em livros didáticos em recursos estratégicos para o desenvolvimento de processos cognitivos superiores e para a promoção da autonomia intelectual dos estudantes.

Palavras-chave: Pensamento Computacional. Resolução de Problemas. Taxonomia de Bloom. Educação Matemática. Formação de Professores.

ABSTRACT

This research investigated the possible relationships between the pillars of Computational Thinking (CT), the problem-solving stages proposed by George Polya, and the levels of Bloom's Taxonomy. The central objective was to analyze how these theoretical structures are articulated and manifested in Brazilian official educational documents, such as the BNCC and Law No. 14,533/2023. The methodology was characterized as qualitative research of a theoretical and documentary nature, structured in stages of bibliographic review, systematization of descriptors, and analogical analysis. Through the review of studies, a correlation was established between the pillars of CT (Decomposition, Pattern Recognition, Abstraction, and Algorithms) and the categories of Polya and Bloom, resulting in the construction of an unprecedented synthesis framework. It is concluded that the functional integration proposed by the framework contributes to teacher training by converting complex theories into a practical planning tool. The results offer Mathematics teachers an analytical framework that enhances pedagogical content knowledge, allowing them to identify and transform the use of PC in textbooks into strategic resources for the development of higher-order cognitive processes and the promotion of students' intellectual autonomy.

Keywords: Computational Thinking. Problem Solving. Bloom's Taxonomy. Mathematics Education. Teacher Training

.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os diferentes tipos de pensamento matemático	26
Figura 2 – Modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)	43
Figura 3 – Organização das categorias da Taxonomia de Bloom	73
Figura 4 – Infográfico da Síntese Integradora entre PC, Polya e Bloom.	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos sobre PC e formação de professores	15
Quadro 2 – Resumo conceitual dos pensamentos.	27
Quadro 3 - PC na visão de alguns autores.	36
Quadro 4 - Organização dos agrupamentos	39
Quadro 5 – Seções da BNCC e ocorrência do PC	50
Quadro 6 - Habilidade e descrição	54
Quadro 7 - Objetivos de aprendizagem - computação na Educação Básica	61
Quadro 8 - Caráter bidimensional da Taxonomia revisada de Bloom.	73
Quadro 9 - As habilidades do PC e as categorias da taxonomia de Bloom	79
Quadro 10 - Síntese que relaciona bloom, polya e PC	92

SUMÁRIO

Belém-Pará	1
2026	1
Belém-Pará	2
2026	2
1 INTRODUÇÃO	12
2 ESTUDOS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL	15
2.1 PESQUISAS RELACIONADAS	15
2.2 O QUE É PENSAMENTO?	25
2.3 PANORAMA DAS PESQUISAS EM PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL	30
2.3.1 ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM PESQUISAS RECENTES	31
2.3.2 O HIATO NA ARTICULAÇÃO TRIÁDICA: PC, POLYA E BLOOM	32
3. PENSAMENTO COMPUTACIONAL E PILARES	34
3.1 PC E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	41
4. O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NOS DOCUMENTOS OFICIAIS EDUCACIONAIS BRASILEIROS	45
4.1 BNCC E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL	47
4.2 COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC DE MATEMÁTICA ASSOCIADAS AO PC	52
4.3 RESOLUÇÃO CNE/CEB Nº 2, DE 21 DE MARÇO DE 2025	56
4.4 LEI Nº 14.533, DE 11 DE JANEIRO DE 2023 (LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL)	57
4.5 COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA, COMPLEMENTANDO A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)	58
4.6 PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO (PNLD)	64
4.6.1 OBJETIVO DA PNLD	68
5 A TAXONOMIA DE BLOOM	70
5.1. A TAXONOMIA DE BLOOM	70
5.2 CATEGORIA DA TAXONOMIA DE BLOOM	75
5.2.1 CATEGORIA LEMBRAR	75
5.2.2 CATEGORIA ENTENDER	76
5.2.3 CATEGORIA APLICAR	76
5.2.4 CATEGORIA ANALISAR	77
5.2.5 CATEGORIA AVALIAR	77
5.2.6 CATEGORIA CRIAR	78
5.3 BLOOM E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL	78
5.4 TAXONOMIA DE BLOOM E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	80
6. George Polya	82

6.1 A ARTE DE RESOLVER PROBLEMAS DE GEORGE POLYA	83
6.1.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA	84
6.1.2 ESTABELECEER UM PLANO	85
6.1.3 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO	86
6.1.4 RETROSPECTIVA	87
6.2 POLYA E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL	87
6.3 POLYA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	89
6.4 PROPOSTA DE VÍNCULO ENTRE BLOOM, POLYA E O PC	90
6.5 A PROPOSTA DE VÍNCULO ENTRE BLOOM, POLYA E O PC E O IMPACTO DA INTEGRAÇÃO NA PRÁXIS DOCENTE	95
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

É uma realidade a implementação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no âmbito educacional. O sistema de ensino proporciona várias oportunidades de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, estimulando os pesquisadores a buscar soluções que se ajustem à estrutura pedagógica atual. Portanto, é crucial desenvolver práticas pedagógicas que promovam o aprimoramento do raciocínio computacional para se adequar ao novo perfil do aluno da cultura digital.

Minha atuação na docência iniciou-se em 2013 como tutor nos cursos modalidade à distância de Licenciatura em Matemática (presencial) e Licenciatura em Física (remoto). Em 2015 fui professor bolsista do Pronatec (Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego). Em 2023, realizei a seleção de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGED) na Universidade Estadual do Pará (UEPA), e ao ingressar pude estudar na linha de formação de professores as práticas pedagógicas para o uso das tecnologias nas aulas de matemática.

Nesse percurso, percebeu-se que a relevância desta pesquisa ancora-se na necessidade premente de fortalecer a formação docente frente aos novos paradigmas da educação digital. Conforme aponta Tardif (2014), o saber docente é um saber plural, formado pelo amálgama de conhecimentos provenientes da formação profissional, dos currículos e da experiência prática.

Com o avanço tecnológico, a inserção da computação na Educação Básica tornou-se imprescindível. Discute-se as habilidades requeridas para o desenvolvimento do aluno. Com base na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que organizou competências relacionadas à computação em três áreas: pensamento computacional (PC), mundo digital e cultura digital. No Ensino Fundamental, o PC se tornou mais proeminente no ensino de Matemática nos anos finais, destacando competências matemáticas como Números e Álgebra podem ajudar no seu desenvolvimento, pois esses conhecimentos ajudam a transformar problemas cotidianos em fórmulas e algoritmos que ajudam na sua resolução.

As concepções sobre o PC, bem como sua relevância, têm se destacado na educação, e Seymour Papert, um dos precursores dessa abordagem, fez referência a um tipo de pensamento que demandava habilidades que poderiam ser facilmente aprimoradas através do uso de programação e computadores. Jeannette Wing definiu inicialmente o pensamento computacional como PC em uma publicação de 2006, no artigo intitulado Computational Thinking, publicado na seção Viewpoint da revista Communications of the ACM (Wing, 2006).

No contexto das escolas públicas, o livro didático é um dos recursos mais amplamente disponíveis e empregados em todas as áreas do saber, especialmente na Matemática. Acredita-se que este material deve auxiliar em situações-problema que contribuam para o desenvolvimento de competências como o PC. Nesse processo, o professor desempenha um papel crucial como mediador e construtor do conhecimento. Cabe a ele a prerrogativa de selecionar o livro didático, uma escolha que perdurará por quatro anos e, portanto, exige critérios rigorosos de análise.

Contudo, para que essa seleção seja eficaz, é necessário compreender como as diretrizes educacionais integram o PC a metodologias já consolidadas. Ao propor uma integração entre o PC, a Resolução de Problemas e a Taxonomia de Bloom, este estudo não visa apenas a aplicação de ferramentas tecnológicas, mas a ampliação dos saberes pedagógicos do conteúdo de Shulman (1987) do professor de Matemática. A intenção é oferecer um recurso que auxilie o docente em sua prática reflexiva de Alarcão (2011), permitindo que ele atue como mediador de processos cognitivos complexos. Diante disso, surge o seguinte questionamento: Como os pilares do pensamento computacional se relacionam com as etapas de resolução de problemas de Polya e os níveis da Taxonomia de Bloom na perspectiva dos documentos oficiais?

Para responder a essa questão, este trabalho objetiva realizar uma análise da relação dos pilares do PC com as etapas de George Polya e os níveis da Taxonomia de Bloom, examinando documentos como a BNCC e a Lei nº 14.533 para fornecer aos professores uma percepção mais apurada sobre o uso desses pilares em livros didáticos de Matemática

Este estudo, fundamentado na importância do PC, busca atingir o seguinte objetivo: Examinar como os pilares do PC se relacionam com as etapas da resolução de problemas de George Polya e com os níveis da taxonomia de Bloom.

Para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Sistematizar as bases conceituais do Pensamento Computacional (PC), da Resolução de Problemas (Polya) e da Taxonomia de Bloom, identificando os pontos de intersecção cognitiva entre essas abordagens no ensino da Matemática;
- Elaborar uma proposta de integração teórica (articulação) entre os quatro pilares do PC, as etapas de Polya e os níveis de complexidade de Bloom, visando oferecer um *framework* de análise para a prática pedagógica;
- Articular os domínios do Pensamento Computacional, da Resolução de Problemas e da Taxonomia de Bloom em um modelo teórico unificado, evidenciando as conexões lógicas que sustentam a progressão cognitiva no ensino da Matemática;

Este estudo está estruturado em sete seções. Na seção dois, abordou-se os estudos sobre pensamento computacional. Na seção três os pilares e um aprofundamento sobre o PC são explorados. Na seção quatro, os documentos oficiais são detalhados na procura da utilização do PC. A quinta seção apresenta a resolução de problemas de George Polya. A sexta seção aborda os níveis da taxonomia de Benjamin Bloom e a proposta de articulação entre Bloom, Polya e PC. Finalmente, a seção sete é dedicada às conclusões finais.

2 ESTUDOS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Nesta seção apresentamos uma discussão sobre o pensamento computacional, iniciamos apresentando os estudos já realizados, como esse pensamento é utilizado nos documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e nos demais documentos oficiais utilizados na educação brasileira. Na próxima seção apresentaremos os estudos já realizados.

2.1 PESQUISAS RELACIONADAS

Para identificar publicações que incorporam o Pensamento Computacional (PC) e a matemática em materiais didáticos, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica com os descritores: “Livros didáticos”, “pensamento computacional”. No Quadro 1 apresentamos os resultados da pesquisa que abrangeu trabalhos de 2018 a 2024, disponíveis no banco de periódicos, dissertações e teses da Coordenação de Aperfeiçoamento para o Desenvolvimento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e nas dissertações do PROFMAT e PPGED/UEPA.

Quadro 1 - Estudos sobre PC e formação de professores

Tipo (dissertação e teses)	Título	Autor (a)	Instituição/Cidade/Ano	Objetivo do Trabalho
Dissertação	Uma análise das abordagens de recursos computacionais no conteúdo de funções quadráticas nos livros didáticos do ensino médio	Farias (2018)	Universidade Estadual da Paraíba / Campina Grande / 2018	Examinar a presença de recursos computacionais nos livros didáticos de matemática do ensino médio, destinados ao ensino de funções quadráticas.

Tipo (dissertação e teses)	Título	Autor (a)	Instituição/Cidade/Ano	Objetivo do Trabalho
Dissertação	A relação do PC com o ensino de Matemática na Educação Básica	L. da Silva (2019)	Universidade Estadual Paulista / Presidente Prudente / 2019	Apresentar a correlação entre as habilidades do PC com base no currículo apontado pela SBC, com a disciplina de Matemática, conforme as habilidades explicitadas na BNCC
Dissertação	PC: uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares	M. da Silva (2020)	Universidade Estadual Paulista / Bauru / 2019	Investigar as habilidades em potencial do PC no contexto da Educação Matemática no quesito das questões de Matemática dos vestibulares do estado de São Paulo, ENEM e dos documentos oficiais.
Dissertação	Análise das atividades de um livro didático relacionadas ao conceito de Fração à luz do PC	Bossi (2020)	Universidade Cruzeiro do Sul / São Paulo / 2020	Avaliação dos recursos informáticos contidos nos livros didáticos de matemática do primeiro ano do ensino médio e as competências

Tipo (dissertação e teses)	Título	Autor (a)	Instituição/Cidade/Ano	Objetivo do Trabalho
				que podem ser aprimoradas através do uso de softwares em ambiente escolar
Dissertação	PC na matemática da educação básica: análise de livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental	Silva (2023)	Universidade Federal da Fronteira Sul / Chapecó / 2023	Avalia as metodologias empregadas nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2024 para a disciplina de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental
Artigo	PC e algébrico em coleções de livros didáticos: possibilidades de implementação do proposto na BNCC	Perceval (2024)	Universidade Federal de Santa Maria / Santa Maria / 2024	Caracterizar como as habilidades relacionadas a construção de algoritmos, propostas na BNCC, em particular, na unidade álgebra, são contempladas nos livros didáticos de Matemática destinados aos

Tipo (dissertação e teses)	Título	Autor (a)	Instituição/Cidade/Ano	Objetivo do Trabalho
				Anos Finais do Ensino Fundamental,

Fonte: Elaborado pelo autor

Encontraram-se estudos relacionados à análise de livros didáticos sobre conteúdos relacionados à geometria, funções, matemática financeira e tendências pedagógicas, como a solução de questões. Apenas dois estudos têm análises de livros dos anos finais do ensino fundamental, incluindo PC foi o fato de que passou a ser obrigatório no PNLD 2024 para conforme o edital publicado em 2022.

O estudo de Silva (2020), que estudou quais competências do PC eram relevantes e necessárias para solucionar problemas de exames vestibulares. Esta pesquisa foi localizada na pesquisa conjunta de Matemática e PC, sendo notável por examinar questões de exames vestibulares e correlacionar com as competências do PC.

No estudo de Bossi (2020), intitulado “Análise das atividades de um livro didático”, as atividades de um livro didático foram analisadas. Em relação ao conceito de Fração sob a perspectiva do PC, o autor analisou um livro didático do 6o ano do ensino fundamental, aprovado pelo PNLD 2020. Ele concentrou a análise dos conceitos do PC especificamente no tópico de frações. Posteriormente, sugeriram-se modificações em atividades já presentes no livro para serem utilizadas para o uso de tarefas desconectadas (desplugadas).

O autor ressalta a relevância do estudo de frações e descreve algumas dificuldades encontradas que os estudantes possuem com o assunto.

Mesmo que, as representações fracionárias dos números racionais tenham sido abordados nos anos anteriores percebe-se que os alunos no terceiro ciclo (sexto e sétimo ano) ainda tem dificuldades de compreender os diferentes significados desse número, talvez seja porque as crianças tem menos contato com representações fracionárias nas situações do cotidiano, porém o seu estudo também se justifica, por ser fundamental para o desenvolvimento de outros conteúdos matemáticos, como proporções, equações, cálculo algébrico (BOSSI, 2020, p. 29).

O autor tem como discussão o conteúdo das frações para a análise dos livros didáticos e utilizou na adaptação das tarefas a teoria histórico-cultural de Vygotsky e o construtivismo de Papert. A avaliação dos livros didáticos envolveu a categorização das atividades presentes nos capítulos que abordavam conceitos e operações com frações, com base nos elementos do PC. Adicionalmente aos problemas, examinou-se as orientações didáticas presentes apenas no livro do docente e verificou-se que continham informações sobre o PC.

Outro aspecto notável nos resultados é a presença de alguns componentes do PC com maior frequência, como dados e correção. Por outro lado, um desses componentes não apareceu nem nas atividades nem nas orientações didáticas, a modelagem computacional. Isso evidencia que o livro didático examinado por Bossi (2020) poderia ser aprimorado através da inclusão de atividades que favorecessem o crescimento deste elemento.

Na sugestão de atividades, o enfoque foi a metodologia desplugada, porém Bossi (2020) destaca que quando viável, atividades conectadas são igualmente relevantes:

A pesquisa mostra na sugestão de atividade que existem habilidades do Pensamento Computacional que podem ser utilizados diretamente nas atividades sem o auxílio do computador, desta maneira é importante dizer que quando possível é interessante combinar o uso plugado, ou seja, utilizando o computador e o desplugado sem o uso do computador para o ensino e exploração das habilidades do Pensamento Computacional (BOSSI, 2020, p. 77).

O estudo de Farias (2018), intitulado “Uma análise das abordagens de recursos computacionais no conteúdo de funções quadráticas nos livros didáticos do ensino médio”, realiza uma avaliação dos recursos informáticos contidos nos livros didáticos de matemática do primeiro ano do ensino médio e as competências que podem ser aprimoradas através do uso de softwares em ambiente escolar.

Esta avaliação de livros didáticos teve como objetivo examinar a presença de recursos computacionais nos livros didáticos de matemática do ensino médio, destinados ao ensino de funções quadráticas. No estudo, Farias (2018) descreve

como o aumento do uso de tecnologia por crianças e jovens pode influenciar a estrutura da escola.

Uma das grandes questões ligadas à educação hoje, no Brasil e no mundo, diz respeito ao uso das tecnologias em sala de aula. Primeiro é preciso pensar o que isso provoca na escola, porque a utilização dos recursos computacionais na sala de aula causa uma grande revolução na maneira de ensinar e aprender, já que esses recursos podem proporcionar ao aluno a construção do seu próprio conhecimento (FARIAS, 2018, p. 15).

Este enquadramento do emprego de recursos informáticos na educação foi baseado em documentos nacionais que orientam a educação, tais como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio e Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Farias (2018) apresentou aspectos de como a aplicação de tecnologias pode auxiliar no ensino da Matemática e apresentou algumas competências que podem ser aprimoradas através do uso de tecnologias educacionais.

Utilizar esses recursos tecnológicos no ensino de matemática exige, além de conhecimento específico dos conceitos envolvidos, uma escolha de estratégia de resolução do problema, permitindo uma melhor compreensão do problema e dos conceitos ali apresentados com a manipulação e visualização dos objetos construídos. É uma atividade que coloca em funcionamento diferentes habilidades cognitivas como: o pensar matemático, o pensar estratégico e o pensar hierárquico (FARIAS, 2018, p. 31).

Utilizou-se como material didático do primeiro ano do ensino médio. Foram aprovadas 8 coleções distintas utilizadas no edital do PNLD de 2018. Na avaliação, a pesquisadora constatou que os livros didáticos oferecem sugestões de softwares que são capazes de ser empregados no aprendizado de conceitos ou na sugestão de atividades. Além da avaliação, um questionário foi aplicado a professores do Ensino Médio para averiguar se eles empregam recursos informáticos em suas aulas. As conclusões da avaliação de cada coleção são mostradas junto com imagens dos livros didáticos, destacando a existência de atividades que envolvem alguns softwares, como o GeoGebra e o Winplot.

No questionário respondido pelos docentes, muitos expressaram problemas ao utilizar os programas de computador recomendados nos livros

didáticos, mesmo com a exibição de exemplos durante a exposição do conceito ou no guia do docente.

Por fim, a maioria dos professores afirma não se sentir preparado para utilizar recursos computacionais em suas aulas desde a carga horária extensa, que dificulta o planejamento para essas atividades, como também pela falta de recursos como internet de boa qualidade e quantidade insuficiente de computadores na escola (FARIAS, 2018, p. 63).

O estudo de Farias (2018) destaca dois aspectos: a necessidade constante de atualização dos livros didáticos para refletir as mudanças sociais, a fim de aproximar a escola da realidade do aluno, e a necessidade de os docentes estarem preparados para tais alterações.

Similar aos estudos sobre análises de livros didáticos, a investigação de Silva (2020) sobre a análise de questões de vestibular com ênfase no PC, baseou-se em documentos nacionais como os PCNs e as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio. Nesta pesquisa, a BNCC foi destacada como o primeiro documento nacional a incorporar o PC como um instrumento crucial para o ensino de Matemática.

O conceito de PC apresentado pelo documento discute sobre a importância deste na aprendizagem de Álgebra, Probabilidade e Estatística, Números e Geometria, visto que o Pensamento Computacional pode favorecer em diversos aspectos no processo de aprendizagem para os alunos, seja interpretar para outra linguagem uma situação dada, ou representar em fórmulas, gráficos e tabelas situações-problemas (SILVA, 2020, p. 76).

Na investigação, Silva (2020) especificou o PC e listou um conjunto de competências que ele pode agregar. Essas competências foram empregadas como categorias para a avaliação das questões de vestibulares, sendo: “Abstração e generalização de padrões”, “Algoritmos e processos”, “Representação e automação dos dados”, “Decomposição de problemas” e “Simulação e controle de erros”.

As perguntas que foram examinadas e categorizadas durante a pesquisa provêm de provas de vestibulares das universidades: UNESP, USP, UNICamp e

ENEM dos anos de 2018 e 2019. Os resultados obtidos são apresentados por meio de tabelas e dados percentuais.

Nota-se que a habilidade em potencial do PC mais abordada foi Algoritmos e Processos com 31,6%, seguida de Abstração e Generalização de Padrões com 24,7%, Representação e Automação dos Dados com 17,7%, Decomposição de Problemas com 16,9% e por último, Simulação e Controle de Erros com 9,1% (SILVA, 2020, p. 91).

Depois de apresentar os resultados, Silva (2020) reflete sobre a conexão entre os currículos do Ensino Básico e Superior. Se os testes e vestibulares estão incorporando habilidades do PC em suas questões, é essencial que isso seja discutido adicionalmente na Educação Básica.

Em conclusão, Silva (2020) propõe que as competências do PC na Educação Básica não precisam ser somente tratadas de maneira plugada, mas igualmente podem ser tratadas de maneira desplugada em vários contextos, explorando temas de matemática, tal como nas perguntas de vestibulares examinadas.

Nota-se que, apesar das questões não estarem relacionadas a atividades computacionais, foi possível perceber que há habilidades do PC que podem, potencialmente, ser exploradas nas questões dos vestibulares, e portanto, também em sala de aula. A partir disso, forma-se a base do desenvolvimento dessas habilidades, que posteriormente é possível associar às aplicações computacionais (SILVA, 2020, p. 100).

Silva (2023) realizou um estudo intitulado: “pensamento computacional na matemática da educação básica: análise de livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental” onde se propõe a examinar, tanto do ponto de vista teórico quanto prático, as metodologias empregadas nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2024 para a disciplina de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental. Nas quatro coleções examinadas, verificou-se como o conceito de PC é tratado e a presença da perspectiva construcionista nas orientações pedagógicas ao docente.

A pesquisadora abordou quatro coleções que são: A primeira é a Conquista da Matemática do autor José Ruy Giovanni da editora FTD do ano de 2022 A segunda coleção foi Teláris Essencial dos autores Luiz Roberto Dante e Fernando

Viana da editora ática do ano de 2022. A terceira coleção foi Matemática - Bianchini do autor Edwaldo Bianchini da editora moderna do ano de 2022 e a quarta coleção foi Araribá Conecta - Matemática da Autora/Organizadora Mara Regina Garcia Gay da editora moderna do ano de 2022.

Segundo análise da pesquisadora, todas as coleções mostradas cumpriram os critérios relacionados ao PC estabelecidos no PNLD de 2024, uma vez que incluíram ações voltadas para o aprimoramento de competências que estão em consonância com o PC.

Uma constatação da pesquisa é que apenas no manual do professor das coleções, o conceito do PC foi exposto, apresentando-se através de definições breves e completas que podem não ser adequadas para o embasamento teórico do docente para aplicação em sala de aula. Nos livros do estudante, o PC não foi exposto com uma explicação, mas foi mencionado ocasionalmente, mas sem o contexto necessário, conceitual e historicamente.

Em relação às atividades onde o PC foi reconhecido, seja diretamente pelos autores ou de maneira subentendida durante a avaliação, em todas as coleções, a abordagem desplugada predominou.

Como os livros didáticos são distribuídos em escolas em todo o país, a opção por essa metodologia pode ser justificada pela falta de recursos tecnológicos disponíveis em algumas escolas para realizar atividades na abordagem plugada. Nesse cenário, foi possível detectar propostas para expandir as atividades desplugadas para as plugadas quando houver disponibilidade de recursos.

Certas tarefas com uma abordagem integrada poderiam enfatizar mais o protagonismo do estudante, sugerindo a programação de novas atividades nos programas sugeridos, o que pode reduzir a dependência de ferramentas pré-configuradas desses programas. Apenas uma das quatro coleções apresentou iniciativas com a apresentação de programação em blocos discutida ao término de cada um dos quatro volumes.

Neste cenário, incluir mais atividades com metodologia plugada, particularmente as que incorporam alguma linguagem de programação seria um aspecto a ser aprimorado nas coleções examinadas neste estudo.

No que diz respeito à existência dos fundamentos do PC, eles foram definidos em todas as coleções, contudo, apenas em uma delas foram associados aos trabalhos nos livros do estudante. Notou-se uma predominância de atividades que envolviam a representação de algoritmos através de fluxogramas em todas as coleções. Um dos fatores que pode justificar essa tendência é que esse tipo de exibição é proposto em uma das competências específicas da disciplina de Matemática e em 8 competências sugeridas pela BNCC para a disciplina nos últimos anos do Ensino Fundamental.

A importância do reconhecimento de padrões também se manifestou nas coleções através de atividades que envolviam padrões de sequência numérica e de imagens. Nesses tipos de atividades, os estudantes eram constantemente instigados a observar o padrão, identificar os próximos termos ou elaborar uma regra para obtê-los. A ocorrência dos pilares de decomposição e abstração foi menor, pois frequentemente estavam focados em tarefas classificadas como desafios no final dos capítulos.

Como as coleções examinadas foram as primeiras a serem publicadas após a inclusão do PC como critério de aprovação para coleções no PNLD, é compreensível que o assunto não tenha recebido tanto ênfase nas coleções e que poucas atividades, em relação ao total de cada livro, tenham sido identificadas como potenciais para o desenvolvimento do PC. Diante desse contexto, torna-se claro o papel crucial do educador em planejar, adaptar e expandir conceitos para além dos já existentes na obra pedagógica.

A avaliação das coleções possibilitou identificar oportunidades que podem estimular o crescimento do PC de forma “plugada” e “desplugada”, além de compreender as capacidades de cada coleção. Isso serve como apoio para os docentes em sua prática pedagógica e para as editoras para aprimoramentos futuros nos aspectos destacados nas próximas edições.

Silva (2023) observa que é crucial entender que não se trata de um tema finalizado. Os resultados obtidos permitem a realização de novas pesquisas, como a elaboração de etapas didáticas que possam auxiliar na redução das vulnerabilidades encontradas nas coleções, ou ainda, utilizar como base para futuras investigações ou ser utilizado como base para avaliações de livros

didáticos de outros campos do saber. Segundo a pesquisadora, a matemática não é a única disciplina que pode favorecer o desenvolvimento humano. No progresso do PC, ele é capaz ser discutido em diversos cenários e aplicado em situações do dia a dia dos estudantes.

A revisão bibliográfica realizada serve como base para futuros estudos que serão realizados neste estudo. Na pesquisa bibliográfica, os estudos identificados que analisassem o PC de coleções completas de livros didáticos de Matemática aprovados pelo PNLD foram analisados e seus pontos considerados. Assim, o objetivo deste estudo é examinar os conjuntos completos de livros didáticos de Matemática para o 6o ao 9o ano do Ensino Fundamental, sob a perspectiva do PC.

Diante da complexidade que envolve as funções cognitivas, a seção seguinte dedica-se a conceituar o pensamento e a investigar as diferentes tipologias apresentadas na literatura especializada. Essa exploração permitirá uma base teórica sólida para diferenciar o raciocínio comum das formas mais específicas de pensamento aplicadas à Matemática e à Computação.

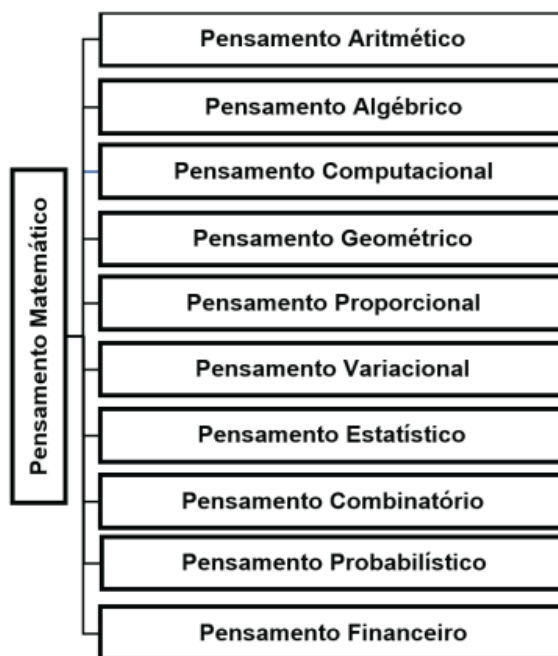
2.2 O QUE É PENSAMENTO?

A compreensão do pensamento humano, no contexto da Educação Matemática, transcende a mera execução de cálculos. Trata-se de uma arquitetura mental onde a percepção do real é traduzida em modelos abstratos. Segundo a perspectiva de Vygotsky (2001), o desenvolvimento do pensamento está intrinsecamente ligado aos instrumentos mediadores e aos signos. Na contemporaneidade, o pensamento matemático passa a ser visto como uma rede de saberes interconectados, onde diferentes 'lentes' (aritmética, geométrica, computacional) permitem ao sujeito interpretar a complexidade do mundo moderno.

Na obra dos autores Bianchini e Lima (2020) há um levantamento de alguns pensamentos que estão relacionados com a matemática. Conceitualmente para os autores pensamento é a capacidade do sujeito epistêmico de representar o mundo em sua estrutura cognitiva (e, ao mesmo tempo, construir a estrutura cognitiva a partir do momento em que nela representa o mundo) e lançar mão

dessa representação para atuar no mundo, superando os desafios da realidade e a ela se adaptando. De acordo com a Figura 1 os diferentes tipos de pensamento integram o pensamento matemático.

Figura 1 – Os diferentes tipos de pensamento matemático



Fonte: Bianchini e Lima (2020)

Como se observa na Figura 1, o pensamento algébrico é descrito por Bianchini e Lima (2020) como um processo não linear. Esta característica é fundamental para esta pesquisa, pois a álgebra serve como a linguagem de transposição entre o problema matemático e a lógica computacional.

A definição de Leivas (2009) presente no quadro destaca a 'imaginação e visualização'. Aqui, podemos inferir que o pensamento geométrico antecipa a fase de Abstração do Pensamento Computacional, onde o aluno precisa visualizar a solução antes de codificá-la.

Ademais, ao analisarmos o Pensamento Estatístico e o Probabilístico sob a ótica de Bianchini e Lima (2020), percebe-se uma convergência com a cultura da Depuração (Debugging). Como os autores destacam que esses pensamentos lidam com a incerteza e a variação, o Pensamento Computacional oferece o

suporte algorítmico necessário para que o estudante teste hipóteses e ajuste modelos em tempo real.

Outro ponto de interseção relevante reside no Pensamento Combinatório. A capacidade de 'selecionar e quantificar sem contar um a um' exige uma estrutura lógica que é a base da construção de laços de repetição (*loops*) em algoritmos. Portanto, a integração proposta no Quadro 2 revela que o Pensamento Computacional não é uma unidade isolada, mas um eixo transdisciplinar que atravessa e fortalece as demais vertentes do saber matemático, funcionando como o 'cimento' lógico que une a intuição geométrica à precisão aritmética.

No Quadro 2 apresentamos um resumo conceitual de cada pensamento abordado pelos autores.

Quadro 2 – Resumo conceitual dos pensamentos.

Pensamento	Conceito
Matemático	É um tipo especial de pensamento, também necessário para muitas das atividades cotidianas, sociais e profissionais exercidas por um cidadão. Pode ser entendido como o resultado de processos racionais do intelecto ou de abstrações da imaginação realizados a partir da observação e reflexão científica de fenômenos de diferentes naturezas, por meio da sistematização e contextualização de conhecimentos matemáticos, da capacidade de perceber visual e espacialmente, de representar, memorizar, pensar de maneira criativa, objetiva, lógica, analítica e crítica.
Aritmético	Não está restrito à compreensão de números e operações, mas abrange um conjunto amplo de habilidades que permitem ao sujeito interpretar, analisar e resolver problemas matemáticos (não se restringindo aos aritméticos) e de outras áreas do conhecimento. O desenvolvimento aritmético na criança não se baseia apenas no conceito pronto de número e nem se desenvolve diretamente a partir de ideias gerais elementares concernentes a quantidades, mas é um processo não linear permeado por construções, conflitos, desequilíbrios e reconstruções. Como também discutido, um aspecto primordial do desenvolvimento do pensamento aritmético de um indivíduo é o momento em que ele realiza a transição de uma aritmética direta para outra mediada, quando são construídas efetivamente as ideias de número e de numeral.
Algébrico	Tomando por base uma concepção construtivista da ideia de pensamento, pensar algebricamente implica um processo, uma construção paulatina, mas

Pensamento	Conceito
	não linear. Isso envolve dizer que o pensamento algébrico se constrói (e se constitui) no entrelaçamento com outros campos do pensamento matemático, em um processo ativo e interativo do sujeito cognoscente, a partir das situações com as quais se depara, particularmente no contexto escolar.
Computacional	É uma habilidade analítica fundamental que todos, não apenas os cientistas da computação, devem desenvolver e que pode ajudar a resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano. Como tal, o PC é comparável ao raciocínio matemático, linguístico e lógico que é ensinado a todas as crianças. Essa visão reflete o crescente reconhecimento de que o pensamento computacional (não apenas a computação) começou a influenciar e moldar o pensamento em muitas disciplinas [...] o PC provavelmente beneficiará não apenas cientistas, mas também banqueiros, corretores da bolsa, advogados, mecânicos de automóveis, vendedores, profissionais de saúde, artistas e assim por diante (Linn, 2010, p. vii-viii).
Geométrico	Leivas (2009, p. 136), define que: “processo constituinte do pensamento matemático por meio do qual o indivíduo é capaz de elaborar estruturas geométricas mentais a partir de imaginação, intuição e visualização para a produção de conhecimentos matemáticos científicos”.
Proporcional	Lamon (2012) define como sendo a mobilização do raciocínio progressivo e regressivo em situações nas quais há a presença de uma relação invariante entre duas quantidades vinculadas e que variam conjuntamente. Requer habilidades de produzir argumentos e explicações para além do uso da simbologia = .É empregado para referir-se a modos matemáticos sofisticados de pensar que podem ser desenvolvidos desde os primeiros anos da Educação Básica e continuam sendo ampliados, em profundidade e sofisticação, durante a trajetória escolar de um indivíduo, abrindo caminhos para a compreensão de conceitos matemáticos mais avançados e para a consolidação do pensamento científico.
Variacional	Requer o pensamento métrico e o pensamento numérico se as medições excedem o nível ordinal. Também requer pensamento espacial se uma ou várias variáveis são espaciais. Suas principais ferramentas são os sistemas analíticos, mas também pode se valer de sistemas lógicos, conjuntos ou outros sistemas gerais de relações e transformações (Vasco, 2002, p. 63-64).
Estatístico	Sena (2017) salienta que, [...] ao longo do tempo, foram eloquentemente feitas considerações quanto ao valor dos conhecimentos estatísticos na sociedade de forma geral. Por exemplo, Moore (1998), em seu discurso presidencial à American Statistical Association (ASA), afirmou que é difícil pensar em

Pensamento	Conceito
	questões políticas que não têm nenhum componente estatístico, e argumentou que a Estatística é um método geral e fundamental, pois os dados, variação e acaso são onipresentes na vida moderna. Wallman (1993), em um discurso presidencial na ASA, em 1992, enfatizou a importância de fortalecer o entendimento da Estatística e do pensamento estatístico entre todos os setores da população, em parte devido aos vários mal-entendidos, equívocos, desconfiança e receio que as pessoas têm em relação ao valor da Estatística nas escolhas públicas e privadas (Sena, 2017, p. 47).
Combinatório	É uma habilidade fundamental para o sucesso na Matemática e em outras áreas. Seu desenvolvimento deve iniciar desde cedo na escolaridade, uma vez que elementos relacionados ao modo de pensar característico da combinatória estão presentes em muitos aspectos do cotidiano, incluindo o das crianças. Está diretamente relacionado à capacidade de selecionar e quantificar conjuntos de objetos e situações sem necessariamente contá-los um a um.
Probabilístico	O pensamento e a modelagem da probabilidade são sustentados por experiências de aprendizagem que abrangem e desenvolvem uma apreciação e consciência da aleatoriedade, condicionamento, distribuição e (noções da) matemática como os principais blocos de construção dentro do mundo de probabilidades para impor estrutura em situações-problema. A probabilidade fornece uma maneira única de se envolver, pensar e interagir com uma variedade de situações do mundo real em que a aleatoriedade e a incerteza são onipresentes. Aprender a ver o mundo através das lentes da probabilidade e ser aculturado nesse mundo de pensamento e prática deve ser o objetivo da educação (Pfannkuch. 2016, p. 34).
Financeiro-Multidimensional (PFinM)	Engloba os conceitos e as estratégias aprendidas e utilizadas na escola e fora dela, que não têm necessariamente formalização financeira (Matemática Financeira) e contemplam o aprendizado de temas de cunho financeiro (taxas, porcentagens, índices econômicos, planilhas etc.), os quais são problematizados no contexto escolar e estão presentes na realidade das famílias. Demanda, assim, o desenvolvimento de um raciocínio financeiro-econômico que instrumentalize o indivíduo-consumidor para desenvolver as competências inerentes à PFinM e para construir significados em contextos que envolvam os temas financeiro-econômicos.

Fonte: Elaborado a partir de Bianchini e Lima (2020)

Compreendida a natureza multifacetada do pensamento e como ele se estrutura enquanto processo cognitivo de representação e atuação no mundo,

torna-se imperativo observar como essas definições têm sido transpostas para o campo da investigação científica contemporânea. O ato de pensar, quando direcionado à lógica algorítmica e à resolução de problemas matemáticos, constitui o cerne das discussões sobre o pensamento computacional no Brasil.

Entretanto, a evolução desse conceito no território nacional não ocorre de forma isolada; ela é reflexo de um movimento acadêmico que busca compreender as potencialidades e os desafios dessa integração na Educação Básica. Assim, para situar esta dissertação no cenário científico atual e identificar as lacunas que justificam a proposição do vínculo teórico aqui pretendido, a próxima seção apresenta um mapeamento das principais tendências e produções acadêmicas que delineiam o panorama das pesquisas em pensamento computacional na Educação Matemática brasileira.

Compreendidas as definições de pensamento e suas variações, a próxima seção dedica-se a traçar um panorama das pesquisas brasileiras sobre o Pensamento Computacional no âmbito da Educação Matemática. Esta análise permitirá situar o presente trabalho frente às investigações já realizadas na área.

2.3 PANORAMA DAS PESQUISAS EM PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL

A inserção do Pensamento Computacional (PC) como objeto de estudo na educação brasileira tem experimentado um crescimento exponencial na última década, impulsionado pelas diretrizes da BNCC e pelas políticas de fomento à educação digital, como a Lei nº 14.533/2023. Para compreender o estágio atual dessa discussão, faz-se necessário observar como a literatura acadêmica nacional tem articulado o PC especificamente com a Educação Matemática, campo que se apresenta como um dos terrenos mais férteis para essa integração devido à natureza lógica e estruturada de ambos.

De acordo com levantamentos recentes em portais como o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), a produção científica brasileira sobre o tema pode ser dividida em três grandes eixos: (1) a formação de professores para o uso do PC; (2) o desenvolvimento de ambientes virtuais e programação (como o Scratch); e

(3) a resolução de problemas matemáticos mediada pela lógica algorítmica, muitas vezes em contextos desplugados.

2.3.1 ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM PESQUISAS RECENTES

Ao analisarmos trabalhos contemporâneos, percebe-se uma transição de uma visão puramente instrumental para uma visão cognitiva do PC. Um exemplo relevante é a pesquisa de Brackmann (2018), um dos pioneiros no Brasil ao investigar o desenvolvimento do pensamento computacional sem o uso de computadores. O autor destaca que, embora os estudantes demonstrem facilidade com a Decomposição, a Abstração e o Reconhecimento de Padrões ainda se apresentam como obstáculos cognitivos que exigem mediação docente intencional. Essa conclusão reforça a necessidade do uso de escalas de complexidade, como a Taxonomia de Bloom, para avaliar o progresso do aluno, tal como proposto nesta dissertação.

No contexto da região Norte, destaca-se a produção de Silva e Oliveira (2021), vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Estado do Pará (UEPA). As autoras, ao discutirem a formação docente e as tecnologias, salientam que o desafio da integração curricular não reside apenas no acesso aos dispositivos digitais, mas na necessidade de uma fundamentação metodológica que permita ao professor ressignificar sua prática. Essa perspectiva corrobora a tese desta dissertação de que o PC deve ser compreendido como uma estratégia cognitiva integrada aos conteúdos matemáticos, e não como um ensino isolado da tecnologia.

Outra vertente importante é explorada por Engel (2019), que foca na relação entre os processos algorítmicos e a resolução de problemas matemáticos. O estudo evidencia que o desenvolvimento do PC pode ocorrer de forma 'desplugada', utilizando a construção de sequências lógicas e fluxogramas para resolver desafios sem a necessidade imediata de computadores. Essa abordagem corrobora a ideia de que o raciocínio computacional é, antes de tudo, uma habilidade mental de estruturação de soluções.

2.3.2 O HIATO NA ARTICULAÇÃO TRIÁDICA: PC, POLYA E BLOOM

Apesar do avanço nas publicações, observa-se que a literatura brasileira ainda carece de modelos que integrem, de forma explícita e operacional, o PC às heurísticas clássicas de George Polya e à organização taxonômica de Benjamin Bloom. A maioria das pesquisas foca em apenas um desses aspectos (geralmente o PC isolado ou aplicado ao Scratch).

Nesse sentido, o panorama atual revela que existe um campo aberto para propostas que ofereçam ao professor de Matemática um instrumental teórico-metodológico mais robusto. Enquanto as pesquisas nacionais têm se ocupado majoritariamente em definir "o que é" o PC, esta dissertação busca avançar para o "como analisar" e "como vincular" esses processos cognitivos. A convergência proposta neste trabalho surge como uma resposta a essa lacuna, buscando elevar a prática pedagógica de uma mera aplicação técnica para uma mediação diagnóstica de processos cognitivos superiores.

A análise dos trabalhos sintetizados no Quadro 2 permite inferir que a pesquisa em PC na Educação Matemática brasileira atravessa um período de maturação epistemológica. Nota-se que, enquanto as pesquisas iniciais, como a de Brackmann (2018), focaram na viabilidade técnica do PC — provando que era possível desenvolver tais habilidades sem o suporte de máquinas —, os estudos mais recentes, a exemplo de Silva e Oliveira (2021) e Engel (2023), voltam-se para a integração curricular e para a análise de materiais didáticos.

Um ponto de convergência entre os autores mapeados é a identificação da Abstração como a habilidade de maior complexidade para o estudante. Segundo os dados levantados por Ribeiro (2020) em periódicos nacionais, o erro no processo de abstração matemática muitas vezes decorre da incapacidade do aluno em decompor o problema em partes menores, uma falha que Polya (1995) já apontava como central na resolução de problemas. No entanto, o que as pesquisas atuais revelam é que o PC oferece as ferramentas (os pilares) para que essa decomposição seja feita de forma sistemática e não puramente intuitiva.

Entretanto, emerge deste panorama uma lacuna significativa: a ausência de uma métrica de avaliação clara para o professor. Como avaliar se um aluno converteu em fluxo algorítmico um conceito matemático? É neste hiato que a

presente dissertação se insere. Ao cruzar os dados do Quadro 2 com a Taxonomia de Bloom, percebe-se que a literatura nacional descreve o "o quê" (o conteúdo) e o "porquê" (a importância), mas ainda oferece pouco sobre o "nível de profundidade" (a gradação cognitiva).

Portanto, este levantamento bibliográfico não apenas situa este estudo no tempo e no espaço da ciência brasileira, mas justifica a urgência de uma proposta que articule os pilares do PC a uma escala de complexidade cognitiva. Sem essa escala, corre-se o risco de o PC ser trabalhado nas escolas apenas em seus níveis mais elementares (Lembrar e Entender), negligenciando o potencial criativo e crítico (Analisar e Criar) que as diretrizes da BNCC e a Lei nº 14.533/2023 tanto preconizam.

Após a análise das diferentes vertentes que fundamentam o raciocínio matemático, torna-se essencial compreender como as novas competências digitais se integram a esse cenário. Nesse sentido, a próxima seção dedica-se ao estudo do PC, explorando suas definições, pilares e a relevância de sua inserção no contexto educacional contemporâneo.

3. PENSAMENTO COMPUTACIONAL E PILARES

A data de nascimento do termo “Pensamento Computacional” (PC) é objeto de alguma controvérsia. No artigo “Twenty things to do with a computer”, de autoria de Seymour Papert e Cynthia Solomon, publicado em 1971 (Papert e Solomon, 1971), nota-se que as concepções do PC já estavam presentes, mas não eram conhecidas por esse nome.

Em 1980, no livro “Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas” de Papert (Papert, 1980, p. 182), o termo PC foi empregado na literatura. O livro aborda a cultura dos computadores e a função da tecnologia na educação infantil; contudo, naquela época, não houve um esforço para a propagação de seus princípios.

No ano de 2006, o termo PC voltou a ser usado e ganhou grande destaque devido ao estudo da pesquisadora Jeannette Wing, que explicou o conceito e a importância desta competência para todos, sem distinção de área, e não apenas para aqueles que estão, de alguma maneira, ligados à Informática (Wing, 2006).

Wing, definiu o conceito de PC de diversas maneiras. No seu artigo inaugural, ela explica que “a fusão do pensamento crítico com os princípios da Computação estabelece uma metodologia para solucionar problemas, conhecida como Pensamento Computacional”. Trata-se de “uma forma única de pensar que utiliza conceitos fundamentais da Ciência da Computação para solucionar problemas, criar sistemas e compreender o comportamento humano, uma competência essencial para todos”.

Wing (2007) esclarece a extensão do PC, unindo e complementando o modo de pensar na Matemática e na Engenharia. Ele argumenta que, por um lado, o PC “se fundamenta nos princípios da Matemática, mas é restringido pela física do equipamento em um nível inferior” e, por outro, “emprega a fundação da Engenharia desde a interação entre os elementos”.

Wing (2010), trouxe o termo de PC como “processos de raciocínio que envolvem a formulação de problemas e suas respectivas soluções, de maneira que possam ser representadas de maneira que possam ser executadas de maneira eficiente por um agente de processamento de informações”.

Wing (2014), apresenta uma pequena modificação na definição posta em 2010, declarando que "são os processos mentais que formulam um problema e expressam suas soluções ou soluções de maneira eficiente, de maneira que uma máquina ou indivíduo possa executá-las" e ainda acrescenta que é uma "automação da abstração" e "o ato de pensar como um cientista da Computação".

Em um novo estudo da International Society for Technology in Education (ISTE 2016) o PC é definido como um meio de "criar e aplicar estratégias para compreender e solucionar problemas, utilizando o poder dos métodos tecnológicos para criar e testar soluções".

Na opinião de Kurshan (2016), apesar de vários estudos e quase uma década de esforços para definir o PC, ainda há críticas que indicam que não compreendemos completamente o que ele representa ou como é medido.

Pesquisas conduzidas por Code.Org (2016), Liukas (2015) e BBC Learning (2015) combinaram os componentes mencionados por Grover e Pea (2013), juntamente com o manual divulgado por Computer at School de Csizmadia (2015), para condensar os "Quatro Pilares do PC", que são: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos. Apresentamos o conceito de cada um deles com base no estudo de Brackmann, Raabe e Campos (2018, p.19).

- **Decomposição:** A decomposição se refere ao método de dividir os problemas em componentes menores e mais simples de enfrentar. Inclui também a atividade de examinar problemas para reconhecer quais segmentos podem ser isolados, além de determinar de que modo podem ser reunidos para resolver um problema abrangente. Essa atividade ainda permite melhorar a atenção às especificidades. (Brackmann, Raabe e Campos, 2018, p.19).
- **Reconhecimento de Padrões:** Trabalha a detecção de traços comuns entre as dificuldades e suas resoluções. Surge da prática de quebrar um problema intrincado para identificar padrões entre os subproblemas criados. Estes padrões consistem em semelhanças ou possuem atributos que vários dos problemas dividem e que podem ser aproveitados para que sejam resolvidos de modo mais eficaz. (Brackmann, Raabe e Campos, 2018, p.19).

- **Abstração:** Este princípio abrange a triagem das informações e a sua categorização, desconsiderando componentes que não são essenciais, focando em aqueles que têm relevância. Inclui ainda métodos de dispor os dados em arranjos que possam ajudar na solução de desafios. (Brackmann, Raabe e Campos, 2018, p.19).
- **Algoritmos:** É uma ideia que engloba os outros. O algoritmo consiste em um esquema, uma estratégia ou um conjunto de diretrizes claras e indispensáveis para resolver um problema. Em um algoritmo, as diretrizes são apresentadas e organizadas de forma que o objetivo seja alcançado e podem ser redigidas em formato de diagramas, pseudocódigo (linguagem natural) ou codificadas, utilizando uma linguagem de programação. (Brackmann, Raabe e Campos, 2018, p.19).

Em síntese, segundo as ideias de Brackmann, Raabe e Campos (2018) PC consiste em reconhecer uma questão complexa e dividi-la em partes menores e mais simples de resolver (Decomposição). Cada um desses problemas menores pode ser examinado de forma mais detalhada, reconhecendo problemas semelhantes que já foram elucidados anteriormente (Reconhecimento de padrões), concentrando-se apenas nos detalhes relevantes, enquanto as informações desnecessárias são desconsideradas (Abstração). Finalmente, podem ser estabelecidas etapas ou normas simples para solucionar cada um dos subproblemas identificados (Algoritmos). Ao seguir as etapas ou normas usadas na criação de um código, ele pode ser entendido por sistemas computacionais e, conseqüentemente, aplicado na solução de problemas complexos de maneira eficaz, independentemente do caminho profissional que o aluno pretende seguir.

Santos (2018) apresenta em sua pesquisa a visão de diversos autores para a definição de PC descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - PC na visão de alguns autores.

Autor (a)	Definição
David Moursund (2006)	Sugere que o PC estava intimamente relacionado, se não o mesmo, às noções originais de pensamento processual desenvolvidas por Seymour Papert em Mindstorms, uma vez que o pensamento processual inclui procedimentos de desenvolvimento, representação, teste e depuração. Além disso, um procedimento eficaz é um conjunto

Autor (a)	Definição
	detalhado de instruções passo a passo que podem ser interpretadas de forma mecânica e realizadas por um agente especializado, como um computador ou equipamento automatizado.
Peter Lee (2009)	Define o PC como o estudo dos mecanismos da inteligência que podem produzir aplicações práticas ao ampliar a inteligência humana. Vale ressaltar que essa definição não equivale à inteligência artificial embora esta possa envolver o PC. Lee afirma que a inteligência artificial consiste em esforços para imitar os processos mentais humanos e já o PC é fundamentalmente sobre a expansão das capacidades mentais humanas através de ferramentas abstratas que ajudam a gerenciar a complexidade e permitir a automação de tarefas.
Andrew McGettrick (2009)	Concorda com a definição de Peter Lee sobre o PC. Todavia acrescenta que PC deve envolver capacidades e competências reais com artefatos tecnológicos, além dos processos do pensamento.
Bill Wulf (2009)	Propõe que o PC é, essencialmente, sobre o processo, porque para ele as outras áreas da ciência se concentram em objetos físicos, enquanto o PC se concentra em processos e fenômenos abstratos que permitem processos.
Peter Denning (2004)	Argumenta que a ciência da computação é o estudo dos processos de informação e que o PC é um subconjunto da ciência da computação.
Dor Abrahamson (2009)	Inferre que o PC está relacionado ao uso de sistemas de símbolos relacionados à computação (sistemas semióticos) para articular o conhecimento explícito e objetivar o conhecimento tácito, manifestar esse conhecimento em formas computacionais concretas e gerenciar os produtos emergentes de tais esforços intelectuais.
Gerald Sussman (2004)	Apresenta o PC como uma forma de formular métodos precisos de fazer as coisas. O PC envolve análise rigorosa e procedimentos para a realização de uma determinada tarefa de forma eficiente. Sussman argumenta que o PC tem uma "estrutura linguística subjacente". Ele exemplifica afirmando que situações como "A acontece antes de B" ou "faça isso e depois faça isso" são capturados pela ideia geral de um pedido parcial, e existem técnicas para navegar sobre pedidos parciais e raciocinar sobre eles.
Wing e Sussman (2008)	Destacam que o PC poderia ser visto como uma ponte entre ciência e engenharia. Dessa forma, o PC é o elemento central do raciocínio que ocorre na transição do estudo dos fenômenos físicos e da aplicação da observação científica.

Autor (a)	Definição
Edward Fox (2009)	Enfatizou a definição do PC como "o que os humanos fazem enquanto se aproximam do mundo" (isto é, seu enquadramento, paradigma, filosofia ou linguagem), considerando processos, manipulando representações digitais, etc.
Brian Blake (2009)	Assegura que o PC tinha que incluir representações, visualizações, modelagem ou meta-modelagem.
Uri Wilensky (1999)	Assevera o poder histórico das mudanças de representação e argumentou que, como outras mudanças, as representações computacionais permitiram um maior poder de modelagem e um maior acesso aos modelos científicos.
Janet Kolodner (2003)	Atesta que o PC desempenha um papel no uso de software para o apoio à resolução de problemas.
Robert Constable (2009)	Sustenta que o PC é uma lista aberta e crescente de conceitos que refletem a natureza dinâmica da tecnologia e da aprendizagem humana, e que combina elementos de todos.

Fonte: Santos (2018)

Yadav (2016) descrevem o conceito simplesmente como uma atividade mental usada para abstrair problemas e formular soluções que podem ser automatizadas. Bocconi (2016) definem o PC como os “processos mentais envolvidos na resolução de problemas de forma que eles admitam uma solução computacional que contemple abstração, pensamento algorítmico, automatização, decomposição, depuração e generalização”, que eles entendem como as habilidades ou capacidades centrais do PC.

Guarda (2020) apresenta uma revisão sistemática da literatura para fins de identificar uma visão geral das dimensões do PC, mapeando a evolução do conceito desde o marco inicial de Wing (2006) até propostas mais recentes, como a de Moreno-León (2015). O estudo da autora identifica que, embora existam pilares consensuais como a abstração e a decomposição, há uma variação significativa na taxonomia utilizada por diferentes pesquisadores ao longo da última década. A partir dessa análise, a autora consolida a proposta de um novo modelo teórico, cujas dimensões comparativas são abordadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Organização dos agrupamentos

	Novo Modelo	Wing, 2006	Barr e Stephenson, 2011	Selby e Woollard, 2013	Moreno-León, 2015
Definição do problema	Formulação do problema	Formulação do problema	-	-	-
	Abstração	Abstração	Abstração	Abstração	Abstração
	Reformulação do problema	Reformulação do problema	-	-	-
	Decomposição	Problema decomposto	Problema decomposto	Decomposição	Problema decomposto
Resolução do problema	Coleta e análise de dados	-	Coleta e análise de dados		
			Simulação		
	Pensamento Algoritmo	-	Algoritmos e Procedimentos	Pensamento Algoritmo	Pensamento lógico
	Paralelização e iterações	-	Paralelização	-	Paralelização e iterações
	Automação	Automação	Automação		
Análise da solução	Generalização	-	-	Generalização	-
	Testes	Testes Sistemáticos	-	-	-
	Avaliação	-	-	Avaliação	-

Fonte: Adaptado de Guarda (2020)

Segundo Guarda (2020) a primeira etapa consiste em definir o problema incluindo todas as habilidades do PC necessárias antes de começar a resolvê-lo. Na segunda etapa consiste em resolver o problema, incluindo todas as habilidades do PC envolvidas na criação da solução para o problema. E a terceira etapa é analisar a solução, inclui generalização, o que significa transferir esse processo de solução de problemas para uma ampla gama de problemas e a habilidade final do PC é avaliação e teste, o que significa analisar (avaliar e reconhecer) os processos e os resultados em termos de eficiência e utilização de recursos. A autora observa que mais pesquisas são necessárias para desenvolver

cenários para treinamento e avaliação do desenvolvimento das habilidades do PC em diferentes níveis escolares.

Baseado na proposta de Guarda (2020), percebemos que apenas os quatro pilares reconhecidamente adotados não são suficientes para as atividades que serão avaliadas, por isso adotamos a definição de que as práticas do PC seriam:

- Abstração - É o processo de tornar um artefato mais compreensível por meio da redução de detalhes desnecessários. A habilidade em abstração está em escolher o detalhe certo a ser ocultado para que o problema se torne mais fácil, sem perder nada que seja importante. Uma parte fundamental disso é escolher uma boa representação de um sistema. Representações diferentes tornam coisas diferentes fáceis de fazer de Csizmadia (2015, p. 7).
- Pensamento algorítmico - É uma forma de chegar a uma solução por meio de uma definição clara das etapas de Csizmadia (2015, p. 7).
- Automação - É um processo que economiza trabalho, no qual um computador é instruído a executar um conjunto de tarefas repetitivas de forma rápida e eficiente, em comparação com o poder de processamento de um ser humano de Lee (2011, p. 33).
- Decomposição - É uma forma de pensar artefatos em termos de suas partes componentes. As partes podem então ser compreendidas, resolvidas, desenvolvidas e avaliadas separadamente. Isso torna problemas complexos mais fáceis de resolver, situações novas mais bem compreendidas e sistemas grandes mais fáceis de projetar de Csizmadia (2015, p. 8).
- Depuração - É a aplicação sistemática de análise e avaliação usando habilidades como testes, rastreamento e pensamento lógico para prever e verificar resultados de Csizmadia (2015, p. 9).
- Generalização - Está associada à identificação de padrões, similaridades e conexões, e à exploração dessas características. É uma maneira de resolver rapidamente novos problemas com base em soluções anteriores e com base em experiências anteriores. Fazer perguntas como "Isso é semelhante a um problema que já resolvi?" e "Como é diferente?" são importantes aqui, assim como o processo de reconhecimento de padrões tanto nos dados utilizados

quanto nos processos/estratégias utilizados. Algoritmos que resolvem alguns problemas específicos podem ser adaptados para resolver toda uma classe de problemas semelhantes de Csizmadia (2015,, p. 8).

Embora a definição dos pilares do PC seja fundamental, sua efetiva transposição para a sala de aula depende diretamente da mediação docente. Diante disso, a próxima seção discute a relação entre o Pensamento Computacional e a formação de professores, analisando os desafios e as competências necessárias para que esses educadores integrem tais conceitos às suas práticas pedagógicas.

3.1 PC E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A implementação do Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica, embora respaldada por documentos normativos como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a Lei nº 14.533/2023, impõe um desafio que transcende a mera atualização curricular: a reconfiguração da identidade e dos saberes docentes. A inserção dessa temática no ensino de Matemática não ocorre de forma linear; ela exige que o professor mobilize competências que articulam a lógica computacional a processos pedagógicos historicamente consolidados. No entanto, o hiato entre a prescrição legal e a realidade das salas de aula revela a urgência de uma formação docente que não seja meramente instrumental, mas sim epistemológica e crítica.

Nesta perspectiva, a formação de professores para o PC deve ser compreendida sob a ótica do "saber plural". Conforme assevera Tardif (2014), o saber docente é um amálgama de conhecimentos provenientes da formação profissional, dos currículos e da experiência. No contexto da cultura digital, esse saber enfrenta o que se pode chamar de crise de transposição. O professor de Matemática, muitas vezes formado em uma tradição puramente analítica, depara-se com o PC como um "corpo estranho". A tensão reside no fato de que o saber experiencial do docente — sua zona de conforto e autoridade — é posto à prova por uma linguagem que exige a fragmentação lógica e a automação de processos.

Não se trata apenas de adquirir uma nova ferramenta, mas de lidar com a Transposição Didática, como propõe Chevallard (1991). O "saber sábio" da computação precisa ser transformado em "saber ensinado" na matemática. Nesse processo, corre-se o risco de uma deformação do conceito: o professor pode reduzir o PC ao uso de softwares, perdendo a essência do pensamento lógico. Portanto, a formação não deve visar a substituição do saber pedagógico por ferramentas, mas sim promover a hibridização: o professor deve reestruturar sua disciplina sob a lógica computacional, validando novos modos de produzir conhecimento matemático que integrem, de forma orgânica, a simulação e a modelagem algorítmica.

Para fundamentar essa integração, o modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), de Mishra e Koehler (2006), oferece uma estrutura analítica essencial. O TPACK postula que a eficácia do ensino com tecnologia resulta da interseção equilibrada entre o conhecimento do conteúdo (CK), a pedagogia (PK) e a tecnologia (TK).

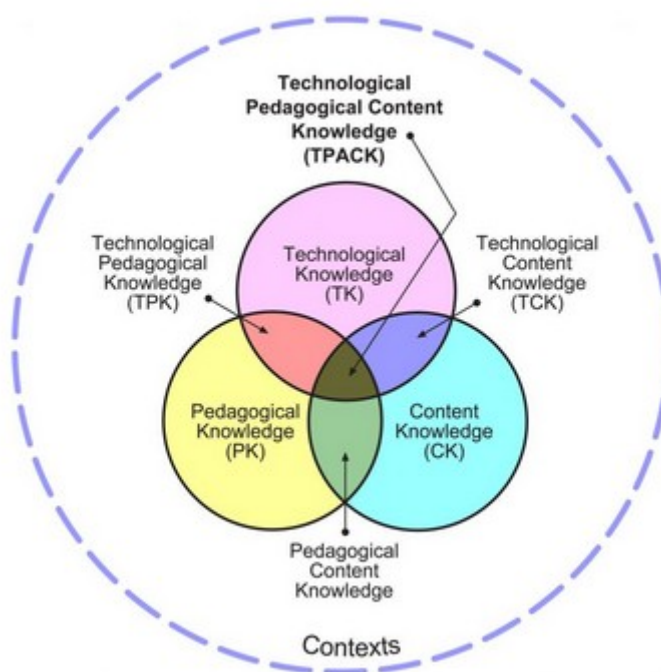
Contudo, para um aprofundamento coerente com a linha de pesquisa, é preciso analisar as tensões nas zonas de interseção desse modelo. O Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) refere-se a como o PC altera a própria natureza da Matemática. Quando o docente utiliza a Decomposição ou a Abstração, ele altera a forma como o objeto matemático é percebido. Por exemplo, a geometria deixa de ser apenas uma dedução axiomática para se tornar um processo de construção algorítmica (como no uso do LOGO ou GeoGebra). O desafio da formação docente reside em evitar que o professor se limite ao "conhecimento tecnológico" isolado, o que resultaria em um neotecnicismo digital, e avance para o Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo.

Este saber alinha-se à perspectiva de Shulman (1987) sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK). Shulman defende que o que define o mestre é a sua capacidade de transformar o conhecimento acadêmico em algo compreensível. No século XXI, essa transposição é mediada pelo letramento digital. O professor assume o papel de arquiteto de experiências de aprendizagem, o que exige o que Alarcão (2011) denomina como "prática

reflexiva". A formação deve capacitar o docente a realizar a reflexão na ação, identificando lacunas lógicas nos estudantes não como erros punitivos, mas como processos a serem "depurados". O conceito de Depuração (debugging) torna-se aqui uma categoria pedagógica: o professor reflexivo ajuda o aluno a rastrear seu próprio pensamento. Como aponta Ponte (2002), o desenvolvimento profissional do professor de matemática está intrinsecamente ligado à sua capacidade de refletir sobre os desafios que a tecnologia impõe à sua prática, transformando a incerteza em investigação.

A Figura 2 (Modelo TPACK) ilustra que o conhecimento tecnológico não deve ser visto de forma isolada (TK puro), mas sim em sua zona de intersecção com o conteúdo e a pedagogia. Para o docente em formação, isso significa que não basta saber "o que é" um algoritmo ou "como" decompor um problema; o diferencial reside no Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo, ou seja, na capacidade de discernir qual pilar do PC (decomposição, abstração, padrões ou algoritmos) é o mais adequado para potencializar um conceito matemático específico, como a álgebra ou a geometria.

Figura 2 – Modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*



Ademais, é imperativo que a formação docente contemple a dimensão sociopolítica e ética do PC, conforme sugerido por Yadav (2017). O ensino de Matemática mediado pelo PC não é neutro. Em um cenário de desigualdade digital, o professor atua como um agente de letramento crítico. Se a formação focar apenas no "como fazer" (dimensão técnica), reduz-se o PC a uma "receita de bolo" mecânica, esvaziando seu potencial de promover a autonomia intelectual. A formação crítica deve preparar o docente para questionar a ética dos algoritmos, os vieses automatizados e o impacto da automação na sociedade contemporânea. O professor precisa entender que formar para o PC é formar para a cidadania em uma sociedade mediada pela tecnologia.

Outro ponto crucial é a identidade docente. Muitos professores sentem-se ameaçados pela rapidez das inovações. A formação continuada, portanto, não pode ser um evento de capacitação isolado. Ela deve ser um espaço de escuta e de construção coletiva, onde o professor possa expressar suas dificuldades. Como afirma Imbernón (2010), a formação de professores deve ir além do conhecimento científico e pedagógico; ela deve incluir a formação para a mudança, para a incerteza e para a colaboração. No ensino da Matemática, isso significa criar comunidades de prática onde os professores compartilhem como o quadro analítico (PC, Polya e Bloom) funcionou em suas salas de aula reais.

Em suma, a relação entre PC e formação docente é dialética: enquanto o PC oferece ferramentas para modernizar o ensino da Matemática, a formação docente oferece o suporte pedagógico necessário para que essas ferramentas não sejam subutilizadas. O objetivo final é a consolidação de um profissional capaz de mediar o desenvolvimento de processos cognitivos superiores, preparando o estudante não apenas para operar máquinas, mas para pensar criticamente em uma sociedade cada vez mais mediada por algoritmos.

Após a análise das diferentes vertentes que fundamentam o raciocínio matemático, torna-se essencial compreender como as novas competências digitais se integram a esse cenário. Nesse sentido, a próxima seção dedica-se ao estudo do PC, explorando suas definições, pilares e a relevância de sua inserção no contexto educacional contemporâneo.

4. O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NOS DOCUMENTOS OFICIAIS EDUCACIONAIS BRASILEIROS

Em 2018 foi homologada a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que estabelece os saberes fundamentais aos quais todos os alunos brasileiros têm o direito de acesso, além de se apropriar ao longo de sua jornada na Educação Básica. Durante um processo de renovação e aprimoramento da Educação Básica no Brasil através da BNCC, a SBC (Sociedade Brasileira de Computação) se interessou em integrar o Pensamento Computacional nesse projeto nacional de grande impacto, por meio de ações em colaboração com outras sociedades e instituições, buscando unir esforços, formulando novas diretrizes para o alinhamento dos currículos dos cursos de Licenciatura em Computação e da BNCC e ainda na criação de materiais de divulgação e sensibilização.

O campo da Matemática na BNCC é segmentado em Ensino Fundamental e Ensino Médio, e em ambas as etapas é evidente que as competências a serem desenvolvidas devem apoiar o aluno em um contexto de vida escolar e cotidiana. A competência de resolver problemas, conforme a BNCC, pode ser intensificada com a aplicação dos princípios do PC.

A BNCC propõe trabalhar o pensamento computacional por meio da Álgebra. Quando os estudantes interpretam e elaboram algoritmos, incluindo aqueles que podem ser representados por fluxogramas, eles podem desenvolvê-los, ao ser “capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos”.

A BNCC, para a área de Matemática, enfatiza processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação e de desenvolvimento, considerados potencialmente ricos para o acréscimo de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional. Este último é evidenciado na apresentação da área nas orientações de trabalho na unidade temática Álgebra.

A BNCC em seus pressupostos quanto à educação integral dos estudantes, que “se refere à construção intencional de processos educativos que

promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BNCC Brasil, p. 14), expressa a preocupação com uma formação escolar que conecte os jovens a essa realidade mundial e os engaje nela.

De acordo com Brasil (2018), na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei n. 9.394/1996, em seu artigo 26, a legislação estabelece a obrigatoriedade de ser adotada uma Base Nacional Comum para a Educação Básica, e determina que os currículos dos Ensinos Fundamental e Médio devem conter essa base, complementada, em cada sistema de ensino e instituição escolar, por uma parte diversificada, conforme as características regionais, locais, culturais, econômicas e do público atendido (Brasil, 1996). Na Educação Básica brasileira, os currículos e as diretrizes para o ensino estão organizados na BNCC, conforme estabelecido pela LDBEN em seu artigo 26:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. (Redação dada pela Lei n. 12.796, de 2013) (Brasil, 1996, Art. 26).

A BNCC é um documento normativo institucional que define o conjunto progressivo de competências e habilidades que devem ser desenvolvidas nos alunos ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (Brasil, 2018). O documento é “orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018, p. 7). Nesse sentido, a BNCC busca estabelecer parâmetros para as aprendizagens essenciais e promover uma educação comprometida com a equidade, a diversidade e a formação crítica e responsável dos estudantes.

Para Silva e Meneghetti (2019), todas as áreas da BNCC apresentam contribuições relacionadas ao PC. No entanto, a de Matemática é a que mais explora suas habilidades e pilares fundamentais. Nesse sentido, compreender a relação entre essas temáticas, que envolvem conceitos da Ciência da Computação e seu papel na Educação Básica, pode proporcionar importante

contribuição para a rede de ensino, ampliando aspectos relevantes tanto para a aprendizagem dos alunos quanto para a formação de professores na área de Matemática.

Uma vez discutida a importância da formação docente para a integração do PC, torna-se imprescindível analisar como essa temática é institucionalizada nas políticas públicas brasileiras. Nesse sentido, a próxima seção examina as diretrizes da BNCC, observando como o documento prescreve o desenvolvimento do PC ao longo da Educação Básica.

4.1 BNCC E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Sobre o uso das tecnologias digitais, a BNCC traz orientações ao uso das tecnologias em sala de aula em quase todas as áreas de conhecimento tais como: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza. Neste documento encontramos as Competências Gerais que os alunos da Educação Básica precisam desenvolver. A quinta competência geral aponta que o aluno deve:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação 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. (Brasil, 2018, p. 9)

Dessa forma espera-se que os professores estejam capacitados para seu uso no ambiente da sala de aula de forma a proporcionar a aprendizagem dos alunos. Assim os cursos de formação inicial e continuada de professores deve oferecer oportunidades desses profissionais se especializarem e se aprofundarem nesse tema, visto que a Base Nacional Comum de Formação, afirma que compete ao docente:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens. (Brasil, 2018, p.13)

Ao revisar o documento encontramos no contexto geral, no que tangem as habilidades relacionadas com o uso das tecnologias, encontramos quinze habilidades que devem ser trabalhadas o ensino fundamental anos iniciais, vinte e seis habilidades do ensino fundamental anos finais e cinquenta e uma habilidade do ensino médio que fazem referência ao uso das tecnologias em suas habilidades.

Ao se referir a Matemática a BNCC coloca que se deve:

Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho. (Brasil, 2018, p.267)

A BNCC defini oito competências específicas da Matemática para o Ensino Fundamental, sendo que somente a quinta competência temos referência ao uso das tecnologias digitais:

Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive **tecnologias digitais disponíveis**, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados. (Brasil, 2018, p. 267, grifo nosso)

O uso das tecnologias digitais é apontado como um recurso para melhorar o ensino de matemática para proporcionar um ensino com mais significado para os alunos da Educação básica. D'Ambrósio (2002) ao defender o uso das tecnologias digitais na escola coloca que existe uma resistência sem sentido no uso das tecnologias nas escolas e principalmente porque se insiste em ensinar uma matemática obsoleta e desinteressante e assim coloca que:

O que se necessita é repensar a educação, na qual a tecnologia tenha uma importância fundamental. A tecnologia, em si, não é a solução, pois é apenas um instrumento. Mas embora a tecnologia, por si, não implique uma boa educação, a falta de tecnologia automaticamente implica uma má educação (D'Ambrósio, 2002, p.5).

A Educação digital deve ser ofertada aos alunos para que eles possam explorar os benefícios das tecnologias digitais, visto que vivemos em um mundo globalizado, conectado por todo tipo de tecnologias possível. Assim, a escola em

sua função social, de preparar o aluno para a vida, não pode privá-lo dessa realidade digital e principalmente de oportunizar um ensino mais dinâmico e reflexivo que o leve a resolver problemas dos mais variados contextos.

O PC abrange métodos para criar algoritmos voltados à resolução de problemas, além da capacidade de sistematizar, representar e analisar esses problemas (Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2020). Assim, o PC envolve a capacidade de resolver problemas complexos com base nos princípios fundamentais da programação (Brasil, 2017).

O PC é citado quatro vezes na BNCC. Nessas referências, indica quais processos podem contribuir para o pensamento computacional, segundo a seguinte citação: “[...] As operações matemáticas de resolver de problemas, pesquisa, criação de projetos e modelagem [...] oferecem um potencial significativo [...] para o avanço do pensamento computacional.” (Brasil, 2017, p. 266). Além disso, o raciocínio computacional está associado a

traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa. [...] a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (Brasil, 2017, p. 271).

Ademais, observa-se que o pensamento computacional mencionado na BNCC está estritamente vinculado à Unidade Temática de Álgebra, a qual pode ser interpretado como sendo apenas a Álgebra habilitado para promover o pensamento computacional nos estudantes, uma vez que não foi abordado em qualquer outra Unidade Temática do Ensino Fundamental.

O PC teria potencial para ser aprimorado em outras Unidades Temáticas da Matemática no Ensino Fundamental, especialmente na Geometria. O estudo de Souza, Fernandes e Viel (2018) é notável, pois propôs uma intervenção em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental, onde os estudantes enfrentavam desafios ao aprender sobre área, perímetro e semelhança de figuras. Nesta proposta, empregou-se o software Scratch, que emprega o pensamento computacional para ensinar geometria, o que permitiu uma evolução e aprimoramento do desempenho nesse conteúdo.

Assim, fica evidente que o PC é capaz de ser aplicado a várias Unidades Temáticas, não devendo ser limitado apenas à Unidade Temática de Álgebra.

Para Hypolito (2019, p. 188), a BNCC é o resultado de embates políticos que se estenderam por muitos anos, no Brasil, em torno das definições do Currículo Nacional para a Educação. O autor argumenta que, “desde os anos de 1990, após a aprovação da Constituição de 1988 e o início da discussão de uma nova Lei de Diretrizes e Bases, começam a existir, de forma mais intensa, debates em torno do que deveria ser um currículo para a Educação Básica”. Dessa forma, é possível afirmar que o currículo nacional é resultado de disputas de interesses, diferentes concepções educacionais e contextos políticos, ao longo dos anos.

Para Branco (2019), as modificações curriculares, politicamente, ocorrem sob a perspectiva de associar a educação institucionalizada aos objetivos de preparar a escola como um espaço voltado à formação para o mercado de trabalho. Nesse contexto, os autores explicam que a escola é transformada em um instrumento de qualificação da mão de obra, adaptando os indivíduos às demandas do mercado por meio de uma educação estruturada em bases bem definidas, o que pode comprometer a formação integral e crítica dos estudantes. No Quadro 5 apresentamos algumas ocorrências do PC em seções da BNCC.

Quadro 5 – Seções da BNCC e ocorrência do PC

Seções da BNCC	Ocorrência do PC na BNCC Matemática
Seção 5. Etapas do Ensino Médio – A progressão das aprendizagens essenciais do Ensino Fundamental para o Ensino Médio	A área de Matemática, no Ensino Fundamental, centra-se na compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do PC, visando à resolução e formulação de problemas em contextos diversos. Brasil (2018, p. 471)
Seção 5. As tecnologias digitais e a computação	PC: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos. Brasil (2018, p. 473) Utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da

Seções da BNCC	Ocorrência do PC na BNCC Matemática
	vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o PC, o espírito de investigação e a criatividade. Brasil (2018, p. 47)
Seção 4.2. A área de Matemática	Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática [...]. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do PC. Brasil (2018, p. 266)
Seção 4.2.1. Matemática	Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem contribuir para o desenvolvimento do PC dos alunos [...] Associado ao PC, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. [...] Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o PC é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos. Brasil (2018, p. 271)

Fonte: Adaptado de Brasil (2018, p. 24)

Analizamos como a BNCC menciona o PC na área de Matemática. Embora o foco deste trabalho se consolide nessa área, antes de iniciar o processo de investigação nas páginas específicas de Matemática, foi feita uma busca pela palavra-chave “Pensamento Computacional” em todo o documento da BNCC. Ao todo, nove ocorrências do termo foram encontradas ao longo do texto.

Neste contexto, apesar de o PC ser mencionado como uma habilidade aplicável a qualquer área do conhecimento (Nunes, 2011), na BNCC sua ocorrência fora das seções específicas da Área de Matemática foi registrada apenas três vezes, entre as nove citadas no corpo do documento. O termo aparece nas etapas do Ensino Médio, e uma dessas menções, refere-se à área de Matemática, embora esteja localizada na Seção 5, que trata das etapas do

Ensino Médio, enquanto as outras duas estão na seção que aborda as Tecnologias Digitais e a Computação.

O termo PC aparece nas etapas do Ensino Fundamental. Na seção 4.2. A área de Matemática, que destaca a importância da disciplina na formação dos alunos, abordando sua aplicação na sociedade e seu papel no desenvolvimento dos pensamentos crítico e lógico.

Na seção 4.2.1. Matemática, que apresenta os principais conceitos matemáticos organizados em unidades temáticas. Nessa seção, o termo PC aparece três vezes na unidade temática de Álgebra, e em uma dessas menções está indicado que as unidades temáticas de Números, Geometria e Probabilidade e Estatística também podem contribuir para o desenvolvimento do PC. Segundo Brasil (2018), o ensino de Álgebra contempla habilidades como a identificação de padrões para estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos, as quais mantêm fundamental relação com o PC.

Após a compreensão das diretrizes gerais que inserem o PC na BNCC, torna-se necessário identificar como tais orientações se materializam no currículo de Matemática. Dessa forma, a seção 4.2 dedica-se a mapear as competências e habilidades específicas da área que guardam correlação direta com o PC, evidenciando as oportunidades de integração prática no cotidiano escolar..

4.2 COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC DE MATEMÁTICA ASSOCIADAS AO PC

No trabalho de Azevedo (2025), analisa que na área de Matemática nas etapas da Educação Básica, especificamente nos Ensinos Fundamental e Médio (Brasil, 2018), é possível identificar, direta ou indiretamente, menções ao desenvolvimento do PC. Essas menções aparecem tanto nos objetivos relacionados às competências e habilidades das unidades temáticas quanto nas discussões sobre a organização dessa etapa da Educação Básica.

No documento, é apontado que o progresso do PC contribui, de forma colaborativa, para a aprendizagem da Matemática, auxiliando no desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento algébrico, da comunicação, argumentação, dentre outras competências fundamentais para o letramento matemático.

No Ensino Fundamental, segundo Azevedo (2025) observou-se que as unidades temáticas mais associadas ao PC foram Álgebra, seguida por Números. Além disso, nas séries finais, no 7º ano foi apresentado o maior número de habilidades relacionadas ao PC, especialmente na unidade de Álgebra. No Ensino Médio, contudo, houve poucas habilidades associadas ao PC.

Apesar da orientação constante na BNCC sobre o desenvolvimento do PC na Educação Básica, a versão em Brasil (2018) do documento não apresenta conceitos, definições, ou direcionamentos sobre quais habilidades e objetivos específicos poderiam ser trabalhados no ensino de Matemática.

Ainda segundo Azevedo (2025), embora o PC esteja contemplado na BNCC, o professor, no papel de mediador em sala de aula, pode desconhecer conceitos e métodos que favoreçam o aprimoramento dessa habilidade cognitiva. Isso ocorre porque o documento não está suficientemente evidente ou compreensível. Portanto, torna-se essencial que as concepções relativas ao PC, na BNCC, no contexto da Matemática, sejam descritas de maneira mais clara e acessível, evitando dúvidas quanto às finalidades estabelecidas pelo próprio documento normativo.

Conforme consta na Competência seis, menciona-se, em relação aos pilares do PC, que os alunos devem ser capazes de utilizar diferentes tipos de linguagens para a resolução de problemas, incluindo o uso de algoritmos.

Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados). Brasil (2018, p. 267)

Nesse sentido, em conformidade com Brackmann (2018), esse pilar do PC é evidenciado como uma estratégia, ou um conjunto de instruções, capaz de auxiliar na resolução de problemas. Da mesma forma, Brasil (2018) menciona essa competência, reforçando a importância do uso de algoritmos no desenvolvimento do pensamento lógico e da aprendizagem matemática.

Além das competências, a BNCC define um conjunto de habilidades essenciais para o ensino. Em nossa análise, foi possível identificar quais

apresentam conexões diretas com os pilares do PC, por meio da unidade temática indicada em nossa metodologia, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Habilidade e descrição

Habilidade (BNCC)	Descrição Resumida	Conexão com PC
EF06MA06	Resolver e elaborar problemas que envolvam as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação) com números naturais e com números racionais, cuja representação decimal é finita.	Algoritmos e Decomposição. Exige que o aluno organize uma sequência de passos lógicos para calcular, o que é a base da programação.
EF06MA08	Reconhecer que os números racionais positivos podem ser expressos nas formas fracionária e decimal, estabelecendo relações entre essas representações.	Abstração e Representação de Dados. O aluno aprende a representar o mesmo valor (abstração) de diferentes formas (fracionária ou decimal), conceito fundamental em computação.
EF06MA13	Reconhecer a composição e a decomposição de figuras planas (a partir de polígonos) na perspectiva do plano cartesiano.	Decomposição e Estrutura de Dados. Envolve a decomposição de formas complexas em primitivas e o uso de coordenadas, análogo aos gráficos computacionais.
EF06MA26	Resolver situações-problema que envolvam a noção de ângulo em diferentes contextos e em situações reais, como ângulo de visão.	Algoritmos (especialmente em robótica educacional) e Modelagem. Permite modelar movimentos ou direções através de sequências de giros e ângulos.
EF06MA31	Identificar as variáveis e classificar os dados coletados em pesquisas (qualitativos e quantitativos).	Abstração e Estrutura de Dados. Ensina o aluno a classificar e estruturar informações, preparando para o trabalho com bancos de dados.
EF06MA33	Planejar e coletar dados de pesquisa e fazer uso de planilhas eletrônicas para registro, representação e interpretação das informações.	Algoritmos e uso de Tecnologia Digital. Uso de ferramentas computacionais (planilhas) para organizar e processar dados, o que envolve a criação de fórmulas (algoritmos).
EF07MA04	Resolver e elaborar problemas que envolvam operações com números inteiros.	Algoritmos e Abstração. Requer a definição de procedimentos (regras de sinais, ordem das operações) para resolver problemas, que podem ser vistos como algoritmos matemáticos.
EF07MA06	Reconhecer que a resolução de um grupo de problemas que têm a mesma estrutura pode ser obtida utilizando os mesmos procedimentos.	Reconhecimento de Padrões e Abstração. O aluno identifica a estrutura comum e abstrai um método geral aplicável.
EF07MA07	Representar, por meio de um fluxograma, os passos utilizados para resolver um grupo de problemas.	Algoritmos e Decomposição. O fluxograma é uma representação visual de um algoritmo, exigindo que o problema seja decomposto em passos lógicos e sequenciais.
EF07MA23	Verificar relações entre os ângulos formados por retas paralelas cortadas	Abstração e uso de Tecnologias Digitais. Permite aos alunos abstrair

Habilidade (BNCC)	Descrição Resumida	Conexão com PC
	por uma transversal, com e sem uso de softwares de geometria dinâmica.	propriedades geométricas e, opcionalmente, testar hipóteses usando ferramentas computacionais.
EF07MA29	Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de grandezas, reconhecendo que toda medida empírica é aproximada.	Modelagem e Abstração. O aluno precisa modelar uma situação do mundo real (abstração) e definir procedimentos (algoritmos) para medição e cálculo, considerando limitações práticas.
EF08MA03	Resolver e elaborar problemas de contagem cuja resolução envolva a aplicação do princípio multiplicativo.	Algoritmos e Decomposição. A contagem sistemática pode ser vista como a criação de um algoritmo para listar ou calcular todas as possibilidades (árvores de possibilidades).
EF08MA08	Resolver e elaborar problemas que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas.	Abstração (modelar um problema real em equações) e Algoritmos (definir e seguir passos para resolver o sistema, como métodos de substituição ou adição).
EF08MA15	Construir, utilizando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica, mediatriz, bissetriz e polígonos regulares.	Algoritmos e uso de Tecnologias Digitais. A construção geométrica segue uma sequência precisa de passos (um algoritmo). O uso de software permite a abstração das propriedades geométricas.
EF08MA22	Calcular a probabilidade de eventos, com base na construção do espaço amostral, utilizando o princípio multiplicativo.	Reconhecimento de Padrões e Algoritmos. A estruturação do espaço amostral e o cálculo de probabilidades exigem a identificação de padrões e a aplicação de fórmulas (algoritmos probabilísticos).
EF08MA24	Classificar as frequências de uma variável contínua de uma pesquisa em classes, de modo que resumem os dados.	Abstração e Estrutura de Dados. Envolve organizar (estruturar dados) e simplificar (abstrair) grandes conjuntos de dados para facilitar a análise e a tomada de decisões.
EF09MA06	Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações (numérica, algébrica e gráfica).	Abstração e Modelagem. O conceito de função é uma abstração matemática que descreve uma relação de dependência, análoga à forma como um algoritmo processa uma entrada para gerar uma saída.
EF09MA09	Compreender a fatoração de expressões algébricas para resolver equações polinomiais do 2º grau.	Reconhecimento de Padrões e Algoritmos. A fatoração depende do reconhecimento de padrões algébricos (produtos notáveis). A "Fórmula de Bhaskara" é um algoritmo clássico para resolver equações de 2º grau.
EF09MA14	Resolver problemas de aplicação do Teorema de Pitágoras ou de relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas.	Decomposição e Algoritmos. Exige decompor figuras complexas em formas mais simples (triângulos retângulos) e aplicar uma sequência lógica de passos (algoritmos) para

Habilidade (BNCC)	Descrição Resumida	Conexão com PC
		encontrar medidas desconhecidas.
EF09MA19	Identificar e descrever, por meio de coordenadas cartesianas, o trajeto ou a localização de objetos.	Representação de Dados e Abstração. O plano cartesiano é uma estrutura de dados fundamental para a computação gráfica e robótica, permitindo a localização e o trajeto (algoritmo de movimento).
EF09MA20	Reconhecer, em experimentos aleatórios, eventos independentes e dependentes e calcular a probabilidade de sua ocorrência.	Modelagem e Algoritmos. Requer a criação de modelos matemáticos (algoritmos probabilísticos) para simular ou prever resultados de eventos complexos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018, acréscimo da conexão com PC)

A análise permitiu identificar as unidades temáticas contidas nas Competências e Habilidades, especialmente na área de Matemática, e mensurar suas aparições relacionadas aos pilares do PC. Diante dessas evidências, torna-se essencial refletir sobre o impacto dessas diretrizes no ensino e na aprendizagem da Matemática, bem como sobre as possibilidades de aprofundamento do PC no contexto educacional.

Para além das competências e habilidades previstas na BNCC, a institucionalização do PC no Brasil ganhou um novo marco regulatório com a promulgação de diretrizes específicas pelo Conselho Nacional de Educação. Nesse contexto, a seção 4.3 analisa a Resolução CNE/CEB nº 2, de 21 de março de 2025, que estabelece as normas para a inclusão da computação na Educação Básica, consolidando o amparo legal para as práticas discutidas neste estudo.

4.3 RESOLUÇÃO CNE/CEB Nº 2, DE 21 DE MARÇO DE 2025

A resolução institui as Diretrizes Operacionais Nacionais sobre o uso de dispositivos digitais em espaços escolares e integração curricular de educação digital e midiática.

No Capítulo II - Dos conceitos, em seu Art. 3º Para fins desta Resolução, considera-se: Pensamento computacional: Habilidade de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento da capacidade de criar e adaptar algoritmos, aplicando fundamentos da computação para alavancar

e aprimorar a aprendizagem e o pensamento criativo e crítico nas diversas áreas do conhecimento;

Em seu Art. 33. Parágrafo único. A construção do currículo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental deverá incluir: O pensamento computacional para consolidar conhecimentos matemáticos e lógicos;

Em seu Art. 34. Na etapa dos Anos Finais do Ensino Fundamental, a educação digital e midiática deverá ser integrada no projeto de vida dos estudantes, permitindo um trabalho pedagógico apropriado com os dispositivos digitais, articulada com outros componentes e disciplinas. Parágrafo único. A construção do currículo dos Anos Finais do Ensino Fundamental deverá incluir: O desenvolvimento do pensamento complexo e da programação; e

No seu Art. 35. Na etapa do Ensino Médio, a educação digital e midiática deverá considerar as competências de pensamento computacional, cultura digital e mundo digital numa perspectiva integrada e de diversidade, promovendo o protagonismo e a participação crítica, ética, criativa e cidadã do jovem.

Não foi encontrado na literatura, termos utilizados na resolução, o que torna sua leitura de difícil compreensão para o professor da educação básica que não possui formação específica na área da computação. Essa ausência de um vocabulário comum entre o texto legal e a bibliografia pedagógica tradicional cria um vácuo que precisa ser preenchido por análises mais detalhadas.

Acompanhando as resoluções do Conselho Nacional de Educação, a legislação soberana que rege o ensino no país também foi atualizada para abarcar as demandas da era digital. Nesse sentido, a seção 4.4 discute as alterações trazidas pela Lei nº 14.533/2023, que institui a Política Nacional de Educação Digital e altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), conferindo status de prioridade ao letramento computacional e ao pensamento crítico no uso das tecnologias.

4.4 LEI Nº 14.533, DE 11 DE JANEIRO DE 2023 (LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL)

A LEI Nº 14.533 Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional), 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003.

Em seu Art. 3º O eixo Educação Digital Escolar tem como objetivo garantir a inserção da educação digital nos ambientes escolares, em todos os níveis e modalidades, a partir do estímulo ao letramento digital e informacional e à aprendizagem de computação, de programação, de robótica e de outras competências digitais, englobando:

Pensamento computacional, que se refere à capacidade de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento da capacidade de criar e adaptar algoritmos, com aplicação de fundamentos da computação para alavancar e aprimorar a aprendizagem e o pensamento criativo e crítico nas diversas áreas do conhecimento.

Diante do robusto aparato legal e normativo apresentado, torna-se fundamental compreender como essas diretrizes se articulam com a estrutura já estabelecida pela Base Nacional. Nesse contexto, a seção 4.5 aborda as normas sobre a Computação na Educação Básica que complementam a BNCC, detalhando as competências específicas que consolidam a integração definitiva da cultura digital e do pensamento computacional no currículo escolar brasileiro.

4.5 COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA, COMPLEMENTANDO A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

A publicação do documento "Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC" (Parecer CNE/CEB nº 2/2022) marca um avanço significativo na política educacional brasileira ao detalhar as competências que devem ser desenvolvidas do Ensino Fundamental ao Médio. Este documento não trata a computação como um acessório tecnológico, mas como uma área de conhecimento essencial para que o aluno seja um "agente ativo e consciente de transformação" na sociedade digital.

Sob essa ótica, o documento organiza o conhecimento em três eixos que operam em regime de mútua dependência, articulando o PC, caracterizado como um arcabouço de processos cognitivos voltados à resolução de problemas e à

modelagem de soluções, ao Mundo Digital, que abarca a compreensão técnica e lógica da arquitetura de hardware e software, e à Cultura Digital, dimensão que tenciona as implicações éticas e os impactos socioeconômicos da transformação digital. Essa tríade conceitual não deve ser compreendida de forma estanque, mas como uma estrutura integrada onde a fluência técnica e a reflexão social convergem para a formação de um pensamento crítico capaz de intervir na realidade tecnológica.

Para que a integração da computação ocorra de forma sistemática nas escolas, os documentos normativos buscam delimitar o que se compreende por PC. Nesta subseção, exploram-se as definições adotadas pelo Conselho Nacional de Educação, detalhando os processos mentais e as capacidades cognitivas que o documento espera que sejam desenvolvidos pelos estudantes ao longo de sua trajetória escolar.

4.5.1 DEFINIÇÃO E PROCESSOS DO PC NO CONTEXTO NORMATIVO

Dentro da arquitetura normativa vigente, o PC é concebido como uma competência cognitiva transdisciplinar, transcendendo a visão reducionista de mera habilidade técnica. O Parecer CNE/CEB nº 2/2022 formaliza pilares que se configuram como operações intelectuais de alto nível, as quais guardam estrita simetria com os fundamentos desta pesquisa. Ao estabelecer essa base normativa, o documento valida a integração de processos mentais complexos como elementos estruturantes do currículo escolar, permitindo uma articulação direta com as demais áreas do conhecimento, especialmente a Matemática.

Essa estrutura procedimental manifesta-se por meio de quatro pilares interdependentes: o reconhecimento de padrões, que faculta a capacidade de indução a partir da identificação de regularidades; a decomposição, voltada à redução da carga cognitiva por meio do fracionamento de sistemas complexos em partes inteligíveis; a elaboração de algoritmos, que promove a estruturação de um pensamento procedimental e lógico; e, fundamentalmente, a abstração, processo de síntese essencial para a filtragem de informações e a criação de modelos mentais. A integração dessas dimensões permite que o estudante desenvolva

uma arquitetura de pensamento capaz de modelar e resolver problemas de naturezas distintas.

Tal categorização revela-se imprescindível para a práxis pedagógica, pois desloca o PC do restrito campo da informática e o posiciona, definitivamente, no domínio da cognição humana. Essa mudança de paradigma é o que viabiliza o diálogo com metodologias diversas, sejam elas mediadas por tecnologia avançada ou pautadas em estratégias analógicas e desplugadas. A viabilidade desta aplicação, contudo, depende da compreensão das modalidades de mediação que podem ser adotadas, o que exige uma análise detalhada sobre as práticas de computação nos cenários plugado e desplugado, conforme descrito na seção a seguir.

4.5.2 PRÁTICAS DE COMPUTAÇÃO: O CENÁRIO PLUGADO E DESPLUGADO

Dentro dessa nova arquitetura curricular, o PC é apresentado como a capacidade de "solucionar problemas decompondo-os em partes menores". A distinção entre as abordagens "plugadas" e "desplugadas" no complemento à BNCC revela uma preocupação com a equidade pedagógica. A computação desplugada assume um papel estratégico ao provar que o desenvolvimento do PC independe do acesso a dispositivos de última geração, fundamentando-se no raciocínio lógico e na manipulação de materiais concretos.

Essa dualidade metodológica é o que permite que a computação penetre na Educação Infantil e nos anos iniciais sem os riscos de uma "telas-dependência", priorizando o desenvolvimento psicomotor e a abstração pura. Esse cenário prepara o terreno para a aplicação desses conceitos em áreas específicas, como será demonstrado na intersecção com a Matemática.

A operacionalização do PC no cotidiano escolar perpassa por diferentes abordagens metodológicas, que variam conforme os recursos disponíveis e os objetivos pedagógicos. A seguir, analisa-se o cenário das práticas 'plugadas' — que utilizam dispositivos tecnológicos e linguagens de programação — e das práticas 'desplugadas', que promovem o raciocínio lógico e a resolução de problemas sem a necessidade de hardware, democratizando o acesso ao

conhecimento computacional. Abaixo, apresenta-se o Quadro 7 que sintetiza as habilidades específicas da Educação Infantil propostas pelo complemento à BNCC.

Quadro 7 - Objetivos de aprendizagem - computação na Educação Básica

OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS
EI03CO01 - Reconhecer padrão de repetição em sequência de sons, movimentos, desenhos.	Computação plugada: 1) Criar padrões de repetição em sequência com formas e cores diferentes: (i) por meio de editor de desenho; (ii) por meio de ferramenta online (PatternShapes: https://apps.mathlearningcenter.org/pattern-shapes/) Computação desplugada: 1) Perceber, por meio de tarefas de sua rotina, a repetição de movimentos: (i) comer um sanduíche (morder, mastigar, engolir); (ii) respirar (inspirar, expirar).
EI03CO02 - Expressar as etapas para a realização de uma tarefa de forma clara e ordenada.	Computação Plugada: Experienciar as etapas de execução de tarefas, discutindo como elas são divididas em processos sequenciais como: (i) Cookie Monster's Foodie Truck (https://pbskids.org/sesame/games/cookie-monsters-foodie-truck/); (ii) Ready Set Grow (https://pbskids.org/sesame/games/ready-set-grow/). Computação Desplugada: 1) Expressar as etapas de realização de tarefas diárias por meio de desenhos ou de forma oral; 2) Ordenar uma sequência de imagens que representam as etapas de uma tarefa diária. Exemplo de uma tarefa diária - Hora de dormir (i) tomar banho; (ii) colocar pijama; (iii) escovar os dentes.
(EI03CO03) Experienciar a execução de algoritmos brincando com objetos (desplugados)	Computação plugada: Experienciar a execução de algoritmos por meio de: (i) jogos digitais (e.g. Follow the Code: https://www.mathplayground.com/follow_the_code.html); (ii) brinquedos robóticos (e.g. RoPE: http://smartfunbrasil.com/). Computação desplugada: Experienciar a execução de algoritmos por meio de percursos realizados a partir de desenhos no chão (ou maquetes) como, por exemplo: (i) jogos de labirinto; (ii) amarelinha; (iii) sequências de números; (iv) sequências de cores; Experienciar a execução de algoritmos por meio de atividades manuais (e.g. dobraduras, bordado, costura). Exemplo: Executar o seguinte algoritmo Passo (1) - Pegar uma folha de papel sulfite; Passo (2) - Dobrar esta folha ao meio;

OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS
	Passo (3) - Dobrar novamente ao meio; Passo (4) - Dobrar novamente ao meio.
(EI03CO04) Criar e representar algoritmos para resolver problemas.	Computação Plugada: Explorar jogos digitais, puzzles e jogos de programar que permitem representar uma sequência lógica para resolver problemas. Como exemplos de recursos, temos: (i) Jogos de sequência lógica (https://www.smartkids.com.br/jogos-educativos/c/jogos-sequencia-logica); (ii) LightBot (https://lightbot.com/); (iii) ScratchJr. (https://www.scratchjr.org/). Computação Desplugada: Preparar uma receita (e.g. bolo, sorvete) com as crianças, evidenciando os passos para o preparo (algoritmo). Dialogar com elas sobre a ordem das etapas. Como sugestão de material de apoio pedagógico, temos a "Minha Fábrica de Comida" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/minha-fabrica-de-comida/). Criar percursos, de uma origem até um destino, em um tabuleiro (e.g. papel, chão), representando os passos do trajeto. Como sugestão de material de apoio pedagógico, temos o "AlgoCards" (http://www.computacional.com.br/) e "Segue o Trilho" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/segue-o-trilho/).
(EI03CO05) Comparar soluções algorítmicas para resolver um mesmo problema.	Computação Plugada: Comparar diferentes rotas executadas pelas crianças a partir de um jogo digital de labirinto. Computação Desplugada: Comparar diferentes rotas executadas pelas crianças a partir de um labirinto marcado no chão; Comparar diferentes formas de se realizar tarefas diárias como: (i) escovar os dentes, (ii) tomar banho, (iii) colocar roupa.
(EI03CO06) Compreender decisões em dois estados (verdadeiro ou falso).	Computação plugada: Criar um jogo digital a partir de um conjunto de perguntas com base em uma história, personagens ou temas de interesse da turma e avaliar as perguntas respondendo verdadeiro ou falso. Como sugestão de ferramentas para criação da atividade, temos: (i) Wordwall (https://wordwall.net/pt/); (ii) Jamboard (https://jamboard.google.com/). Computação desplugada: Criar um conjunto de perguntas com base em uma história, personagens ou temas de interesse da turma. Cada criança recebe duas cartas, uma verde (verdadeiro) e uma vermelha (falso). Para cada pergunta, a criança apresenta o resultado da sua avaliação e, em conjunto, discutem os erros e acertos. Realizar a brincadeira popular de "morto e vivo" (e suas variações) em que, ao invés de morto e vivo, sejam utilizadas frases passíveis de ser julgadas como verdadeiras (vivo) ou falsas (morto).

OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS
	"Verdadeiro ou Falso" / "Isso no meu mundo" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/verdadeiro-ou-falso/).

Fonte: Adaptado de Brasil (2022)

O fechamento da análise normativa reside na identificação dos pontos de convergência entre os eixos da computação e os objetos de conhecimento da Matemática. Esta subseção dedica-se a examinar as habilidades específicas da BNCC que permitem um diálogo direto com o PC, fundamentando a tese de que o raciocínio matemático e o PC são competências complementares e interdependentes no processo de aprendizagem. Sob essa premissa de integração, a seção 4.5.3 procede à análise de habilidades específicas e à intersecção com a Matemática, evidenciando os pontos onde as diretrizes normativas encontram respaldo na prática pedagógica.

4.5.3 ANÁLISE DE HABILIDADES ESPECÍFICAS E INTERSECÇÃO COM A MATEMÁTICA

A análise do documento revela habilidades que servem de bússola para a integração curricular. No 2º ano, a habilidade (EF02CO02) propõe: "Criar algoritmos simples para resolver problemas do cotidiano". Do ponto de vista de Polya, esta habilidade materializa a etapa de "Estabelecimento de um Plano". Ao transpor essa necessidade para a Matemática, o aluno que aprende a criar um algoritmo para somar quantidades está, na verdade, automatizando um processo cognitivo que o levará à fluência numérica.

No 6º ano, a habilidade (EF06CO04) foca na "Decomposição de problemas complexos em subproblemas". Esta é a ferramenta definitiva para a resolução de problemas matemáticos. Ao segmentar um enunciado complexo, o aluno reduz a carga cognitiva, permitindo que cada variável seja tratada conforme o nível de Análise de Bloom. Portanto, o "Vínculo Teórico" proposto nesta pesquisa (PC + Polya + Bloom) encontra respaldo direto e obrigatório nas novas normas da educação brasileira.

A consolidação das diretrizes normativas no cotidiano escolar depende, em grande medida, dos recursos didáticos que subsidiam o trabalho docente. Nesse contexto, a seção 4.6 analisa o papel do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) na difusão do PC, observando como os editais recentes têm orientado a inclusão de conteúdos e metodologias voltadas à cultura digital nas obras aprovadas para a Educação Básica.

4.6 PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO (PNLD)

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é o mais antigo dos programas voltados à distribuição de obras didáticas aos estudantes da rede pública de ensino brasileira e iniciou-se em 1929. Ao longo desses anos, o programa foi aperfeiçoado e teve diferentes nomes e formas de execução (Farias, 2018, p 24). Este autor, relata como o crescimento do uso de tecnologia pelas crianças e adolescentes pode ter impactos na forma como a escola está organizada.

O uso das tecnologias digitais no ensino de Matemática tem oportunizado muitas discussões relativas à sua relevância e contribuições. Bittar (2015) afirma que as tecnologias digitais têm feito parte dos estudos matemáticos em diversos níveis escolares há cerca de três décadas no Brasil e no exterior, sendo que a matemática desfruta de certos privilégios em relação às outras áreas do conhecimento se tratando do processo de ensino e aprendizagem mediado pelas tecnologias, pois quando bem elaboradas, levam os sujeitos a uma melhor compreensão dos objetos matemáticos estudados.

Na concepção de Borba (2020) no cenário brasileiro, a utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação em Educação Matemática pode ser dividida em quatro fases ou momentos. Consideramos necessário descrever essas fases na tentativa de entender as transformações que o uso das tecnologias trouxe para dentro da sala de aula com o passar do tempo e a evolução do acesso às tecnologias.

A primeira fase, iniciada nos anos de 1980, onde se discutia o uso das chamadas “tecnologias informáticas” (TI) já eram objetos de pesquisa, suas ferramentas à época eram as calculadoras simples e científicas bem como o

próprio computador, para Borba (2020) a característica mais importante do uso das também chamadas tecnologias computacionais foi a utilização do software LOGO, onde o mesmo foi amplamente utilizado nas investigações acerca das práticas pedagógicas de cunho construcionista na concepção de Papert (1980) e didáticas em educação matemática mediada pelas tecnologias, com ênfase na correlação entre a linguagem de programação, proposta pelo software LOGO e o pensamento matemático.

Nesta fase, inicia-se a disseminação da informática no sistema educacional brasileiro, segundo Borba (2020, p.21) as tecnologias eram tidas como “catalisador para a mudança pedagógica”, tanto que se discutia se “as escolas poderiam ou deveriam ter laboratórios de informática”. Paralelamente às discussões, o Ministério da Educação patrocina o desenvolvimento de pesquisas e metodologias sobre o uso do computador como recurso didático-pedagógico.

Iniciada na segunda metade dos anos de 1990, a segunda fase, segundo Borba (2020) e impulsionada pela popularização do uso dos computadores pessoais, se baseou em uma gama de perspectivas sobre a utilização das tecnologias computacionais. Considerado um momento de transição do desinteresse e insegurança de alguns professores e alunos e o vislumbre de outros com os novos rumos que a tecnologia poderia proporcionar para a educação.

Na segunda fase descrita por Borba (2020), surgem diversos softwares educacionais que buscam explorar as potencialidades e possibilidades didáticos pedagógicos das tecnologias da informação, paralelamente a oferta de cursos de formação continuada para professores se ampliou, dando direcionamento para esse processo de inclusão digital. Dentre a gama de softwares educacionais Borba (2020) cita o Winplot, Fun, Graphmatica, Cabri Géomètre, Geometricks, Maple e o mais famoso de todos, que até hoje é fruto de estudos, o Geogebra, todos esses são caracterizados por suas interfaces amigáveis e sua natureza dinâmica.

Potencializada com o advento da internet, a terceira fase tem seu surgimento por volta dos anos de 1999, ela se caracteriza pela utilização de múltiplas fontes de informação, com o fortalecimento dos cursos de Educação a

distância, esta fase marca a transição do que cunhamos como “tecnologias informáticas” para a expressão “tecnologias de informação e comunicação” ou simplesmente TIC. Nesta fase, segundo Borba (2020) diversas questões foram levantadas. Devido às tecnologias comunicacionais, parte das investigações são realizadas em ambientes virtuais coletivos de aprendizagem, as mesmas aprofundaram os estudos dos softwares educacionais já descritos na segunda fase, utilizando das diversas mídias (videoconferência, vídeos, ambientes virtuais de aprendizagem, chats, fóruns virtuais), na perspectiva de Borba (2020) as abordagens enfatizam a construção de uma inteligência coletiva que fortaleceu os conhecimentos matemáticos diversos em ambientes hipermediáticos.

A quarta fase, iniciado em meados de 2004, e que vivenciamos até hoje, tem como ponto de partida o advento da internet de alta velocidade, a melhoria da qualidade de conexão e a ampliação dos meios de acesso (computador, smartphone, tablet, Smart Tv, Kindle), nesse contexto cunha-se o termo Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Para Borba (2020) esta fase é caracterizada por diversos aspectos, que agregam a utilização de softwares educativos e objetos de aprendizagem, a multimodalidade de conteúdos disponíveis, o aumento da interatividade, a popularização das tecnologias móveis e portáteis de acesso à internet e a performance deste acesso. Segundo o autor, essas características conduzem os estudantes de matemática para a aprendizagem além da sala de aula, tornando essa fase, ainda vigente, objeto de inquietações e questionamentos que ainda serão formulados.

Borba (2020) afirma que o surgimento de uma fase não anula ou substitui a fase anterior, elas se sobrepõem e coabitam, servindo por vezes de alicerce para a próxima fase, como observado na quarta fase já apresentada. Na perspectiva do autor, a divisão e o surgimento de uma nova fase se concretizam no momento que as inovações tecnológicas abrem espaço para a construção de um cenário qualitativo diferente na investigação matemática, ou seja, quando o uso pedagógico da TDIC traz originalidade ao processo de ensino aprendizagem ao ponto de intrinsecamente elaborar novos tipos de problemas, atualizar as terminologias e aprimorar a dinamicidade em sala de aula e fora dela.

Neste sentido, a evolução das tecnologias digitais no ensino de matemática tem sido marcada por quatro fases distintas, cada uma representando um estágio de desenvolvimento e adaptação ao contexto educacional. No entanto, é importante destacar que essas fases não se sobrepõem de forma linear, mas coabitam e se complementam, contribuindo para a construção de um cenário qualitativo e dinâmico na educação matemática. Como observado ao longo dessas transformações, as tecnologias digitais se tornaram catalisadoras para a mudança pedagógica, abrindo caminho para a inovação, o aprimoramento do ensino e a expansão do acesso ao conhecimento matemático

Uma das grandes questões ligadas à educação hoje, no Brasil e no mundo, diz respeito ao uso das tecnologias em sala de aula. Primeiro é preciso pensar o que isso provoca na escola, porque a utilização dos recursos computacionais na sala de aula causa uma grande revolução na maneira de ensinar e aprender, já que esses recursos podem proporcionar ao aluno a construção do seu próprio conhecimento (Farias, 2018, p. 15).

O PC para os livros da área de Matemática adota-se o seguinte critério “Proporcionar o desenvolvimento de noções de PC (identificação de padrões) por meio de diferentes processos cognitivos (analisar, compreender, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções)” (FNDE, 2022, p. 54-55). É abordado no seguinte critério: “Proporcionar o desenvolvimento de noções de PC (identificação de padrões), em apoio ao componente curricular Matemática” (FNDE, 2022, p. 57). Já nos livros dos Projetos Integradores o critério é “Propor práticas sistemáticas de argumentação, de leitura inferencial e de noções de PC (identificação de padrões)” (FNDE, 2022, p. 68).

As treze coleções do 6º ano ao 9º ano do ensino fundamental dos livros elencados no Programa Nacional do Livro Didático - PNLD encontram-se apresentadas na seção 4 dedicada a metodologia.

Para compreender o impacto do programa na Educação Básica, é fundamental analisar as diretrizes que norteiam a sua execução. A seguir, detalham-se os objetivos do PNLD, evidenciando como a política de distribuição de materiais busca garantir a padronização da qualidade didática e a inserção de

temas contemporâneos, como o Pensamento Computacional, no currículo nacional.

4.6.1 OBJETIVO DA PNLD

Segundo Sá (2020) o objetivo do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica, pautando-se por cinco pilares fundamentais:

- I - Melhoria do processo de ensino e aprendizagem nas escolas públicas, com a consequente melhoria da qualidade da educação;
- II - Garantia de padrão de qualidade do material de apoio à prática educativa utilizado nas escolas públicas;
- III - Democratização do acesso às fontes de informação e cultura;
- IV - Fomento à leitura e o estímulo à atitude investigativa dos alunos; e
- V - Apoio à atualização e ao desenvolvimento profissional do professor.

Sá (2020) também afirma que o PNLD tem como um de seus produtos um Guia do Livro Didático que serve de instrumento para balizar as escolhas dos professores no que concerne ao livro didático a ser usado nas aulas com os estudantes, o que impacta diretamente o fazer pedagógico. Entretanto, o autor sinaliza uma desconexão crítica entre as diretrizes do programa e as métricas de avaliação externa.

Nota-se que o PNLD não seleciona livros didáticos que permitam que os estudantes que os utilizem estejam preparados para realizar a Prova Brasil. Essa lacuna pedagógica implica que os professores que utilizarem somente os livros didáticos recomendados pelo PNLD não conseguirão que seus estudantes tenham bom desempenho na Prova Brasil, uma vez que as matrizes de referência dos exames nacionais exigem habilidades e competências que, muitas vezes, não são o foco central das coleções aprovadas.

Dessa forma, Sá (2020) considera que a responsabilização dos docentes é inadequada e injusta do ponto de vista institucional. Tendo em consideração que o material didático é avaliado e cancelado pelo Governo Federal por meio do

PNLD não permite a devida preparação dos estudantes para os testes que são aplicados na avaliação de larga escala brasileira.

Cria-se um paradoxo pedagógico: o Estado fornece a ferramenta, mas cobra resultados baseados em uma régua de medição distinta. Assim, o docente é cobrado por um desempenho acadêmico cujos insumos oficiais fornecidos são, em sua essência, insuficientes ou desalinhados aos descritores das avaliações de sistema.

Dada a relevância das diretrizes nacionais para a inclusão da computação no currículo, torna-se imperativo compreender como essas competências se alinham aos processos cognitivos. Dessa forma, a próxima seção apresenta a teoria de Benjamin S. Bloom e George Polya, fornecendo a base necessária para categorizar os níveis de complexidade intelectual exigidos nas atividades matemáticas.

5 A TAXONOMIA DE BLOOM

O objetivo desta seção é apresentar a revisão dos estudos desenvolvidos no âmbito da taxonomia de Bloom para compreender como essas metodologias podem ser utilizadas para gerar aprendizagem para o PC.

5.1. A TAXONOMIA DE BLOOM

Benjamin Samuel Bloom, nasceu em 21 de fevereiro de 1913, em Lansford, Pensilvânia. Sua família era de imigrantes judeus da Rússia, que tiveram de deixar o seu país natal por causa da discriminação. Psicólogo e educador norte-americano, as contribuições de Bloom são significativas para os campos da aprendizagem de domínio e da taxonomia de objetivos na educação.

Na segunda metade do século XX, notamos a influência de seu trabalho no campo educacional, contribuindo para a compreensão em torno do desenvolvimento infantil. Em sua época, era considerado um garoto com altas habilidades.

Aprendeu a ler desde cedo, sendo capaz de compreender textos muito complexos e lembrar de tudo o que lia. Em sua cidade natal, era conhecido por pegar livros em bibliotecas públicas e devolvê-los no mesmo dia, depois de lê-los em poucas horas.

Bloom atuou no ensino e na pesquisa sobre educação. Seu principal objetivo era descobrir as melhores maneiras pelas quais a educação poderia ajudar as pessoas a atingir o pleno potencial. Ele se dedicou a essa tarefa enquanto lecionava.

Obteve os títulos de bacharel e mestre pela Universidade Estadual da Pensilvânia em 1935 e o de Ph.D. em Educação pela Universidade de Chicago em março de 1942. Tornou-se membro da Comissão de Seleção da Universidade de Chicago em 1940, função que desempenhou até 1943.

No ano seguinte, foi nomeado instrutor no Departamento de Educação, recebendo o prêmio de distinção Charles H. Swift em 1970. Autor de inúmeras obras, muitas traduzidas para outros idiomas, seu trabalho sobre o

desenvolvimento e aprendizado humano foi crucial para a formulação de políticas públicas nos Estados Unidos e para o avanço da Educação Infantil em vários países. Sua obra evidencia que o potencial de aprendizado da maioria dos alunos é muito superior ao observado nas condições usuais em sala de aula, destacando os profundos efeitos do ambiente doméstico no aprendizado inicial das crianças.

Taxonomia é um termo bastante usado em diferentes áreas, é a ciência de classificação, denominação e organização de um sistema pré-determinado e que tem como resultante um framework conceitual para discussões, análises e/ou recuperação de informação.

Bloom (1956) através da sua Taxonomia definiu uma divisão do trabalho de acordo com o domínio específico de desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor. As características básicas de cada um desses domínios podem ser resumidas em:

- **Cognitivo:** relacionado ao aprender, dominar um conhecimento. Envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidade e de atitudes. Inclui reconhecimento de fatos específicos, procedimentos padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual constantemente. Nesse domínio, os objetivos foram agrupados em seis categorias e são apresentados numa hierarquia de complexidade e dependência (categorias), do mais simples ao mais complexo. Para ascender a uma nova categoria, é preciso ter obtido um desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores. As categorias desse domínio são: Conhecimento; Compreensão; Aplicação; Análise; Síntese; e Avaliação;
 - **Afetivo:** relacionado a sentimentos e posturas. Envolve categorias ligadas ao desenvolvimento da área emocional e afetiva, que incluem comportamento, atitude, responsabilidade, respeito, emoção e valores. Para ascender a uma nova categoria é preciso ter obtido um desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores para serem aprimoradas. As categorias desse domínio são: Receptividade; Resposta; Valorização; Organização; e Caracterização;
- e

- Psicomotor: relacionado a habilidades físicas específicas. Bloom e sua equipe não chegaram a definir uma taxonomia para a área psicomotora, mas outros o fizeram e chegaram a seis categorias que incluem ideias ligadas a reflexos, percepção, habilidades físicas, movimentos aperfeiçoados e comunicação não verbal. Para ascender a uma nova categoria, é preciso ter obtido um desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores. As categorias desse domínio são: Imitação; Manipulação; Articulação; e Naturalização.

Embora todos os três domínios (cognitivo, afetivo e psicomotor) tenham sido amplamente discutidos e divulgados, em momentos diferentes e por pesquisadores diferentes, o domínio cognitivo é o mais conhecido e utilizado.

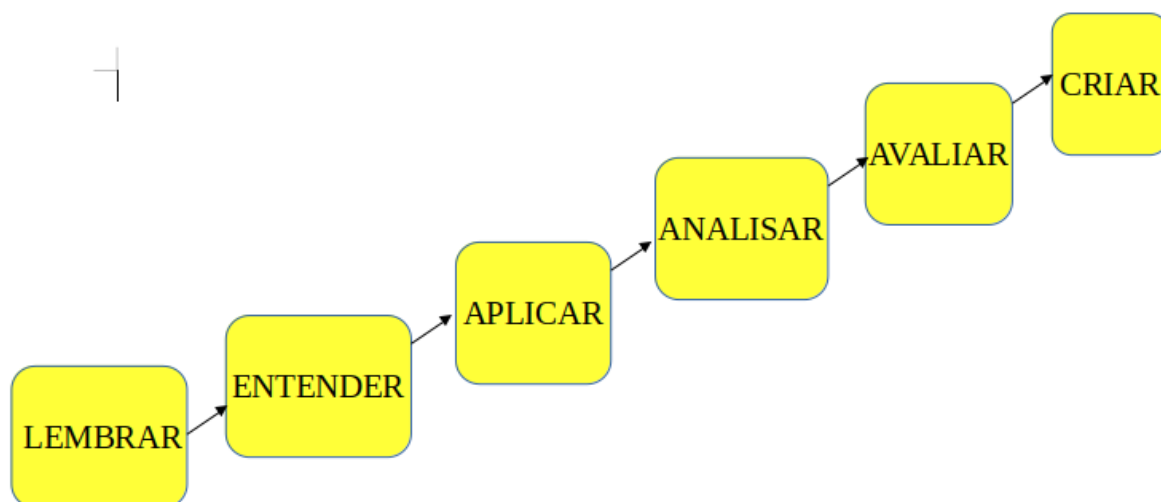
A Taxonomia de Bloom é um recurso fundamental na aprendizagem, uma vez que ajuda a estruturar os propósitos pedagógicos. Thompson (2008) descrevem em sua pesquisa um exemplo em que houve uma ampla variação nas classificações atribuídas por diferentes professores a uma mesma problemática. A Taxonomia de Bloom ajudou a resolver conflitos dessa natureza.

De acordo com Krathwohl (2002), o pesquisador Benjamin S. Bloom, junto a seus colaboradores, desenvolveu a taxonomia com o propósito de facilitar a troca de questões objetivas entre docentes de diferentes universidades, para que avaliassem o mesmo objetivo educacional. O autor destaca que a taxonomia original de Bloom apresenta definições para as seis categorias principais do domínio cognitivo: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Essas categorias estão organizadas da mais simples a mais complexa e, segundo o autor, a taxonomia constitui uma hierarquia cumulativa, na qual a categoria anterior serve como pré-requisito para a seguinte.

Na década de 1990, a taxonomia foi submetida a um processo de revisão e foi publicada em 2001 por Lorin Anderson (Anderson, Krathwohl, 2001), com o objetivo de equilibrar a estrutura da taxonomia original com as mudanças resultantes dos avanços tecnológicos e das novas estratégias educacionais (Ferraz; Belhot, 2010). A classe de conhecimento passou a ser representada por substantivos, enquanto o meio para alcançá-lo começou a ser representado por

verbos. Durante o processo de revisão, as classes de conhecimento, compreensão e a síntese passaram a ser denominadas de relembrar, entender e criar.

Figura 3 – Organização das categorias da Taxonomia de Bloom



Fonte: Adaptado pelo autor (Silva, 2019)

Como ilustrado na Figura 3, a Taxonomia de Bloom é abrangente, o que significa que para o aluno conseguir avançar para uma próxima categoria ele precisa dominar o nível em que se encontra.

Os pesquisadores relacionaram o tipo de conhecimento a ser adquirido (dimensão conhecimento) e o meio para obtê-lo (dimensão cognitiva). Concedendo, portanto, um caráter bidimensional a taxonomia de Bloom original. No Quadro 8, apresentamos a descrição dos itens de cada dimensão, e a natureza bidimensional.

Quadro 8 - Caráter bidimensional da Taxonomia revisada de Bloom.

Dimensão do processo cognitivo segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 429)	
1. Lembrar:	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar, está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada.
2. Entender:	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas próprias palavras.
3. Aplicar:	Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode

Dimensão do processo cognitivo segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 429)
também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes.
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.
6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos.
Dimensão do conhecimento segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 429)
1. Conhecimento Efetivo/Factual: relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados.
2. Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência.
3. Conhecimento Procedimental/Procedural: relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar.
4. Conhecimento Metacognitivo: relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedural, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.

Fonte: Extraído de: Ferraz e Belhot (2010, p. 430)

A compreensão da Taxonomia de Bloom exige uma análise detalhada da hierarquia dos processos mentais, que evoluem da simples memorização para a criação complexa. Nesse sentido, a seção 5.2 descreve as categorias da Taxonomia de Bloom, detalhando como cada nível cognitivo se organiza para

promover uma aprendizagem progressiva e profunda, fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático.

5.2 CATEGORIA DA TAXONOMIA DE BLOOM

Nesta seção, são apresentadas as definições das categorias da taxonomia de Bloom, acompanhadas dos respectivos verbos. Ferraz (2010) definiu em seu trabalho verbos no início de cada objetivo que facilitam o trabalho de inserção na dimensão processo cognitivo. Os verbos, relacionados às categorias, procuram dar suporte ao planejamento acadêmico.

A estrutura taxonômica organiza-se de forma hierárquica, partindo de processos mentais mais simples em direção aos mais complexos. Assim, a análise detalhada de cada estágio inicia-se pelo nível fundamental da aquisição do conhecimento, conforme descrito na categoria Lembrar.

5.2.1 CATEGORIA LEMBRAR

No estudo de Thompson (2008), o processo cognitivo de lembrar é definido como a habilidade de recuperar um conhecimento relevante a partir de uma memória de longo prazo. Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência esses conhecimentos. Verbos: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.

Essa etapa constitui o alicerce cognitivo necessário, fornecendo o repertório de informações básicas que servirá de matéria-prima para os processos de pensamento mais complexos. Todavia, a simples recuperação da memória não garante que o estudante compreenda o significado do conteúdo. Para que o conhecimento seja processado de forma mais profunda, é necessário avançar para a categoria entender.

5.2.2 CATEGORIA ENTENDER

De acordo com Galhardi e Azevedo (2013), essa categoria é definida pela capacidade de criar conceitos por meio da linguagem, seja na forma escrita, oral ou gráfica, utilizando-se de recursos como ilustração, compreensão, categorização, analogia e descrição. Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Verbos: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.

Uma vez que o aluno demonstra compreensão sobre o conceito, o desafio pedagógico passa a ser a utilização desse saber em situações concretas, o que caracteriza a categoria aplicar.

5.2.3 CATEGORIA APLICAR

Thompson (2008) afirmam que uma situação se encaixa nessa categoria quando o estudante utiliza algum procedimento previamente conhecido para solucionar um problema semelhante que ele tenha conhecimento, entretanto, as informações são desconhecidas por ele. Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias. Verbos: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.

Contudo, além de saber utilizar as ferramentas em contextos conhecidos, o estudante deve ser capaz de decompor informações e identificar relações entre as partes, entrando assim na categoria analisar.

5.2.4 CATEGORIA ANALISAR

De acordo com Galhardi e Azevedo (2013), neste nível, espera-se que os estudantes não apenas recordem os princípios, mas também entendam suas diferentes aplicações. Segundo Rodrigues (1997), essa classe é caracterizada pelo processo de dividir um dado em partes reduzidas e estabelecer conexões entre elas. Além disso, a categoria Analisar inclui a ação de identificar os elementos essenciais de uma proposição, avaliando sua eficácia e identificando possíveis falhas lógicas. Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Verbos: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.

Após a desestruturação e análise crítica dos elementos, o processo cognitivo exige que o aluno consiga emitir julgamentos baseados em critérios e padrões, o que nos conduz à categoria avaliar.

5.2.5 CATEGORIA AVALIAR

No estudo de Thompson (2008), os autores descrevem essa categorização como a implementação de decisões fundamentadas em normas e regras. Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um “todo”. Verbos: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.

Por fim, o ápice da pirâmide cognitiva ocorre quando o estudante, munido de todas as competências anteriores, torna-se capaz de reorganizar elementos para gerar um novo padrão ou solução, consolidando a categoria criar.

5.2.6 CATEGORIA CRIAR

De acordo com Thompson (2008), a categoria criar é definida pelo procedimento de reunir componentes para formar um todo integrado e efetivo. Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Verbos: Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um review sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.

Após detalhar os níveis cognitivos de forma isolada, torna-se imperativo compreender como essa hierarquia se articula com os pilares do pensamento tecnológico. Na seção 5.2.7, estabelece-se o nexó entre a Taxonomia de Bloom e o Pensamento Computacional, evidenciando como os processos de abstração, decomposição e reconhecimento de padrões podem ser mapeados e potencializados em cada estágio da escalada cognitiva.

5.3 BLOOM E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Durante a pesquisa, observou-se alguns trabalhos que relacionam a taxonomia de Bloom e o PC. Rodriguez (2017) descreve uma avaliação onde mapeia-se as habilidades de PC e a Taxonomia de Bloom. Houve a classificação dos problemas de acordo com a Taxonomia de Bloom, os pilares do PC foram mapeados para cada problema. Em sua pesquisa ele classificou os problemas de acordo com a Taxonomia de Bloom, os pilares da PC foram mapeados para cada problema. O PC abrange os conceitos de representação de dados, decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico conforme apresentado no Quadro 9 dessa relação.

Quadro 9 - As habilidades do PC e as categorias da taxonomia de Bloom

Habilidades de PC	Taxonomia de Bloom	Justificativas
Representação de dados	Lembrando, Compreendendo	Na atividade de representar dados, o agente necessita lembrar das maneiras de representar dados e também compreender como se procede a representação na maneira escolhida.
Pensamento Algorítmico	Avaliando	Na atividade de pensar algorítmicamente o agente necessita avaliar as maneiras de representar dados
Abstração Pensamento Algorítmico	Aplicando	Na atividade de abstrair e pensar algorítmicamente, o agente necessita aplicar as maneiras de representar dados
Abstração	Criando, Analisando	Na atividade de abstrair, o agente necessita criar uma maneira de representar dados e também de analisar uma maneira de representar dados

Fonte: Adaptado de Rodriguez (2017, Grifo nosso)

A pesquisa de Ullah (2019) apresenta uma abordagem para avaliar a competência dos alunos em programação usando a taxonomia de Bloom. Algumas regras quantificam as competências adquiridas em relação aos níveis cognitivos da taxonomia de Bloom. Os três primeiros níveis referem-se à complexidade mais baixa (Conhecimento, Compreensão, Aplicação), enquanto os três últimos são os níveis mais altos (Análise, Síntese e Avaliação). O método de avaliação baseado em regras proposto pode ser usado para ajudar os alunos a aprimorar seu nível de competência enquanto aprendem programação.

Embora a correlação entre os níveis cognitivos e o Pensamento Computacional forneça um mapa teórico robusto, sua aplicação efetiva em sala de aula depende da apropriação desses conceitos pelo corpo docente. Nesse sentido, a seção 5.3 discute a Taxonomia de Bloom no âmbito da formação de professores, analisando a importância de instrumentalizar o educador para que

ele possa planejar objetivos de aprendizagem que desafiem progressivamente o raciocínio dos estudantes.

5.4 TAXONOMIA DE BLOOM E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A utilização da Taxonomia de Bloom na formação de professores de Matemática transcende a simples classificação de objetivos educacionais. Ela se estabelece como um instrumento de prática reflexiva de Alarcão (2011) e um guia para a transposição didática, permitindo que o docente organize a progressão do conhecimento de forma intencional e estratégica. Para o professor, apropriar-se desta taxonomia significa desenvolver a capacidade de diagnosticar em que estágio de processamento cognitivo o aluno se encontra e, a partir disso, elaborar intervenções que o desafiem a alcançar níveis de pensamento mais complexos.

No contexto da formação, a Taxonomia de Bloom auxilia o docente a superar o que Shulman (1987) define como a fragmentação entre o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico. Muitas vezes, o professor de Matemática domina o conteúdo (ex: funções ou álgebra), mas encontra dificuldades em escalonar as atividades de modo que o aluno saia da mera memorização (Lembrar) para a construção de modelos próprios (Criar). Ao compreender a hierarquia cumulativa dos processos cognitivos, o docente passa a planejar suas aulas não apenas com base em tópicos de conteúdo, mas em objetivos de aprendizagem que exigem diferentes esforços intelectuais.

Ademais, a Taxonomia de Bloom atua como um corretor da subjetividade na avaliação docente. Como apontado por Thompson (2008), a variação de critérios entre professores sobre o que constitui uma "questão difícil" ou "fácil" é um dos grandes entraves na educação. Na formação de professores, o estudo da taxonomia oferece uma linguagem comum. Um docente formado sob esta ótica compreende que uma atividade de "resolução de problemas" pode ser puramente de Aplicação (se o aluno apenas repete um modelo já visto) ou de Análise/Criação (se o aluno precisa decompor uma situação inédita).

Nesta perspectiva, a formação do professor orientada pela Taxonomia de Bloom possibilita a consolidação de uma prática docente dotada de clareza de intencionalidade, na qual o ensino de Matemática deixa de ser um fim em si

mesmo para se tornar um meio de desenvolver processos cognitivos complexos. Essa compreensão permite ao educador realizar o planejamento de andaimes (scaffolding), estruturando suportes pedagógicos que orientam o aluno na ascensão segura pelos degraus da pirâmide cognitiva, ao mesmo tempo em que promove uma diversificação avaliativa robusta. Assim, o docente torna-se capaz de transcender a mensuração da memória fática, elaborando instrumentos que alcancem níveis superiores de pensamento, como o julgamento crítico e a síntese original, essenciais para a autonomia intelectual do estudante

Portanto, a Taxonomia de Bloom na formação docente não deve ser vista como uma estrutura rígida ou um fim em si mesma, mas como um mapa de navegação pedagógica. Ela permite que o educador matemático atue na zona de desenvolvimento proximal de seus alunos, garantindo que o ensino não seja nem tão simples que desmotive, nem tão complexo que paralise, promovendo o que Tardif (2014) descreve como um saber profissional fundamentado na compreensão dos processos reais de aprendizagem dos sujeitos.

Compreendidos os fundamentos e os pilares que sustentam o PC, torna-se relevante investigar como esses conceitos podem ser articulados a métodos consolidados de ensino da Matemática. Sob essa perspectiva, a próxima seção apresenta o trabalho de George Polya, focando em sua clássica teoria para a resolução de problemas, que servirá de base heurística para a proposta de integração deste estudo.

6. George Polya

Segundo consta em O'Connor (2002), George Polya nasceu em 13 de Dezembro de 1887 em Budapeste, de uma família judaica com origem polonesa. Ele foi um excelente estudante no ensino secundário, embora a escola que frequentava valorizasse muito a aprendizagem baseada na memória, prática que Polya considerava monótona e sem utilidade.

Formou-se em 1905, sendo considerado um dos quatro melhores alunos do seu ano, o que lhe permitiu ganhar uma bolsa de estudo na Universidade de Budapeste. Inicialmente, ele começou a estudar Direito, seguindo os passos de seu pai. No entanto, achou o curso tedioso e mudou para o curso de línguas e literaturas. Posteriormente, desenvolveu interesse em Latim, Física, Filosofia e, finalmente, em Matemática, concluindo seu doutorado em 1912.

No Outono de 1913, foi para Göttingen, onde conheceu Hilbert. Nesse mesmo ano, publicou um de seus maiores resultados, a solução do problema do passeio aleatório. Em 1913, foi para Paris para trabalhar em seu pós-doutorado.

Em 1914, assumiu um cargo na Universidade de Zurique, onde conheceu Hurwitz. No mesmo ano, seu país o convocou para a guerra, mas ele se recusou a prestar serviço militar. O medo de ser preso por não ter respondido à convocação fez com que ele retornasse à Hungria apenas após o fim da Segunda Guerra Mundial. Em Zurique, conheceu sua futura esposa, Stella Weber, com quem se casou em 1918, permanecendo juntos até a morte de Polya.

Em 1924, trabalhou com Hardy e Littlewood em Oxford e Cambridge. Publicou a classificação em dezessete grupos dos planos de simetria, resultado que mais tarde inspiraria Escher. Em 1925, juntamente com Szegö, publicou "Aufgaben und lehrsätze aus der Analysis" e "Die grundlehren der mathematischen wissenschaften".

Em 1940, com receio de uma possível invasão alemã da Suíça, decidiu ir para os Estados Unidos, aceitando, em 1942, um cargo de professor na Universidade de Stanford, onde permaneceu até se aposentar do ensino em 1953. Foi um dos mais destacados educadores matemáticos de todos os tempos. Seu método de resolução de problemas não foi pioneiro na Matemática, mas contribuiu para a teoria do conhecimento. Muitos de seus livros foram traduzidos

para diversos idiomas, destacando-se especialmente “How to Solve It” (1945), um clássico nessa área. Fundamentado em alguns membros proeminentes da comunidade húngara, contemporâneos de Polya, como Theodore von Kármán, John von Neumann, Michael Polanyi, Leo Szilard, Edward Teller e o Nobel Eugene Wigner, o método de Polya traça suas origens na matemática e na educação científica em Budapeste, por volta do século XIX, demonstra como até mesmo a Competição Matemática de Stanford (1946-1965) tinha suas raízes na Competição de Eötvös, realizada em Budapeste desde 1894.

Críticos observaram com acerto que a influência de Polya ultrapassava a comunidade da educação matemática: em muitos casos, ele auxiliou na transferência da rica tradição liberal de raciocínio independente e na abordagem para resolver problemas da Hungria e do Império Austro-húngaro para os Estados Unidos. George Polya faleceu em 7 de Setembro de 1985.

Consolidadas as bases normativas e as categorias cognitivas, este estudo avança para a dimensão estratégica da aprendizagem matemática. A seção 6.1 apresenta as contribuições de George Polya, cuja obra 'A Arte de Resolver Problemas' oferece a estrutura heurística necessária para transformar os desafios matemáticos em processos sistemáticos de descoberta, alinhando-se perfeitamente aos pilares do Pensamento Computacional discutidos anteriormente.

6.1 A ARTE DE RESOLVER PROBLEMAS DE GEORGE POLYA

O trabalho pioneiro do matemático húngaro George Polya (1887-1985) destaca-se seu famoso livro “A Arte de Resolver Problemas”, que apresenta uma heurística de resolução de problemas específica para a matemática, que permanece muito atual e serve como ponto de partida para muitos trabalhos nessa linha de pesquisa. De forma geral, Polya (1995) dividiu o processo de resolução de um problema em quatro etapas:

1. Compreensão do problema;
2. Estabelecer um plano (construção de uma estratégia de resolução);
3. Implementação do plano e
4. Retrospectiva (verificação do resultado).

Além dessas quatro etapas, este autor sugere perguntas pertinentes a cada etapa, que podem ser feitas pelo professor aos seus alunos, como forma de mediação, ao longo do processo de resolução de um problema, visando o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas em seus alunos. O propósito de Polya era aprimorar a capacidade dos alunos de resolver problemas, começando pelo desenvolvimento dessa habilidade nos professores.

O método proposto por George Polya não é um conjunto rígido de regras, mas um caminho heurístico que guia o estudante através de processos mentais organizados. Para facilitar a aplicação desse método no ensino de Matemática e sua correlação com o PC, a estrutura é dividida em quatro etapas fundamentais, que serão detalhadas a seguir.

6.1.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

Apesar de parecer evidente, essa fase é muitas vezes ignorada. Muitos iniciantes tentam dar uma resposta rápida com base em uma leitura superficial, sem de fato entender o que está sendo pedido e proposto no problema. Polya propõe algumas questões que podem ajudar nessa fase:

- I. Quais são as informações do problema?
- II. Quais são as dúvidas?
- III. Quais são os requisitos ou limitações?
- IV. É viável atender às exigências solicitadas?
- V. Elas são adequadas para resolver a incógnita?
- VI. Não são repetitivas?
- VII. Não são incoerentes?

Nesta etapa, ele também propõe algumas táticas: ler e revisar o enunciado para compreender o que está sendo solicitado, criar um desenho ou esquema para ter uma visão mais clara da situação, segmentar os dados e adotar uma definição correta.

A etapa inicial constitui o alicerce de todo o processo de resolução. Nela, o foco reside na decodificação das informações, onde o resolvidor deve identificar claramente o que se busca, quais são os dados fornecidos e se as condições impostas são suficientes para a solução. Esta fase assemelha-se ao pilar da

decomposição no PC, onde o todo é fragmentado para melhor entendimento. Contudo, a compreensão dos dados é apenas o alicerce para a etapa seguinte, na qual o resolvidor deve organizar essas informações para estabelecer um plano de ação.

6.1.2 ESTABELEECER UM PLANO

Sem dúvida, esta é a fase mais exigente e “artística”. Encontrar um plano viável exigirá não apenas entendimentos anteriores e experiência em problemas semelhantes, mas também, em muitos casos, uma pitada de intuição e criatividade. O objetivo é criar ligações entre os elementos do problema e a dúvida. Além de elaborar uma lista de passos a serem seguidos, a execução meticulosa da Etapa 1 pode ser proveitosa. Em certos casos, uma conexão “aparece” de maneira aparentemente enigmática, e certas questões que podem ajudar nesse momento decisivo são:

- I. Você se recorda de algum problema parecido?
- II. É possível aplicar métodos usados em problemas parecidos a este?
- III. Você tem conhecimento de resultados ou fórmulas que possam ser proveitosos?
- IV. Você poderia reformular a questão de outra forma?
- V. Você é capaz de solucionar uma parte do problema?

Nesta etapa, Polya sugere algumas abordagens: converter o problema em um caso específico ou em um caso amplo mais compreensível, além de modificar o problema em outro similar. Uma estratégia não citada por Polya, mas que pode ser eficaz em problemas mais complexos, é: “deixe o problema de lado por um instante”. Parece que o inconsciente segue trabalhando enquanto estamos envolvidos em outras tarefas, mas isso ocorre apenas depois de termos dedicado bastante esforço ao problema.

Uma vez compreendidas as variáveis do problema, a segunda etapa exige que o estudante trace estratégias e busque conexões com problemas semelhantes resolvidos anteriormente. É o momento da criatividade e da escolha de ferramentas matemáticas adequadas. Mas, para que a estratégia desenhada

saia do campo das ideias, o próximo passo exige que o estudante parta para a execução prática e a implementação do plano.

6.1.3 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO

A implementação de um bom esquema identificado na Etapa 2 geralmente se transforma em uma atividade muito mais fácil. Ao passo que criatividade e destreza são essenciais na Etapa 2, nesta fase, o que costuma ser necessário é paciência e cuidado. Uma distinção importante a ser considerada é a diferença entre compreensão e definição, ou seja, entre notar ou detectar um evento e evidenciá-lo (neste contexto, prova refere-se a um conceito válido fundamentado em fatos aceitos, e não a uma demonstração rigorosa). As questões propostas por Polya que podem ser úteis neste caso são:

I. É possível perceber que cada etapa está correta?

II. Você pode apresentar uma evidência de que cada etapa está correta?

Frequentemente, surgem obstáculos durante a implementação do plano. Esse desafio pode ser apenas teórico, e o que se requer é continuar no mesmo trajeto, ou pode acontecer que o plano, afinal, não seja alcançável ou apresente complicações de realização, ou até mesmo seja impossível. Nesse cenário, pode ser preciso voltar à parte passada e ajustar ou criar um plano. Para evitar seguir um caminho que se mostre infrutífero, é fundamental acompanhar continuamente o processo de resolução. É importante sempre executar os cálculos necessários, seguindo a lista de passos definida no planejamento, e analisar se os benefícios obtidos fazem sentido e estão de acordo com o que foi pedido no enunciado.

A terceira fase consiste na execução técnica do que foi planejado. Aqui, o rigor e a atenção aos detalhes são essenciais para que cada passo seja verificado e validado. No contexto da integração com a tecnologia, esta etapa dialoga diretamente com a algoritmização, onde a estratégia desenhada é posta em prática através de uma sequência ordenada de ações. Todavia, a obtenção de uma resposta não encerra o ciclo de aprendizagem, sendo fundamental retornar ao processo para verificar a exatidão dos resultados e refletir sobre a estratégia utilizada, por meio de uma cuidadosa retrospectiva.

6.1.4 RETROSPECTIVA

Esse passo é muitas vezes negligenciado, porém Polya enfatiza que, ao revisar a solução, o aluno tem a oportunidade de solidificar seu entendimento e aprimorar sua capacidade de resolver problemas. Uma revisão também pode revelar um erro ou uma falha no raciocínio, ou até mesmo sugerir uma resposta mais fácil. Polya propõe questionar:

- I. Você pode verificar o resultado?
- II. Ele parece aceitável?
- III. Você pode verificar os argumentos apresentados; eles são realmente persuasivos?
- IV. Você consegue encontrar uma solução diferente para o problema?
- V. É possível aplicar o mesmo método a outro problema?
- VI. É possível examinar a solução com outros exemplos ou contextos semelhantes?

Cada uma dessas etapas é importante. É importante ressaltar que o método é somente um instrumento para a solução. Não há uma receita que, se empregada, assegurará que o estudante consiga solucionar todos os exercícios de forma correta. É importante destacar que o método permite ver o exercício como um conjunto e, em seguida, dividi-lo em pequenos tópicos que ajudam a organizar as ideias.

Frequentemente negligenciada, a última etapa é o momento de revisão e reflexão sobre o caminho percorrido. Polya enfatiza que a retrospectiva permite ao estudante verificar se o resultado é plausível, identificar caminhos alternativos e, principalmente, consolidar o aprendizado para situações futuras. Na cultura digital, este processo é análogo ao teste e depuração, garantindo a eficácia e a otimização da solução encontrada.

6.2 POLYA E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Algumas pesquisas abordam a incorporação do PC e do Modelo de Polya. Tangkui (2023) desenvolveu uma pesquisa integrando o PC aos modelos

elaborados por Polya, apresentando uma novidade: a utilização de jogos no PC. Concluiu-se que ao fornecer uma abordagem estruturada para a resolução de problemas e implementar o modelo de Polya, o PC tem o potencial de aprimorar as habilidades de resolução de problemas dos alunos. Além disso, a integração do modelo de Polya com o PC aprimora o processo de resolução de problemas, capacitando os alunos a decompor problemas complexos em partes menores e a encontrar soluções eficazes e sistemáticas.

Outra pesquisa é conduzida por Maharani (2019) que compara a resolução de problemas de Polya com o PC. Os resultados mostraram que ao resolver o problema e definir o problema realiza-se as etapas de decomposição e abstração no contexto do PC. Durante o processo de planejamento da solução realiza-se a etapa de generalização. Maharani (2019) concluiu que o PC apoiou os alunos na resolução de problemas matemáticos. O desenvolvimento do PC foi necessário para pesquisas futuras que afetarão a aprendizagem, especialmente a matemática. Por exemplo, a avaliação, as características, a expansão de cada componente do PC, entre outros.

Alguns trabalhos nacionais são os de Aguiar (2024) que apresenta a Metodologia de Polya e sua aplicação em questões da prova da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. O autor tem como objetivo identificar técnicas de ensino que facilitem a compreensão da matemática e promovam o interesse por essa disciplina. Para isso, buscou especialmente estratégias que auxiliassem na interpretação de problemas e no entendimento da linguagem matemática.

Souza (2018) apresenta os resultados de uma intervenção pedagógica sobre resolução de problemas realizada com alunos do 9º Ano. Como o método de resolução de problemas proposto por Polya pode promover uma aprendizagem mais significativa para os alunos, e que foi possível perceber o interesse dos alunos durante a realização das atividades mais contextualizadas.

A partir da compreensão das etapas de resolução, apresenta-se na seção seguinte uma reflexão acerca de George Polya e a formação docente, sublinhando o papel do professor como estrategista e mediador do pensamento lógico.

6.3 POLYA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A inserção da metodologia de George Polya na formação de professores de Matemática representa uma mudança de paradigma: o deslocamento do foco do "produto" (a resposta correta) para o "processo" (o percurso do raciocínio). Conforme defende Ponte (1994), a formação do professor para a resolução de problemas não pode ser meramente teórica; ela exige que o docente vivencie o papel de resolvido para que, posteriormente, consiga mediar a aprendizagem de seus alunos. Sob esta ótica, as quatro etapas de Polya deixam de ser um roteiro para o estudante e passam a ser um instrumento de diagnóstico para o professor.

No âmbito da formação, apropriar-se da obra de Polya permite ao docente desenvolver o que Shulman (1987) define como o conhecimento pedagógico do conteúdo. O professor não apenas domina a técnica matemática, mas aprende a formular a "pergunta heurística" adequada para cada momento de bloqueio do aluno. Em vez de fornecer a solução, o docente formado na perspectiva de Polya utiliza as interrogações sugeridas pelo autor — como "Você conhece um problema correlato?" ou "Pode enunciar o problema de outra maneira?" — como ferramentas de andaime pedagógico (scaffolding). Essa habilidade de intervenção mínima e precisa é o que caracteriza o professor mediador, capaz de estimular a autonomia intelectual do discente sem anular seu esforço cognitivo.

Além disso, a formação fundamentada em Polya reforça a necessidade da prática reflexiva de Alarcão (2011). A quarta etapa do método, a Retrospectiva, é frequentemente negligenciada na prática escolar tradicional, mas é nela que reside o maior potencial formativo para o professor. Ao incentivar o retrospecto, o docente aprende a analisar não apenas se o aluno acertou, mas a elegância da solução, a existência de caminhos alternativos e a possibilidade de generalização do método. Esse exercício habitua o professor a olhar para o erro como uma lacuna de estratégia e não como uma falha de capacidade, promovendo o que Tardif (2014) descreve como um saber experiencial crítico, no qual o professor aprende com as diferentes formas de pensar de seus alunos.

Dessa forma, a formação de professores orientada pela heurística de Polya possibilita o desenvolvimento de uma sensibilidade pedagógica apurada,

permitindo que o docente identifique com precisão em qual etapa do processo — seja na compreensão, no planejamento, na execução ou na retrospectiva — o aluno encontra obstáculos, realizando intervenções mediadoras cirúrgicas. Essa formação promove, ainda, a ressignificação da linguagem matemática, capacitando o educador a traduzir o formalismo em esquemas mentais acessíveis que facilitam a transposição didática, ao mesmo tempo em que fomenta a valorização do inconsciente e da criatividade. Ao reconhecer a intuição e o tempo de incubação como partes legítimas da resolução, o professor transforma a sala de aula em um espaço menos pressionado pela cronometragem e mais focado na maturação das ideias, essencial para a autonomia do pensar matemático.

Portanto, formar professores na perspectiva de Polya é capacitá-los para gerir a incerteza. Em um mundo mediado por algoritmos e pelo Pensamento Computacional, o professor de Matemática assume o papel de mentor de estratégias, preparando o estudante para enfrentar problemas inéditos — cujas soluções ainda não foram escritas — por meio de uma postura investigativa e resiliente.

Após o exame detalhado das etapas de Polya e dos níveis cognitivos de Bloom, percebe-se que ambos os referenciais oferecem sustentação mútua para o desenvolvimento das competências digitais. No entanto, a aplicação prática dessa teoria no ensino de Matemática exige um alinhamento estruturado. Diante disso, a seção seguinte apresenta uma proposta de vínculo entre Bloom, Polya e o PC, sintetizando esses eixos em um modelo pedagógico unificado.

6.4 PROPOSTA DE VÍNCULO ENTRE BLOOM, POLYA E O PC

Diante da escassez de produções científicas que articulem, de forma explícita, teorias de Bloom e Polya sob a ótica do Pensamento Computacional (PC), esta pesquisa propõe uma síntese integradora que constitui o núcleo analítico deste trabalho. Esta articulação não é meramente cumulativa, mas sim orgânica, visando oferecer um rigor metodológico inédito na análise de processos de aprendizagem matemática. Ao correlacionar o esforço cognitivo (Bloom), as etapas estratégicas de resolução (Polya) e as competências da cultura digital

(PC), estabelece-se um framework que permite mapear o desenvolvimento do estudante de forma multidimensional.

A necessidade desta integração justifica-se pelo fato de que a resolução de problemas na contemporaneidade exige uma estrutura mental que transite fluidamente entre a lógica algorítmica e os processos cognitivos superiores. Quando o estudante enfrenta um desafio algébrico, ele não está apenas "fazendo uma conta"; ele está operando em uma zona de intersecção onde a Decomposição (PC) é o suporte para a Compreensão do Problema (Polya), exigindo o nível de Análise (Bloom) para distinguir dados relevantes de ruídos informacionais.

Para aprofundar esta discussão, é preciso compreender que o Pensamento Computacional atua como o motor operacional das heurísticas de Polya. No momento do estabelecimento de um Plano (Polya), o estudante mobiliza o pilar da Abstração (PC) para filtrar a realidade e transformá-la em modelos matemáticos. Este processo, por sua vez, eleva o nível cognitivo da Aplicação para a Criação (Bloom), uma vez que o discente não está apenas replicando uma fórmula, mas arquitetando uma estratégia própria. A ausência de um desses pilares tornaria a aprendizagem fragmentada: sem a estrutura de Polya, o PC seria uma técnica sem propósito pedagógico; sem Bloom, não haveria clareza sobre o nível de profundidade intelectual exigido.

Além disso, a Execução do Plano e a Retrospectiva de Polya encontram no PC o conceito de Pensamento Algorítmico e Depuração (debugging). O estudante aprende que uma solução não é apenas "certa" ou "errada" (visão tradicional), mas sim um algoritmo que pode conter falhas lógicas passíveis de correção. Aqui, a Avaliação de Bloom manifesta-se no julgamento crítico sobre a eficiência da solução encontrada. Esta tríade permite que o erro deixe de ser um ponto final para se tornar um objeto de investigação, essencial para a formação de um sujeito capaz de intervir em uma sociedade mediada por sistemas complexos.

Conforme sistematizado no Quadro 10, esta síntese demonstra que a formação do professor deve ser orientada por essa visão holística. O docente, ao apropriar-se desta integração, deixa de avaliar o aluno de forma binária e passa a realizar uma mediação diagnóstica. Se um aluno falha na resolução, o professor

consegue identificar se o bloqueio está no nível de entendimento (Bloom), na falta de uma estratégia de decomposição (PC) ou na dificuldade de planejamento (Polya).

Portanto, este vínculo teórico-prático eleva o ensino de Matemática a um novo patamar de letramento. Não se trata apenas de resolver problemas computáveis, mas de computar o pensamento para resolver problemas humanos, éticos e científicos. Com esta base teórica consolidada, que ampara o Quadro Analítico proposto, o trabalho avança para a aplicação destes conceitos em situações concretas de ensino, demonstrando a viabilidade desta arquitetura pedagógica.

Quadro 10 - Síntese que relaciona bloom, polya e PC

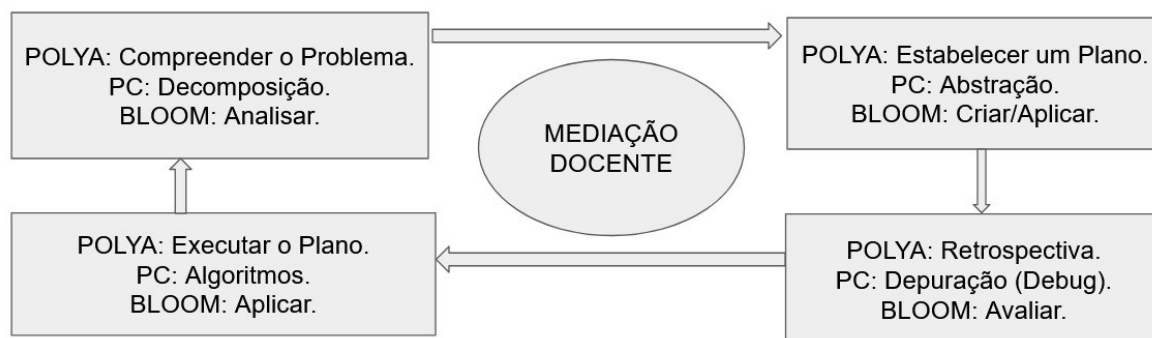
Polya	Taxonomia de bloom	Pilar do PC
Entender o problema	Lembrar	Algoritmo (aplicar) reconhecimento de padrão
Elaborar um plano	Entender	Reconhecimento de padrão (lembrar, entender)
Executar o plano	Aplicar	Decomposição (analisar) Algoritmo
Revisar/refletir	Analisar	Abstração (Decomposição)
	Avaliar	Abstração
	Criar	

Fonte: Adaptado de Polya e Bloom (2025)

Para compreender a profundidade da síntese proposta no Quadro 10, é necessário analisar como os pilares do Pensamento Computacional (PC) potencializam as etapas de Polya e os níveis de Bloom. Esta análise não busca apenas sobrepor conceitos, mas identificar onde eles se fundem para formar uma competência cognitiva superior. O PC não entra na educação matemática como um conteúdo paralelo, mas como um catalisador que dá agilidade e estrutura às heurísticas clássicas de resolução de problemas.

A dinâmica dessas intersecções teóricas é sintetizada visualmente na Figura 4, que ilustra o fluxo integrador proposto no Quadro 10:

Figura 4 – Infográfico da Síntese Integradora entre PC, Polya e Bloom.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 4 apresenta a síntese integradora proposta nesta investigação. Nela, observa-se como os pilares do Pensamento Computacional operam como catalisadores que permitem ao estudante transitar pelas etapas heurísticas de Polya e escalar os níveis de complexidade da Taxonomia de Bloom, sob a mediação estratégica do professor.

A) Da Compreensão à Análise: O papel da Decomposição e do Reconhecimento de Padrões

Na etapa inicial de Compreensão do Problema (Polya), o esforço do estudante está concentrado em identificar o que é essencial. Aqui, a Decomposição (PC) atua como a ferramenta operacional que permite ao aluno quebrar um enunciado complexo em partes gerenciáveis, isolando a incógnita dos dados fornecidos. Do ponto de vista da Taxonomia de Bloom, este processo exige o nível de Análise, pois o discente deve distinguir os componentes da situação e entender sua organização.

Adiciona-se a essa fase o Reconhecimento de Padrões, habilidade que permite ao aluno identificar se a estrutura do problema atual guarda similaridades com situações resolvidas anteriormente. Ao ler um problema algébrico, por exemplo, o aluno "decompõe" a frase em variáveis e constantes, "analisando" a relação entre elas para "compreender" o todo. Sem essa habilidade de fragmentação lógica, a compreensão de Polya torna-se superficial, dificultando o avanço para as etapas subsequentes.

B) Do Plano à Criação: A força da Abstração e a Transposição Didática

No Estabelecimento de um Plano (Polya), ocorre o salto qualitativo da resolução. O aluno utiliza a Abstração (PC) para ignorar detalhes irrelevantes —

como o contexto lúdico do enunciado — e focar estritamente no modelo matemático (equação, função ou algoritmo). Sob a ótica de Bloom, este é o momento da Aplicação e, em casos de problemas inéditos, da Criação.

O professor, ao mediar essa fase, atua na zona de intersecção do TPACK, estimulando o aluno a "abstrair" a lógica por trás do problema sem entregar a fórmula pronta. A criação de um plano original é, em última análise, um ato de design algorítmico. Conforme aponta Shulman (1987), essa transposição do problema real para o modelo matemático é o que caracteriza o pensamento do especialista; a integração proposta no Quadro 9 formaliza esse processo através do pilar da abstração.

C) Da Execução à Avaliação: Pensamento Algorítmico e a Cultura da Depuração

Durante a Implementação do Plano (Polya), o estudante segue um fluxo de passos lógicos, o que caracteriza o Pensamento Algorítmico (PC). Entretanto, o percurso matemático raramente é retilíneo. É neste ponto que a Depuração (Debugging) se torna uma estratégia pedagógica vital: o aluno deve revisar seu percurso, identificando falhas de cálculo ou inconsistências lógicas.

Este processo culmina na etapa de Retrospectiva (Polya) e no nível de Avaliação (Bloom), onde o estudante julga a eficácia e a coerência da sua solução. A união entre Polya e PC ressignifica o erro: ele deixa de ser uma falha punitiva e passa a ser um "bug" a ser analisado. Essa mudança de postura, defendida por Alarcão (2011) como parte da prática reflexiva, é o que permite ao aluno não apenas chegar ao resultado, mas compreender a estrutura do próprio pensamento.

A convergência entre os modelos de Bloom e Polya com os pilares computacionais não deve ser vista apenas como um arranjo teórico, mas como uma estratégia capaz de redefinir a atuação do educador em sala de aula. Para compreender como essa união se materializa no cotidiano escolar, a próxima seção detalha a proposta de vínculo entre Bloom, Polya e o PC e o impacto da integração na práxis docente.

6.5 A PROPOSTA DE VÍNCULO ENTRE BLOOM, POLYA E O PC E O IMPACTO DA INTEGRAÇÃO NA PRÁXIS DOCENTE

A articulação entre Bloom, Polya e o PC, sintetizada no Quadro 10, impõe ao docente a necessidade de desenvolver o que se pode chamar de "escuta heurística". Na formação de professores de Matemática, isso significa que o educador deve ser capaz de decodificar a dúvida do aluno não como uma ausência de conhecimento fático, mas como um ponto de interrupção em um fluxo lógico específico. Ao utilizar essa tríade teórica, o professor deixa de realizar uma correção binária (certo/errado) e passa a exercer uma mediação diagnóstica, identificando se o bloqueio do discente reside na fragilidade da Abstração (PC), na falha de planejamento (Polya) ou na incapacidade de Análise (Bloom). Essa mudança de postura é fundamental para que o erro seja ressignificado como um dado de pesquisa dentro da própria sala de aula.

A aplicação conjunta das ideias de Bloom, Polya e do Pensamento Computacional (PC) muda a forma como o professor de Matemática interage com o aluno. Em vez de apenas entregar a fórmula pronta ou corrigir o resultado final, o professor passa a observar como o aluno está pensando. Na prática, se um estudante trava na hora de resolver um problema, o docente pode usar o Quadro 10 para orientar sua ajuda.

Por exemplo, se o aluno não consegue nem começar a questão (etapa de compreensão de Polya), o professor pode sugerir que ele use a decomposição, dividindo o enunciado em partes menores. Se o aluno erra o cálculo, o professor o incentiva a fazer uma "revisão" (a retrospectiva de Polya), procurando onde a lógica falhou. Essa postura faz com que o planejamento da aula não seja apenas sobre "dar o conteúdo", mas sobre ajudar o aluno a subir degrau por degrau os níveis de dificuldade da Taxonomia de Bloom.

Um ponto muito prático dessa união entre as teorias é a forma de lidar com o erro. Na aula de Matemática comum, o erro geralmente é visto como algo ruim, que tira nota. Já com o foco no PC, o erro é chamado de "bug" (falha no código) e a correção é a depuração.

Quando o aluno erra um passo na resolução de um problema, ele é incentivado a olhar para trás e entender o que aconteceu. Isso se liga diretamente

à etapa de Avaliação de Bloom, onde o estudante julga o seu próprio trabalho. Para o professor, o erro vira uma ferramenta de diagnóstico: ele serve para mostrar exatamente em qual parte do raciocínio o aluno precisa de mais apoio. Assim, o aprendizado fica mais leve, pois o aluno entende que errar e consertar faz parte do processo de aprender a pensar matematicamente.

Ademais, a implementação desse framework analítico exige que a formação continuada ofereça ao professor um espaço para a reconstrução de seus próprios saberes experienciais de Tardif (2014). Muitos docentes foram formados sob uma lógica de repetição algorítmica puramente mecânica; portanto, apropriar-se da depuração como estratégia pedagógica requer que o professor sinta-se seguro para abrir mão da autoridade do saber absoluto e assumir a posição de co-investigador. A formação, nesse sentido, deve prover o letramento digital necessário para que o professor não apenas utilize o PC como uma ferramenta externa, mas o integre à sua identidade profissional, tornando-se um "arquiteto de problemas" que sabe dosar o esforço cognitivo exigido em cada tarefa.

Por fim, a proposta de vínculo apresentada nesta pesquisa serve como um guia para a transposição didática de Chevallard (1991) em ambientes de alta tecnologia. O professor, ao planejar uma atividade mediada pelo PC, utiliza o Quadro 9 para garantir que o rigor matemático de Polya e a hierarquia cognitiva de Bloom não sejam negligenciados em favor de um ativismo tecnológico superficial. A formação docente voltada para essa síntese promove a autonomia do educador, capacitando-o a criar seus próprios roteiros de intervenção que respeitem a complexidade do pensamento humano frente aos desafios de uma sociedade cada vez mais algorítmica.

Esta síntese demonstra que a resolução de problemas contemporâneos exige uma estrutura mental que transite fluidamente entre a lógica algorítmica e os processos cognitivos superiores. Com esta base teórica consolidada, o próximo capítulo apresentará as considerações finais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação buscou responder de que maneira os pilares do Pensamento Computacional (PC) se relacionam com as etapas de resolução de problemas de Polya e os níveis da Taxonomia de Bloom na perspectiva dos documentos oficiais e do ensino da Matemática. Ao concluir este estudo, afirma-se que a relação entre esses eixos ocorre de forma integrada: enquanto Polya e Bloom oferecem o roteiro do aprendizado e do pensamento, os pilares do PC entregam as ferramentas práticas para realizar cada etapa. Na prática, o PC funciona como o suporte que permite ao aluno caminhar pelos níveis de conhecimento de Bloom e cumprir as fases de resolução de problemas de Polya.

A análise demonstrou que a Decomposição e o Reconhecimento de Padrões são essenciais na fase de "Compreensão do Problema" (Polya), situando-se nos níveis de "Entendimento" da Taxonomia de Bloom. Já a Abstração mostrou-se como o elemento de transição para o "Estabelecimento de um Plano", exigindo do aluno a capacidade de "Analisar" e filtrar informações. Por fim, a elaboração de Algoritmos, acrescida da Automação e Generalização, correlaciona-se diretamente às etapas de "Execução" e "Retrospecto" de Polya, atingindo os níveis mais elevados de "Avaliar" e "Criar" de Bloom.

No que tange à formação de professores, este estudo revela que a transição para uma Educação Matemática mediada pelo Pensamento Computacional exige mais do que a simples apropriação técnica de novos conceitos; ela demanda uma reconfiguração da identidade docente. A análise confirmou que o professor atua como o elo vital dessa tríade teórica, sendo desafiado a transitar de um modelo de ensino focado no produto final para uma mediação diagnóstica. Conclui-se que a formação continuada deve priorizar espaços de prática reflexiva de Alarcão (2011), nos quais o docente possa experimentar o refinamento de suas próprias estratégias pedagógicas, integrando os pilares do PC ao seu saber experiencial de Tardif (2014) e ao seu conhecimento pedagógico do conteúdo de Shulman (1987).

Ademais, a pesquisa evidenciou que a insegurança docente frente à cultura digital pode ser mitigada quando o Pensamento Computacional é apresentado não como um elemento disruptivo, mas como uma extensão natural

e potente das heurísticas de Polya. Assim, a formação de professores deve ser entendida como um processo de letramento crítico-estratégico, capacitando o educador a utilizar o quadro analítico proposto nesta dissertação como um instrumento de emancipação profissional. Ao dominar essas correlações, o professor ganha autonomia para selecionar, adaptar e criar materiais didáticos que promovam, de fato, a inclusão digital e o raciocínio lógico superior em suas salas de aula.

Dessa forma, a pesquisa confirma que os pilares do PC não operam isoladamente, mas potencializam as metodologias clássicas de resolução de problemas. Para a prática docente, este estudo entrega uma "lente" analítica que permite ao professor de Matemática do Ensino Fundamental identificar e maximizar o uso intencional do PC em atividades curriculares e nos livros didáticos. Ao aplicar este quadro analítico, o professor deixa de ser um executor de tarefas para tornar-se um mediador que reconhece o potencial estratégico de cada exercício para o desenvolvimento de competências cognitivas superiores.

Apesar das contribuições alcançadas, ressalta-se que este estudo se limitou à análise teórica e documental. Diante disso, sugere-se para investigações futuras a realização de pesquisas de campo que observem a aplicação prática e a mediação docente no uso dessas correlações em sala de aula. Adicionalmente, recomenda-se a expansão desta análise para as demais áreas do conhecimento, dada a natureza interdisciplinar do Pensamento Computacional estabelecida na legislação brasileira vigente.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, Dor. National Research Council. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. 2010. Acesso em: 02 dez. 2025.

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; ALENCAR, Sergio Vicente. **A Gênese Instrumental na Interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de Matemática**. Bolema: Boletim de Educação Matemática, v. 27, p. 349-365, 2013.

AGUIAR, Tony de. **Aplicação do método de resolução de problemas de Polya em questões de aritmética da OBMEP**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ALARÇÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

AMARAL, Arnaldo Gomes do. **Análise dos recursos educacionais utilizados por professores de biologia na rede pública de ensino**. 2012.

ANDERSON, Lorin, KRATHWOHL, David. **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition**. New York: Longman. 2001

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. (Org.). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.

AZEVEDO, Daniele Negrão. **Pensamento Computacional no Ensino Fundamental: uma análise da abordagem na BNCC e suas implicações na área da Matemática**. Revista Transmutare, Curitiba, v. 10, e20027, p. 1-20. 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BBC LEARNING. **What is computational thinking?** , 2015. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BLOOM, Benjamin S. ENGELHART, Max D.; FURST, Edward J.; HILL, Walker H.; KRATHWOHL, David R. **Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. Porto Alegre: Globo, 1972.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRASIL, Ministério da Educação. **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Incluídas as novas redações até 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 1999. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/B_LEGAI5.PDF. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Normas sobre Computação na Educação Básica**: complemento à BNCC. Brasília: CNE, 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2021-pdf/182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica/file>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 21 de março de 2025**. Institui as Diretrizes Operacionais Nacionais sobre o uso de dispositivos digitais em espaços escolares e integração curricular de educação digital e midiática. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2025. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/atos-normativos-sumulas-resolucoes-e-pareceres>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BIANCHINI, Barbara Lutaif; LIMA, Gabriel Loureiro de. **O Pensamento Matemático e os diferentes modos de pensar que o constituem**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2023.

BITTAR, Marilena. **Uma proposta para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica de professores de matemática**. EM TEIA: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, v. 6, n. 3, p. 1-20, 2015.

BLAKE, Brian. National Research Council. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. 2010. Acesso em: 02 dez. 2025.

BOCCONI, Stefania; CHIOCCARIELLO, Augusto; DETTORI, Giuliana; FERRARI, Anusca; **Developing Computational Thinking in Compulsory Education – implications for policy and practice**. Luxemburg: JRC Science for Policy Report; European Union, 2016. Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BOSSI, Vanderson Gomes. **Análise das atividades de um livro didático relacionadas ao conceito de Fração à luz do Pensamento Computacional**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

BRACKMANN, Christian; RAABE, André Luís; CAMPOS, Flávio Rodrigues; **Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental**. São Paulo: CIEB, 2018. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/pdf/curriculo-de-referencia-tecnologia-computacao.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BRANCO, Emerson Paulo; BRANCO, Ananda Amabile da Silva; OLIVEIRA, Luciana de. **BNCC: a quem interessa o ensino de competências e habilidades?** Debates em Educação, Alagoas, v. 11, n. 25, p. 155-171, 2019. DOI: 10.28998/2175-6600.2019v1n25p155-171. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/7505>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CIEB, CENTRO DE INOVAÇÃO PARA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. Nota técnica número 15: **Autoavaliação De Competências Digitais De Professores**. Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/06/CIEB_NotaTecnica15_junho_-2019.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

CODE.ORG. **Where computer science counts**. Disponível em: <https://code.org/action>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CONSTABLE, Robert Lee. **“Transforming the Academy: Knowledge Formation in the Age of Digital Information”**. PhysicaPlus, Issue 9, http://physicaplus.org.il/zope/home/en/1185176174/trans_academy_en. January, 2009.

CSIZMADIA, Andrew; CURZON, Paul; DORLING, Mark; HUMPHREYS, Simon; **Computational thinking - A guide for teachers**. , 2015. Computing At School (CAS). Disponível em: <http://community.computingatschool.org.uk/files/6695/original.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DENNING, Peter . **Beyond Computational Thinking: A CACM IT Profession Column**. Communications of the ACM 52(6):28-30, 2009.

ENGEL, Raquel Schroeder. **O pensamento computacional no ensino de matemática: uma proposta de atividades desplugadas para o ensino fundamental**. 2019. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

FARIAS, Christianne Torres Lira. **Uma análise das abordagens de recursos computacionais no conteúdo de funções quadráticas nos livros didáticos do ensino médio**. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>. Acesso em: 02 dez. 2025.

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Edital de Convocação nº 01/2022/CGPLI: **processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2024**. Brasília, DF: FNDE, 2022. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/editais>. Acesso em: 02 dez. 2025.

FOX, Edward. National Research Council. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. 2010. Acesso em: 02 dez. 2025.

GALHARDI, Antonio César; AZEVEDO, Marília Macorin. **Avaliações de aprendizagem: o uso da taxonomia de Bloom**. In: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA, 8., 2013, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013. p. 237-247. Tema: Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. Disponível em: http://www.portal.cps.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/008-workshop-2013/trabalhos/educacao_corporativa121728_237_247_FIN AL.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

GUARDA, Graziela Ferreira; PINTO, Sérgio Crespo Coelho da Silva. **Dimensões do pensamento computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 31., 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1102-1111. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2020.1102. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/sbie/article/view/12971>. Acesso em: 02 dez. 2025.

GROVER, Shuchi; PEA, Roy. **Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field**. *Educational Researcher*, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.

HYPÓLITO, Álvaro M. **BNCC, Agenda Global e Formação Docente**. Retratos da Escola, [S. l.], v. 13, n. 25, p. 187–201, 2019. DOI: 10.22420/rde.v13i25.995. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/995>. Acesso em: 02 dez. 2025.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação permanente do professorado: novas tendências**. São Paulo: Cortez, 2010.

ISTE. **ISTE Standards for Students**. Disponível em: <http://www.iste.org/standards/standards/for-students#startstandards>. Acesso em: 02 dez. 2025.

KOLODNER, Janet; Camp, Paul; Crismond, David; Fasse, Barbara; **Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design into Practice**. Journal of the Learning Sciences 12(4):495-548. 2003.

KRATHWOHL, David Reading. **A revision of Bloom's taxonomy: An overview. Theory Into Practice**, 41(4), 212–218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2. 2002. Acesso em: 02 dez. 2025.

KURSHAN, Barbara; **Thawing from a Long Winter in Computer Science Education**. Forbes, p. 2, fev. 2016.

LEE, Peter. National Research Council. 2010. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. Acesso em: 02 dez. 2025.

LEIVAS, José Carlos Pinto. **Imaginação, intuição e visualização: a riqueza de possibilidades da abordagem geométrica no currículo de cursos de Licenciatura de Matemática**. 2009. 294 f. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LIBÂNEO, José Carlos; **Didática na formação de professores: entre a exigência democrática de formação cultural e científica e as demandas das práticas socioculturais**. In: Didática e formação de professores: novos tempos, novos modos de ensinar. Porto Alegre: Sulina. (Capítulo II) 2012.

LIUKAS, Linda; **Hello Ruby: adventures in coding**. Feiweel & Friends, 2015.

MAHARANI, Swasti; KHOLID, Muhammad Noor; PRADANA, Lingga Nico; NUSANTARA, Toto. **Problem solving in the context of computational thinking**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION (ICoMSE), 3., 2019, Malang. Proceedings [...]. Melville, NY: AIP Publishing, p. 020038-1-020038-7, 2019.

MCGETTRICK, Andrew; National Research Council. 2010. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. Acesso em: 02 dez. 2025.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. **Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge**. Teachers College Record, [s. l.], v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. **TPACK: providing a framework for teacher knowledge**. In: ARCHAMBAULT, Leanna. (ed.). Introduction to TPACK. Scottsdale: Arizona State University, p. 1-15, 2012.

MORENO-LEÓN, Jesús; ROBLES, Gregorio; ROMÁN-GONZÁLEZ, Marcos. **Dr. Scratch: a Web tool to help coders to improve their computing skills**. In: CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION (ITICSE), 20., 2015, Vilnius. Proceedings [...]. New York: ACM, p. 332, 2015.

MOURSUND, Dave. **Computational Thinking and Math Maturity: Improving Math Education in K-8 Schools**. Eugene, Oregon: University of Oregon Press, 2006.

NÓVOA, Antônio. **Formação de professores e profissão docente**. In: NÓVOA, Antônio (Org.). Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, p. 15-34, 1995.

NUNES, Daltro José. **Ciência da computação na educação básica**. Revista Gestão Universitária, 25 out. 2011. Disponível em: <http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/ciencia-da-computacao-na-educacao-basica--3>. Acesso em: 02 dez. 2025.

O'CONNOR, John Joseph; ROBERTSON, Edmund Frederick. **Biography of George Polya**. Scotland: School of Mathematics e Statistics University of St Andrews. 2002. <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Polya>. Acesso em: 02 dez. 2025.

PAPERT, Seymour; **Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas**. Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour; SOLOMON, Cynthia; **Twenty things to do with a Computer**. Educational Technology Magazine, 1972. Disponível em: <http://www.stager.org/articles/twentythings.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

PERCEVAL, Janaína Teixeira Leão; SOARES, Maria Arlita da Silveira; ROMIO, Leugim Corteze; POZEBON, Simone. **Relações entre os Pensamentos Algébrico e Computacional em atividades propostas por coleções de livros didáticos**. Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT, Florianópolis, v. 18, p. 01-21, jan./dez., 2023.

PÓLYA, George; **10 mandamentos para professores de Matemática**. University of British Columbia, Vancouver and Victoria (3), p. 61-69, 1959.

POLYA, George. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro, RJ: Inter ciência, 2006.

PONTE, João Pedro da. **O desenvolvimento profissional do professor de Matemática**. Quadrante, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 3-18, 1994.

PONTE, João Pedro da. **Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?** Revista Iberoamericana de Educación, n. 24, p. 63-90, 2002.

RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone André da Costa Entendendo o pensamento computacional. In: RAABE, André; ZORZO, Avelino; BLIKSTEIN, Paulo; (eds.). **Computação na Educação Básica: Fundamentos e Experiências**. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.

RODRIGUES, José Florêncio. **A taxonomia de objetivos educacionais: um manual para o usuário**. 2. ed. Brasília: Ed. UnB, 1997.

RODRIGUEZ, Brandon; KENNICUTT, Stephen; RADER, Cyndi; CAMP, Tracy; **Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities**. In Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, pp. 501–506. 2017.

SÁ, Pedro Franco de; SANTOS, Maria de Lourdes Silva; RIBEIRO, Andrea da Silva Marques. **SAEB e PNLD: dissonâncias e implicações das avaliações de larga escala no contexto educacional brasileiro**. Revista Prática Docente, v. 5, n.2,p.673-699,2021.<https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p673-699.id724>. 2020.

SANTOS, Gilson Pedroso. **Educação e tecnologia no interior da Amazônia: o pensamento computacional e as tecnologias da informação e comunicação como auxílio em processos de ensino-aprendizagem**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal do Oeste do Pará, 2018.

SHULMAN, Lee S. **Knowledge and teaching: foundations of the new reform**. Harvard Educational Review, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, Fernanda Martins. **Pensamento Computacional: uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.

SILVA, Flávio Mendes da; MENEGHETTI, Renata Cristina Geromel. **Pensamento computacional e a relação com a base nacional comum curricular**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO - CBE 2019. Anais [...]. Bauru: Unesp, Faculdade de Ciências, 2019. Disponível em: <http://cbe.fc.unesp.br/cbe2019/anais/index.php?t=TC2019040118345>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SILVA, Jéssica. **Pensamento Computacional na matemática da educação básica: análise de livros didáticos dos anos finais do ensino fundamental**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2023.

SILVA, Leonardo Cintra Lopes. **A relação do Pensamento Computacional com o ensino de Matemática na Educação Básica**. Mestrado Profissional em Matemática. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019

SILVA, Marcela Fernanda Vital; OLIVEIRA, Sônia Cristina Sampaio de. **Formação de professores e tecnologias digitais: desafios e perspectivas na educação básica**. Belém: UEPA, 2020.

SUSSMAN, Gerald. National Research Council. **The Legacy of Computer Science**, pp. 190-183, in *Computer Science: Reflections on the Field, Reflections from the Field*, Washington, D.C.: The National Academies Press. 2004. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11106. Acesso em: 02 dez. 2025.

TANGKUI, Rayner. **Integrating computational thinking and the Polya's model in Minecraft: the effects on learners' fractions achievement**. Indonesian Journal of Science and Mathematics Education, 11(2). 2023.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

THEODORO, Flávia Cristine Medeiros; COSTA, Josenilde Bezerra de Souza; ALMEIDA, Lucia Maria de. **Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia**. Estação Científica (UNIFAP), v. 5, n. 1, p. 127-139, 2015.

THOMPSON, Errol; LUXTON-REILLY, Andrew; WHALLEY, Jacqueline; HU, Minjie; ROBBINS; Phil. **Bloom's taxonomy for CS assessment**. In S. Hamilton & M. Hamilton (Eds.), *Proceedings of the 10th Australasian Computing Education Conference (ACE 2008)*, vol. 78, pp. 155–162. Australian Computer Society, Inc. 2008.

ULLAH, Zahid; LAJIS, Adidah; JAMJOOM, Mona; ALTALHI, Abdulrahman; SHAH, Jalal; SALEEM, Farrukh. **A Rule-Based Method for Cognitive Competency Assessment in Computer Programming Using Bloom's Taxonomy**. IEEE Access, 7, 62876-62890. 2019.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YADAV, Aman; GREYTER, Sarah. **Computational thinking and media & information literacy: An integrated approach to teaching twenty-first century skills**. TechTrends, 60(5), 510–516, 2016.

WING, Jeannette. **Computational thinking**. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WING, Jeannette. **Computational Thinking**. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2007. Disponível em: http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/Computational_Thinking.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

WING, Jeannette. **Computational Thinking: What and Why?** [S.l.], 17 out. 2010. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WING, Jeannette. **Computational Thinking with Jeannette Wing**. New York: Columbia Journalism School, 2014.

WILENSKY, Uri. **Bifocal modeling: A Framework for Combining Computer Modeling, Robotics and Real-World Sensing**. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA 2007), 2007. April 9-13, Chicago, IL. 2007

WULF, Bill. National Research Council. **Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking**. 2010. Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840. Acesso em: 02 dez. 2025.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciencias Sociais e Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação
Travessa Djalma Dutra s/n – Telégrafo 66113-200 Belém-PA
<https://propesp.uepa.br/ppged/>

