

Uma investigao sobre as concepoes de Pensamento Computacional de discentes de um Curso de Matemática

An investigation into the conceptions of computational thinking held by students on a mathematics course

Davi Antun , Arthur Barros , Andrei Hartmann 

^aUniversidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro/SP, Brasil

* Autor Correspondente: andreiluis_spm@hotmail.com

Resumo: Ao considerarmos as possíveis relaoes entre o Pensamento Computacional e a Educao Matemática, sobretudo aquelas que podem vir a ser desenvolvidas por professores em suas atuaoes profissionais, indagamo-nos: como o Pensamento Computacional  compreendido por estudantes de graduao em matemática? A partir dessa interrogao, objetivamos discutir resultados de uma investigao sobre as características relacionadas ao Pensamento Computacional que são compreendidas e desenvolvidas por estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma universidade pública paulista. Assumimos como ideias teóricas os quatro pilares do Pensamento Computacional, quais sejam: decomposio, reconhecimento de padrões, abstrao e algoritmos – [1]. A investigao, de cunho qualitativo, foi realizada por meio de um questionário respondido por nove discentes do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma universidade pública paulista. Dentre um dos resultados, podemos enfatizar que os alunos identificaram e descreveram aspectos do Pensamento Computacional relacionados, implicitamente, aos quatro pilares do Pensamento Computacional.

Palavras-chave: Educao Matemática; Pensamento Computacional; Ensino Superior; Licenciatura e Bacharelado em Matemática.

Abstract: When considering the possible relationships between computational thinking and mathematics education, especially those that may be developed by teachers in their professional activities, we ask ourselves: How is computational thinking understood by undergraduate mathematics students? Based on this question, we intend to discuss the results of an investigation into the characteristics related of computational thinking that are understood and developed by students on the Bachelor’s and Bachelor’s Degree courses in Mathematics at a public university in São Paulo. We assume as theoretical ideas the four pillars of computational thinking, namely: decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithms – [1]. The investigation, of a qualitative nature, was carried out through a questionnaire answered by nine students from the Degree and Bachelor’s Degree in Mathematics at a public university in São Paulo. Among one of the results, we can emphasize that students identified and described aspects of computational thinking related, implicitly, to the four pillars of computational thinking.

keywords: Mathematics Education; Computational Thinking; Higher education; Degree and Bachelor’s Degree in Mathematics.

1 Considerações iniciais

Nas últimas décadas, a Educação Matemática tem se voltado cada vez mais para a investigação de metodologias de ensino que promovam a autonomia dos estudantes em sala de aula. Dentro desse panorama, o foco no Pensamento Computacional tem se destacado como um recurso valioso em processos de ensino e aprendizagem. Um aspecto inicial que corrobora essas discussões é a inclusão desse tema na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), inicialmente relacionado ao componente curricular de Matemática [2], e que nos levanta reflexões sobre a formação dos futuros professores de Matemática quanto ao Pensamento Computacional.

Ademais, em 2022, foi homologado o complemento da BNCC, intitulado BNCC - Computação [3], fundamentado nas Normas sobre Computação na Educação Básica [3],[4]. Entre os eixos apresentados por Brasil [3], está o Pensamento Computacional, associado a diferentes objetos de conhecimento e habilidades, como a programação. Assim, a BNCC – Computação indica uma visão de formação integral dos estudantes no que concerne a esse tema, abrangendo todas as áreas do currículo.

A BNCC, ao incorporar o Pensamento Computacional (PC), ressalta a importância de competências que vão além do conteúdo matemático em si, incentivando uma formação interdisciplinar. Barbosa e Maltempo [5] indicam possibilidades de articular a Matemática, o Pensamento Computacional e as competências da BNCC [2] na formação de futuros professores. Destacam, ainda, que essa abordagem possibilita que os alunos desenvolvam habilidades como abstração e modelagem em um contexto prático, enriquecendo o aprendizado matemático e proporcionando “um ambiente rico para se desenvolver competências relacionadas ao letramento matemático e também ao pensamento computacional” [5, p. 749].

Além disso, os autores ressaltam que o ensino matemático pode se beneficiar de “atividades mão-na-massa utilizando tecnologias digitais” [5, p. 750]. Essa abordagem cria oportunidades para que futuros professores experimentem estratégias que envolvem o Pensamento Computacional diretamente em atividades de modelagem e resolução de problemas cotidianos. Tais práticas, como sugerido pela BNCC, incentivam o raciocínio lógico, a análise de dados e a abstração — competências essenciais para enfrentar problemas complexos na sociedade atual [2]. Em complemento, a BNCC – Computação [3, p. 15] define, como competência para o Ensino Médio, por exemplo, a necessidade de “analisar situações do mundo contemporâneo, selecionando técnicas computacionais apropriadas para a solução de problemas”. Já para o Ensino Fundamental [3, p. 15], estabelece:

Outras potencialidades evidenciadas no texto de Barbosa e Maltempo [5] incluem recursos como o Scratch e o GeoGebra, os quais proporcionam um ambiente em que os alunos podem “experimentar na prática as habilidades relacionadas ao pensamento

computacional” [5, p. 764]. Nessas atividades, os professores em formação podem ensinar e explorar a matemática por meio de projetos e jogos que estimulam tanto a criatividade quanto a compreensão dos conceitos matemáticos em um contexto dinâmico e visual. Um exemplo disso é o projeto “Minha Casa dos Sonhos” [5], que integra conceitos de escala e proporcionalidade, permitindo que os alunos visualizem as operações matemáticas durante a construção de maquetes. Essa metodologia, além de ensinar o conteúdo matemático, auxilia os alunos desenvolverem a capacidade de abstração e generalização [5], o que está em sintonia com a BNCC –Computação, que estabelece para o Ensino Fundamental a importância de “sistematizar, representar, analisar e resolver problemas” [3, p. 15].

Neste contexto, vale a ressalva de que as menções ao Pensamento Computacional devem enfatizar a questão das potencialidades e limitações dos processos de computação, seja por meio de humanos ou de máquinas. Métodos e modelos computacionais nos habilitam a enfrentar problemas e a projetar sistemas que seriam supostamente inviáveis de resolver de forma isolada, possibilitando uma abordagem colaborativa e eficaz para a resolução de desafios complexos [6]. Entendemos que as potencialidades residem na confiabilidade concedida ao processo de “utilizar, modificar e influenciar com segurança um sistema enorme e complexo sem compreender todos os seus pormenores” [6, p. 3], em conjunto da capacidade de “modular algo em antecipação de múltiplos utilizadores ou ir buscar previamente e guardar em antecipação para utilização futura” [6, p. 3]. Além disso, entendemos como limitações os fatores relacionados ao “poder subjacente da máquina - o dispositivo informático que irá executar a solução. Temos de considerar o conjunto de instruções da máquina, as restrições dos seus recursos, e o seu ambiente operativo” [6, p. 2].

Assim, é perceptível que apenas evidenciar o Pensamento Computacional em termos de o que é (ou não é) viável, potencial ou limítrofe não confere direcionamento suficiente ao seu teor conceitual. Nesse sentido, consideramos as concepções de Brackmann [1] ao afirmar que o Pensamento Computacional consiste em quatro pilares fundamentais, sendo eles os de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, que serão apresentados mais detalhadamente na seção seguinte.

Compreender esses processos, tanto em humanos quanto em máquinas, sugere o desenvolvimento de uma visão mais crítica e informada sobre o que é possível alcançar por intermédio da computação. Isso vai além da simples programação ou uso de tecnologia; trata-se de um modo de pensar que permite a decomposição de problemas complexos em partes gerenciáveis, a identificação de padrões, a abstração de conceitos e a formulação de algoritmos [1].

Desse modo, entende-se que explorar do Pensamento Computacional não significa apenas saber programar um computador, mas sim requer uma reorganização e impacto de novos modos de pensamento e novos caminhos de produção de conhecimento [7], de modo que métodos e modelos computacionais ofereçam uma estrutura para abordar problemas que, de outra forma poderiam parecer insolúveis. Ao utilizar essas ferramentas,

não apenas ampliamos nossa capacidade individual, mas também criamos oportunidades para colaboração, em que diferentes perspectivas e habilidades se complementam para encontrar soluções [6]. Assim, a implementação de metodologias ativas e de abordagens que desafiam os métodos tradicionais de ensino visa fomentar a autonomia e a criatividade dos alunos, expandindo o aprendizado para além das diretrizes curriculares e dos limites da escola [7].

Para compreender outra concepção sobre o Pensamento Computacional, para além de Brackmann [1], podemos destacar Wing [6], que menciona as seguintes características: conceituar, não programar; competência fundamental, e não mecanização; um modo como os humanos pensam, não os computadores; complementa e combina o pensamento matemático e de engenharia; ideias, não artefatos; e, para todos, em todo o lado. A característica de conceituar, e não apenas programar, pode ser compreendida ao perceber que pensar como um cientista da computação envolve mais do que saber programar; requer a capacidade de refletir em diferentes níveis de abstração. Já a competência fundamental, e não a mecanização, requer que consideremos o pensamento computacional como uma habilidade essencial para todos na sociedade moderna, indo além da simples mecanização de processos.

Um modo como os humanos pensam, não os computadores, nos indica que o pensamento computacional é uma forma humana de resolver problemas, e não uma tentativa de imitar o pensamento dos computadores. A competência que complementa e combina o pensamento matemático e de engenharia nos lembra que a informática integra ambos, construindo sistemas que interagem com o mundo real. Focar em ideias, não em artefatos significa que a atenção deve estar nos conceitos computacionais usados para resolver problemas, e não apenas nos produtos de software e hardware. Por fim, para todos, em qualquer lugar, sugere que o pensamento computacional deve se tornar uma parte inseparável das atividades humanas, presente em todos os aspectos da vida.

Para além das características apresentadas por Wing [6], pesquisas exploraram o Pensamento Computacional na formação de futuros profissionais, especialmente com futuros professores que ensinam Matemática, e articulado à robótica [8],[9],[10]. Por exemplo, Sala-Sebastià et al. [11] realizaram um estudo com futuros professores da Educação Infantil, quando observaram que embora esse público tenha conhecimentos didático-matemáticos em situações-problemas envolvendo robótica, apresenta dificuldades sobretudo na programação. Inclusive, esses autores indicaram a necessidade de incorporar conhecimentos, na formação inicial, que permita aos futuros professores desenvolver o Pensamento Computacional. Isso converge com a ideia de que os professores precisam estar preparados para trabalhar com o Pensamento Computacional na Educação Básica, já que esse tema pode vir a ser desenvolvido desde os primeiros anos escolares [12]. Guarda & Duran [13] observaram que, embora professores indicam que as habilidades da BNCC Computação não são claras, esses profissionais se sentem motivados e na necessidade de formação continuada.

Diante desse contexto e tendo em vista o avanço das pesquisas sobre o Pensamento

Computacional na formação de professores, e considerando a necessidade de explorar este tema na formação inicial visando o trabalho docente na Educação Básica, indagamos: como o Pensamento Computacional é compreendido por estudantes de graduação em matemática? Neste contexto, temos como objetivo discutir resultados de uma investigação sobre as características relacionadas ao Pensamento Computacional que são compreendidas e desenvolvidas por estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma universidade pública paulista.

Este artigo é um recorte de um estudo desenvolvido em uma disciplina, cursada pelos dois primeiros autores, em um programa de pós-graduação em Educação Matemática. Para sistematização das ideias, organizamos quatro seções principais, além desta, em que apresentamos algumas reflexões sobre o Pensamento Computacional, as considerações metodológicas, a discussão dos dados e as considerações finais.

2 Pensamento Computacional: uma breve síntese

Nesta seção, nossa finalidade não consiste em definir o Pensamento Computacional, mas apresentar uma concepção satisfatória ao entendimento do artigo e, conseqüentemente, das reflexões que os dados produzidos suscitaram. Isso porque o Pensamento Computacional não possui uma definição precisa e formal [14].

Nos anos de 2009 e 2011 ocorreram dois workshops com patrocínio da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América, nos quais um dos pontos de destaque foi o Pensamento Computacional. Neles, os estudiosos e instituições interessadas pelo tema não chegaram a um acordo sobre uma possível definição para o termo, sendo concluído que:

Os debates realizados no workshop de fevereiro 2009 não chegaram a um acordo geral entre os participantes sobre o conteúdo preciso de pensamento computacional, e muito menos a sua estrutura. No entanto, a falta de desacordo explícito sobre seus membros poderia ser entendida como refletindo uma intuição compartilhada entre os participantes do workshop que o pensamento computacional, como um modo de pensamento, tem o seu próprio caráter distintivo [14, p. 65].

Ou seja, mesmo que não tenha sido possível estipular uma síntese conceitual ao Pensamento Computacional, foram poucos os desacordos acerca do que ele descreve. E é justamente essa falta de desacordos que dispensa uma definição. Ou seja, mesmo que os participantes dos encontros não tenham concordado, de fato, com uma definição, “os exemplos que eles forneceram durante o workshop são valiosos como indicadores das maneiras como as pessoas veem a intersecção da computação, conhecimento disciplinar e algoritmos” [15, p. 5].

Nessa perspectiva, diversas ideias e exemplos são difundidos acerca do Pensamento Computacional. Por exemplo, em 2006, Jeanette Wing difundiu o termo Pensamento

Computacional, relacionando este conceito fortemente aos cientistas da computação [16]. Para a autora, o Pensamento Computacional “[...] baseia-se no poder e nos limites de processos de computação, quer eles sejam executados por um ser humano ou por uma máquina” [16, p. 33]. Atualmente, percebemos que as relações e possibilidades de discutirmos este tema vai muito além da área de Ciência da Computação.

Por exemplo, a BNCC [2] menciona explicitamente que a aprendizagem de conceitos matemáticos (algébricos e probabilísticos, por exemplo) pode corroborar no desenvolvimento do Pensamento Computacional. Ou seja, a BNCC amplia o exposto inicialmente por Wing [16], da relação deste tema com a Ciência da Computação. A BNCC compreende o Pensamento Computacional como o que “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” [2, p. 474].

No âmbito da Educação Básica, por exemplo, a linguagem de programação Python pode trabalhar aspectos do Pensamento Computacional [17]. Além disso, corroboramos experiências com a robótica educacional [18] e com metodologias ativas [19] para a exploração de conceitos relacionados ao Pensamento Computacional.

Compreendemos que, nas primeiras versões, a BNCC incorporou a responsabilidade de abordagem do Pensamento Computacional na Educação Básica ao professor de Matemática, já que mencionou nove vezes este termo no documento, associando-a à disciplina de Matemática. Porém, a partir de outubro de 2022, com a publicação da BNCC – Computação [3], essa visão foi ampliada, abrindo possibilidades para uma abordagem transversal do Pensamento Computacional. Apesar disso, como consideramos a primeira versão da BNCC [2] e, sobretudo, objetivamos articular o Pensamento Computacional no contexto da Educação Matemática, apresentamos, no Quadro 1, um recorte das menções que associam o conceito à disciplina de Matemática.

Tabela 1. Menções ao Pensamento Computacional na BNCC

N.	Excerto	Página
1	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, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. 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 pensamento computacional.	266

N.	Excerto	Página
2	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 pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa.	271
3 e 4	Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. Um algoritmo é uma sequência finita de procedimentos que permite resolver um determinado problema. Assim, o algoritmo é a decomposição de um procedimento complexo em suas partes mais simples, relacionando-as e ordenando-as, e pode ser representado graficamente por um fluxograma. A linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável. Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos.	271
5	A área de Matemática, no Ensino Fundamental, centra-se na compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do pensamento computacional, visando à resolução e formulação de problemas em contextos diversos.	471
6	Pensamento computacional: 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.	474
7	Utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade.	475
8	Além disso, a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional, por meio da interpretação e da elaboração de algoritmos, incluindo aqueles que podem ser representados por fluxogramas.	528

N.	Excerto	Página
9	Em continuidade a essas aprendizagens, no Ensino Médio o foco é a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos. Conseqüentemente, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio – impactados de diferentes maneiras pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pelos projetos de bem viver dos seus povos, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros.	528
9	Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior.	528

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de [2].

Nesse contexto, visando a Educação Matemática e as possibilidades do Pensamento Computacional ser explorado na Educação Básica, conforme a BNCC nos indica, compactuamos com as ideias de Pensamento Computacional de Brackmann [1] a partir das competências relacionadas aos seus quatro pilares, quais sejam: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Para elucidar, recorreremos às palavras do autor:

O Pensamento Computacional envolve identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (DECOMPOSIÇÃO). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (RECONHECIMENTO DE PADRÕES), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (ABSTRAÇÃO). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (ALGORITMOS) [1, p. 33].

Mesmo que as ideias acerca do Pensamento Computacional podem parecer vagas e não fundamentadas [20], parte da produção bibliográfica produzida converge para entendimentos (alguns mais amplos que outros) e consensos sobre o termo. Uma exemplificação disso, que destacamos, é que o Pensamento Computacional pode ser sintetizado nos termos de Costa [21, p. 20], como “um processo sistematizado, que nos auxilia a compreender desde a concepção do problema até a sua solução”. Mais especificamente, se observamos as ideias de Jeanette Wing, que foram se ampliando a partir do exposto em 2006, conforme comentamos, podemos compreender que o Pensamento Computacional, é

um tipo de pensamento analítico. Ele dialoga com o pensamento matemático, de maneira geral, sobre meios pelos quais podemos abordar a solução de

um problema. Além disso, ele compartilha com o pensamento necessário à engenharia e segundo o qual pode-se pensar maneiras gerais pelas quais podemos abordar a elaboração e averiguação de grandes e complexos sistemas que operam dentro das restrições do mundo real [22, p. 3717, tradução nossa].

Apesar do Pensamento Computacional dialogar com o pensamento matemático, aquele vai além deste, como dos necessários aos conhecimentos da engenharia [22]. Ademais, conforme expomos, inicialmente o conceito em pauta foi associado maioritariamente à Ciência da Computação. Logo, o Pensamento Computacional possui um caráter interdisciplinar, quando objetivamos investigar este tema em um Curso de Matemática, ou quando pensamos em possibilidades de tematizar na Educação Básica, outras áreas podem ser exploradas, já que o Pensamento Computacional inclui diversos pensamentos, como “raciocínio composicional, correspondência de padrões, pensamento procedimental e pensamento recursivo” [23, p. 20].

Para além desses raciocínios, existem, ainda, o que são entendidos por conceitos do Pensamento Computacional, que consistem em quais habilidades ele tanto requer, quanto desenvolve. Tais conceitos podem ser sintetizados como: coleta de dados, análise de dados, reconhecimento de padrões, representação de dados, decomposição (e composição) do problema, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação [24]. Porém, conforme discutiremos acerca do caráter interdisciplinar do Pensamento Computacional, vale destacar que as “habilidades relativas a esses conceitos não estão limitadas aos sujeitos da Ciência da Computação ou das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), mas podem ser praticadas e desenvolvidas no âmbito de todas as disciplinas” [25, p. 870]. E, além dessas concepções, há relação direta entre as habilidades que permeiam o Pensamento Computacional e a prática de resoluções de problemas. Isto é:

O grupo ISTE/CSTA desenvolveu também uma definição operacional para o pensamento computacional como um processo de resolução de problema, com as seguintes características: formulação de problemas de uma forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através do pensamento algorítmico (a série de passos ordenados); identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas [25, p. 870].

Diante do exposto, pontuamos que o Pensamento Computacional não estabelece uma relação de interdependência com as tecnologias digitais (aliás, atividades que visam o desenvolvimento de suas habilidades sem auxílio de tecnologias digitais são denominadas atividades desplugadas). Por exemplo, embora a BNCC [2] inicialmente tenha mencionado a exploração do Pensamento Computacional na Educação Básica por

meio de tecnologias, este não é o único caminho. De acordo com Valente [25, p. 892], ao explorarmos o Pensamento Computacional na Educação Básica, não devemos enfatizar a “programação e nem a inclusão de atividades ou de uma disciplina que foque conceitos da Ciência da Computação no currículo. As ideias sobre o pensamento computacional podem ser trabalhadas em conjunção com as disciplinas do currículo”.

Porém, como o Pensamento Computacional é compreendido por estudantes de graduação em Matemática? A partir da concepção de Pensamento Computacional de Brackmann [1], realizamos nossa pesquisa, cujas considerações metodológicas dispomos na sequência.

3 Considerações metodológicas

No presente trabalho, realizamos uma análise crítica, descritiva e detalhada dos dados produzidos. Para tal, utilizamos a abordagem qualitativa de pesquisa, seguindo as diretrizes propostas por Borba, Almeida e Gracias [26] e Borba e Araújo [27, p. 24], considerando o seguinte postulado: “a abordagem qualitativa fornece informações de tipo descritivas, que primam pelo significado dado às ações”. Para a produção dos dados, um questionário foi disponibilizado na plataforma Google Forms. Pontuamos que, compactuamos com a ideia de que o questionário é um instrumento tradicional para a obtenção de informações e põe em evidência sua capacidade de alcançar um número significativo de participantes de forma objetiva [28].

Para responder ao questionário proposto, convidamos estudantes que estão, no mínimo, no segundo ano do curso de Graduação em Licenciatura e/ou Bacharelado em Matemática, de uma universidade pública paulista. Essa escolha se baseia no fato de que, como a matrícula ocorre anualmente, todos os participantes terão completado pelo menos uma vez as disciplinas do primeiro ano letivo. Assim, garantimos que os sujeitos tiveram a experiência mínima necessária para fornecer respostas adequadas ao questionário que gerou os dados para nossa pesquisa.

Especificamente, nove alunos configuram os respondentes do formulário em sua totalidade, com idades entre 18 e 26 anos e cujo ingresso no curso de Matemática ocorreu entre 2019 e 2023, exceto para o ano de 2022. As respostas foram obtidas no mês de junho de 2024. Haja vista se optou por manter o anonimato dos sujeitos da pesquisa, eles serão referidos como os respondentes A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 e A9. Um fator de destaque é que, coincidentemente, os nove estudantes estão igualmente distribuídos entre as modalidades de Licenciatura em Matemática (três alunos), Bacharelado em Matemática (três sujeitos) ou ambos os cursos (três discentes). Esses dados estão sintetizados no Quadro 2, a seguir.

Tabela 2. Sujeitos da pesquisa

Sujeito	Idade (anos)	Período (semestre)	Curso
A1	24	9	Bacharelado em Matemática
A2	21	7	Licenciatura em Matemática
A3	26	11	Licenciatura e Bacharelado em Matemática
A4	18	3	Licenciatura e Bacharelado em Matemática
A5	21	3	Licenciatura e Bacharelado em Matemática
A6	24	8	Licenciatura em Matemática
A7	21	9	Licenciatura em Matemática
A8	23	7	Bacharelado em Matemática
A9	23	9	Bacharelado em Matemática

Fonte: dados da pesquisa.

Antes que os sujeitos respondessem às perguntas sobre quais os dados foram produzidos, eles puderam ler a concepção de Pensamento Computacional (descrita no próprio corpo do formulário). Salientamos o sentido de que os processos cognitivos relacionados à prática de resolução de problemas consistem em quatro habilidades e competências fundamentais, segundo Brackmann [1], conforme elucidado na seção anterior. Em síntese, o apresentado foi:

I. Reconhecimento de padrões: dar um significado inicial aos dados coletados, buscando padrões e tirando conclusões;

II. Decomposição: capacidade de decompor um problema em partes menores e mais fáceis de serem resolvidas;

III. Abstração: filtragem e classificação dos dados;

IV. Algoritmos: elaboração de um plano (ou, ao menos, de uma ideia de como começá-lo) e de instruções que visam a solução do problema.

Posteriormente, o questionário foi composto por três questões principais, quais sejam:

1 - Imagine e remonte algum problema (de caráter matemático ou não) com o qual você se deparou alguma vez. Tente lembrar a forma como você o resolveu. Se necessário, escreva, esquematize, remonte mentalmente, ou faça o que for mais conveniente para relembrar não somente do problema em si, mas, de fato, como você o resolveu. Feito isso, e sem a necessidade de descrever o problema no qual pensou, responda: as estratégias e etapas que compuseram a sua resolução se assemelham aos itens de I) a IV) apresentados na introdução desta seção [fazendo referência aos quatro pilares de Brackman [1]]? Elabore.

2 - Caso sua resposta ao questionamento anterior tenha sido afirmativa, responda, com base na sua opinião e justificativa: as características do Pensamento Computacional

apresentadas são elementos presentes em qualquer resolução de qualquer problema ou há alguma lacuna em sua estrutura?

3 - Com base na sua opinião e justificativa, responda: você acredita que a implementação de tecnologias digitais pode contribuir para um potencial desenvolvimento das competências relacionadas aos itens de I) a IV) [fazendo referência aos quatro pilares de Brackman [1]] para resoluções de problemas?

Quanto à questão de número três, mencionamos que embora tenha havido complementações na BNCC – Computação acerca do Pensamento Computacional, a elaboração do formulário considerou o previsto inicialmente na BNCC [2]. Ou seja, embora o formulário tenha sido desenvolvido em 2024, não consideramos nesta questão o complemento da BNCC homologado em 2022.

Os dados coletados foram analisados a partir de técnicas da análise de conteúdo [29], sobretudo, em suas três principais fases: pré-análise; exploração do material; e, tratamento dos resultados e inferências. Na primeira destas, realizamos uma leitura geral das respostas e as organizamos em um documento de texto. Na exploração do material, retomamos a leitura das respostas, com atenção, quando efetuamos a relação de excertos com temas visando à categorização (unidades de contexto e unidades de registro). Por fim, na terceira fase discutimos esses dados, à luz dos referenciais, aspirando aos resultados, que constam na sequência.

4 Apresentação e discussão dos dados

A análise de conteúdo dos dados, sobretudo à luz dos quatro pilares do Pensamento Computacional apresentados por Brackmann [1] – (reconhecimento de padrões, decomposição, abstração e algoritmos), permitiu-nos identificar que os sujeitos apresentaram, em seus discursos, concepções sobre os procedimentos acerca de resoluções de problemas que convergem com as ideias acerca do Pensamento Computacional, em consonância com a literatura que sustenta este estudo. Além disso, as respostas dos sujeitos apontam relações do Pensamento Computacional às situações de resolução de problemas quando auxiliadas pelo potencial das tecnologias digitais.

Desse modo, na sequência desta seção, resgatamos as perguntas e apresentamos e discutimos as respostas obtidas no questionário. Na primeira questão, os discentes foram interrogados da seguinte maneira: “Imagine e remonte algum problema (de caráter matemático ou não) com o qual você se deparou alguma vez. Tente lembrar a forma como você o resolveu. Se necessário, escreva, esquematize, remonte mentalmente, ou faça o que for mais conveniente para lembrar não somente do problema em si, mas, de fato, como você o resolveu. Feito isso, e sem a necessidade de descrever o problema no qual pensou, responda: as estratégias e etapas que compuseram a sua resolução se assemelham aos itens de I) a IV) apresentados na introdução desta seção? Elabore”. As respostas foram:

- A1** - *Sim, principalmente para os itens I, II e IV. No momento só me veio a cabeça problemas que enfrentei com a matemática e na maioria das vezes busco os padrões para entender o que estou fazendo e aí, sabendo do que se trata, vou atrás de mini ações que unidas resolvem esse problema, mas para resolver essas mini ações, por muitas vezes, para tornar mais ágil e rápido, uso dos algoritmos.*
- A2** - *Sim.*
- A3** - *Não se assemelham a todos, mas a alguns passos, em especial os itens II e IV.*
- A4** - *Utilizei primordialmente o reconhecimento de padrões (I) e a partir deste reconhecimento a classificação do que consegui retirar do problema (III) para então solucioná-lo de modo prático (IV).*
- A5** - *Não.*
- A6** - *Sim, para resolver tal problema utilizei principalmente dos itens I), II) e IV), respectivamente, para conseguir chegar a uma solução cabível.*
- A7** - *Sim, primeiramente faço o item 3 e logo após para a resolução utilizo o item 2 para facilitar.*
- A8** - *Sim. Em especial o item II).*
- A9** - *Sim, é um pouco semelhante, só os passos 2 e 3 que eu pulei para chegar na resolução, primeiro eu reconheci o problema e o que me fazia ter ele e depois eu elaborei uma forma de resolvê-lo.*

Essas respostas nos possibilitam observar que, na primeira questão, os discentes reconhecem, em maioria, a aproximação do Pensamento Computacional à prática geral de resoluções de problemas. Em particular, o respondente A4 expõe indícios procedimentais dos quais habitualmente lança mão com o termo “classificação”. O termo utilizado não está presente na forma como os pilares foram expostos aos respondentes em conformidade com Brackmann [1], mas configura-se como elemento presente no Pensamento Computacional como equivalente ao conceito de “abstração”, exposto por Barbosa e Silva [24].

Isso contribui para a presente pesquisa no sentido de que o Pensamento Computacional, mesmo que (ao que tudo indica) não fosse um conceito previamente familiar aos sujeitos, pôde ser sintetizado de modo que sua ideia fosse contemplada satisfatoriamente. Ainda, os quatro pilares apresentados por Brackmann [1] foram observados nas respostas, o que nos indica a utilização implícita de conceitos inerentes ao Pensamento Computacional pelos estudantes do Curso de Matemática.

Já, na segunda questão, interrogamos a partir de: “Caso sua resposta ao questionamento anterior tenha sido afirmativa, responda, com base na sua opinião e justificativa:

as características do Pensamento Computacional apresentadas são elementos presentes em qualquer resolução de qualquer problema ou há alguma lacuna em sua estrutura?”. O retorno dos discentes foi:

- A1** - *Acredito que as lacunas sempre existirão, mas cada pessoa irá construir o que colocar nessa lacuna para chegar na resolução. Então, minha resposta é, há lacunas na estrutura, porém nenhuma pré definida, cada indivíduo estará apto de identificar uma possível lacuna e para todos, tal lacuna será diferente, dependendo do grau de conhecimento que cada pessoa possui.*
- A2** - *Acredito que os argumentos apresentados anteriormente nesta pesquisa são válidos.*
- A3** - *Há lacunas. Questionem-se sobre os problemas existentes em matemática pura, e talvez já sirvam como algo a se pensar. Em Matemática Pura, dificilmente são usados os itens II e III. Existe uma tese em Fenomenologia, a qual não me recordo exatamente o nome do autor, que trata principalmente sobre o pensamento abstrato (de uma lógica não clássica) na matemática pura. Também, a estrutura sugerida segue, não necessariamente em ordem, passos para a comunicação precisa com máquinas, não contendo (ao meu ver) a mesma precisão e funcionamento do pensamento humano em diálogo com outro humano.*
- A4** - *Sim, podendo utilizar todas para a resolução, não necessariamente na ordem e é possível até pular etapas ao depender da complexidade do problema, ainda que usando essas estruturas.*
- A5** - *(sem resposta devido o respondido na questão anterior).*
- A6** - *Acredito que essas características abrangem a maioria dos problemas que consigo pensar.*
- A7** - *Está presente em todas as minhas resoluções, principalmente que eu sigo uma maneira sistemática e padronizada a qual estou acostumada, dado isso penso que já utilizava o pensamento computacional sem saber que era isso.*
- A8** - *Nem sempre, há certas abstrações que não são possíveis, demandam outras exigências.*
- A9** - *Acredito que problemas podem vir de diferentes formas, principalmente aqueles que não são matemáticos, logo, nem sempre é possível ter uma "forma" para resolvê-los. Entretanto, acredito que esses passos possam ajudar na maioria das vezes.*

Na questão de número dois, a maioria dos sujeitos apresentou um posicionamento crítico acerca dos pilares do Pensamento Computacional, no sentido de que reconhecem como o Pensamento Computacional se manifesta mediante o ato ou tentativa de resolver

um problema, mas que, como processo cognitivo apresenta lacunas em sua estruturação. Em particular, os respondentes A3 e A4 argumentam a favor da não obrigatoriedade da sequência de manifestação dos pilares apresentados, e o respondente A9 apresenta a relativização das estruturas que um problema pode admitir, sustentando seus argumentos.

Por fim, a última questão interrogou: “você acredita que a implementação de tecnologias digitais pode contribuir para um potencial desenvolvimento das competências relacionadas aos itens de I) a IV) para resoluções de problemas?”. Tal questão foi estruturada a partir de dois pontos principais: o primeiro a partir do exposto pela BNCC [2], que menciona a exploração do Pensamento Computacional, associado a tecnologias digitais; o segundo, ao considerarmos que os pilares podem ser suscitados a partir de atividades plugadas e desplugadas. O indicado pelos discentes foi:

- A1** - *Sim, tornando ainda mais dinâmico e ágil, além de trazer mais confirmações em cada etapa do processo, já que ao fazermos na mão, estamos fadados ao erro sempre.*
- A2** - *Sim. As tecnologias são recursos aos quais facilitam as abordagens pedagógicas, usando-as de um modo correto são bem proveitosas.*
- A3** - *Sim, absolutamente. A estrutura ali sugerida faz muito sentido dentro da lógica de programação, estruturando os problemas para se comunicar com uma máquina.*
- A4** - *Sim, quando utilizamos softwares, sabemos que eles não resolverão nossos problemas sozinhos, precisamos primeiro perceber os padrões, entender o que deve ser feito, para aí sim utilizar a tecnologia. O uso constante pode estimular a facilidade de identificação do que é necessário ser feito e agilizar a resolução de alguns problemas.*
- A5** - *Sim, pois separa uma resolução de problemas em partes, e isso pode ajudar a entender onde estamos errando.*
- A6** - *Sim, principalmente na parte do reconhecimento de padrões, facilitaria bastante, e também na abstração.*
- A7** - *Não necessariamente, pois elas podem até facilitar a visualização mas não significa que irá expor ou filtrar os dados necessários.*
- A8** - *Sim. Em Matemática, reconhecer padrões é uma ótima forma de desenvolvimento, fornece, de modo geral, uma boa compreensão. Além disso, dividir um problema em partes "menores" pode, no sentido de potencialidade, possibilitar a resolução de problemas.*
- A9** - *Eu acredito que o uso de tecnologias em sala de aula pode vir de muitas maneiras, tanto como elemento principal quanto elemento coadjuvante as disciplinas, dessa forma, eu consigo ver esses passos sendo seguidos para se fazer uma aula com o*

uso de tecnologias mais atraente, e conseqüentemente, ajudando para o potencial desenvolvimento dessas competências.

Os dados permitem expor que embora o Pensamento Computacional seja executado por agentes humanos, não obrigatoriamente com auxílio de tecnologias digitais (atividades desplugadas) os respondentes da pesquisa, em maioria, reconhecem as potencialidades do uso de tecnologias digitais para o desenvolvimento das habilidades que dizem respeito ao Pensamento Computacional.

Por fim, avultamos que os respondentes A4 e A5 mencionam o reconhecimento de padrões, assinalado por Brackmann [1], enquanto A6 e A8, para além do reconhecimento de padrões, consideram também a decomposição. Ou seja, os respondentes, em extrema maioria, percebem as potencialidades do uso de tecnologias digitais com finalidades pedagógicas no desenvolvimento de habilidades relativas ao Pensamento Computacional, conforme as diversas possibilidades indicadas por [25] e [5].

5 Considerações finais

As ideias apresentadas ao longo deste artigo foram mobilizadas a partir da seguinte interrogação: como o Pensamento Computacional é compreendido por estudantes de graduação em matemática? Nesse contexto, a partir de um estudo maior realizado em uma disciplina de pós-graduação em Educação Matemática, discutimos resultados de uma investigação sobre as características relacionadas ao Pensamento Computacional que são compreendidas e desenvolvidas por estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma universidade pública paulista.

Um ponto de destaque da análise dos dados é a constatação de que, mesmo que os alunos não possuíssem familiaridade prévia com o Pensamento Computacional à maneira como é concebido nas pesquisas referentes ao tema, foram capazes de identificar (e descrever) aspectos que estão em conformidade com o que a bibliografia sugere e estabelece. Os quatro pilares assumidos – decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos – foram mencionados pelos discentes do Curso de Matemática em sua amplitude, indicando a utilização implícita de conceitos inerentes ao Pensamento Computacional quando deparados com situações de resolução de problemas. Ademais, é possível verificar o potencial de tecnologias digitais para a promoção dos pilares, sobretudo do reconhecimento de padrões e decomposição.

Diante da natureza deste estudo, em especial pela peculiaridade dos dados e respectiva interpretação, entendemos que este estudo bem além de nos proporcionar tecer conclusões, provocou-nos o seguinte questionamento, seja às nossas práticas docentes ou a pesquisas futuras: como tecnologias digitais podem ser elementos potencializadores ao desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao Pensamento Computacional na Educação Básica e formação de professores? Como trabalhar o Pensamento Computacional na Formação de Professores? Nesse sentido, indicamos, como estudos futuros, a investigação de práticas junto a estes dois contextos (Educação Básica e

Curso de Matemática), visando à análise se são explorados pilares do Pensamento Computacional, com ou sem tecnologias, e como se alunos da Educação Básica os compreendem.

Agradecimentos

Aos avaliadores, pela leitura atenta e ricas contribuições para a melhoria do artigo. À Aline Rubiane Arnemann, revisora gramatical.

Fontes de financiamento

Casio Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda, com gestão administrativa e financeira da Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP), processo no 3221/2021-CCP. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES). Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2021/11937-0.

Contribuições

Todos os autores contribuíram substancialmente na concepção e/ou no planejamento do estudo; na obtenção, análise e/ou interpretação dos dados; na redação e/ou revisão crítica; e aprovaram a versão final a ser publicada.

Orcid

Davi Antun  <https://orcid.org/0009-0001-3439-5982>

Arthur Barros  <https://orcid.org/0000-0003-0123-9147>

Andrei Hartmann  <https://orcid.org/0000-0001-5240-7038>

Referências

1. Brackmann, C. P. (2017). Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica. Doutorado em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME.
3. Brasil. (2022a). *BNCC Computação - Complemento*. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação.
4. Brasil. (2022c). Resolução Nº 1, de 4 de outubro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC.
5. Barbosa, L. L. S., & Maltempi, M. V. (2020). Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. *Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática*, 3(3). <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i3.11841>.
6. Wing, J. M. (2021). Pensamento computacional. *Educação e Matemática*, (162), 2-4.

7. Azevedo, G., & Maltempi, M. V. (2020). Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional. *Ciência & Educação (Online)*, 26, 1-18. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200061>.
8. Seckel, M. J., Breda, A., Font, V., & Vásquez, C. (2021). Primary School Teachers' Conceptions about the Use of Robotics in Mathematics. *Mathematics*, 9, 3186. <https://doi.org/10.3390/math9243186>.
9. Seckel, M. J., Vásquez, C., Samuel, M., & Breda, A. (2022a). Errors of programming and ownership of the robot concept made by trainee kindergarten teachers during an induction training. *Education and Information Technologies*, 27(3), 2955–2975. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10708-8>.
10. Seckel, M. J., Breda, A., Farsani, D., & Parra, J. (2022b). Reflections of future kindergarten teachers on the design of a mathematical instruction process didactic sequences with the use of robots. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 18(10), em2163. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12442>.
11. Sala-Sebastià, G., Breda, A., Seckel, M. J., Farsani, D., & Alsina, À. (2023). Didactic–mathematical–computational knowledge of future teachers when solving and designing robotics problems. *Axioms*, 12(2), 119. <https://doi.org/10.3390/axioms12020119>.
12. Salinas, C., Seckel, M. J., Breda, A., & Espinoza, C. (2024). Integrating Computational Thinking Into Mathematics Class: Curriculum Opportunities and the Use of the Bee-Bot. *International Journal of Educational Methodology*, 10(1), 137-149. <https://doi.org/10.12973/ijem.10.1.937>.
13. Guarda, G. F., & Duran, R. S. (2024). BNCC computação na educação infantil: entendimento, dificuldades e perspectivas dos docentes da rede pública de ensino. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, 22(1), 154–164. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.141541>.
14. National Research Council. (2010). *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
15. National Research Council. (2011). *Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
16. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications*
17. Binotto, R. R., Maltempi, M. V., & Silva, R. A. B. da. (2023). Potencialidades da programação em Python para o desenvolvimento do pensamento criativo em matemática. *Zetetike*, 31(00), e023015. <https://doi.org/10.20396/zet.v31i00.8672180>.
18. Lima, C. A. dos S., & Silva, C. V. (2023). Ensino de Matemática com a Robótica: Uma Proposta de Recurso Didático. *Intermaths*, 4(2), 112-134. <https://doi.org/10.22481/intermaths.v4i2.13983>.
19. Assis, L. M. E. de, Silva, M., & de Assis, R. A. (2024). Metodologias Ativas e a Modelagem Matemática para a Geração de Energia por meio de Placas Fotovoltaicas. *Intermaths*, 5(1), 67-83. <https://doi.org/10.22481/intermaths.v5i1.14465>.
20. Denning, P. J. (2017). Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33–39. <https://doi.org/10.1145/2998438>.
21. Costa, L. D. S. (2016). Pensamento computacional no contexto escolar: um estudo exploratório baseado nas perspectivas dos professores do ensino médio. Licenciatura em Ciência da Computação, Universidade Federal da Paraíba.
22. Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.

23. Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and why. *The Link. News from the School of Computer Science at Carnegie Mellon University*.
24. Barbosa, L. M., & Silva, R. S. R. da. (2019). Sobre pensamento computacional na construção de um Triângulo de Sierpinski com o GeoGebra. *Pesquisa E Debate Em Educação*, 9(1), 537–559. <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2019.v9.31129>.
25. Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *e-Curriculum*, 14(3), 864-897. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2016v14i3p0864>.
26. Borba, M. C., de Almeida, H. R. F. L., & de Souza Gracias, T. A. (2019). *Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação*. Autêntica Editora.
27. Borba, M. C., & Araújo, J. L. (Orgs.). (2020). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. 4a ed. Belo Horizonte: Autêntica.
28. Fiorentini, D., & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. 3a ed. Campinas: Autores Associados.
29. Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto. 3a reimp. 1a ed. São Paulo: Edições 70.
30. Brasil. (2022b). Parecer CNE/CEB nº 2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Editora-científica: Ana Paula Perovano. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-0893-8082>

