

O movimento lógico-histórico do conceito de pensamento computacional

The logical-historical movement of the concept of computational thinking

Eloisa Rosotti Navarro¹
Maria do Carmo de Sousa²
Emerson Rolkowski³

RESUMO

Este trabalho apresenta o movimento lógico-histórico do conceito de pensamento computacional (PC) para a educação matemática. Abordar-se-á de forma cronológica (histórica) e lógica o uso do termo na educação matemática. A partir desse movimento, explicitar-se-á o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional para a educação matemática, compreendendo que não se trata apenas de linguagem de programação ou uso do computador (máquina), mas que o desenvolvimento desse pensamento pode contribuir com o desenvolvimento de conceitos matemáticos relacionados ao pensamento algébrico e ao pensamento algorítmico.

Palavras-chave: Movimento lógico-histórico; Educação Matemática; Formação de conceitos; Pensamento Computacional.

ABSTRACT

This paper presents the logical-historical movement of the concept of computational thinking (CT) in mathematics education. The use of the term in mathematics education will be approached chronologically (historically) and logically. Based on this movement, the development of the concept of computational thinking for mathematics education will be explained, understanding that it is not just about programming languages or the use of computers (machines), but that the development of this thinking can contribute to the development of mathematical concepts related to algebraic thinking and algorithmic thinking.

Keywords: Logical-historical movement; Mathematical Education; Concept formation; Computational thinking.

1 Introdução

Este trabalho teve como objetivo conceituar o pensamento computacional (PC) para a educação matemática, a partir do movimento lógico-histórico. Para

¹ Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4528-2294>. E-mail: eloisa-rn@hotmail.com.

² Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5523-757X>. E-mail: mdcsousa@ufscar.br.

³ Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7961-4715>. E-mail: rolkowski@uol.com.br.

esse fim, realizamos um estudo teórico das produções brasileiras no campo da educação matemática que versam sobre o termo ‘pensamento computacional’, por meio de uma pesquisa do tipo estado do conhecimento.

Foi possível verificar que o termo “pensamento computacional” foi citado pela primeira vez na educação matemática por Seymour Papert, um dos idealizadores da linguagem Logo nos anos de 1960. Ao discutir sobre pensamento geométrico, Papert afirmou que “a meta é usar pensamento computacional para forjar ideias [...] mais acessíveis e mais poderosas” (PAPERT, 1994, s.p.).

Nesse contexto, o termo estava atrelado ao uso do computador para realizar programação, utilizando a linguagem Logo. No decorrer dos anos o termo e a linguagem que o envolviam foram substituídos pelas pesquisas e práticas de ensino que versavam sobre o uso da internet, de diferentes aplicativos, de objetos de aprendizagem digitais, entre outros recursos tecnológicos. Isso fez com que o PC fosse objeto de estudo quase que exclusivo de cientistas da computação.

Porém, atualmente, pesquisas na área de educação e educação matemática estão investindo no uso do termo. Em 2006, uma cientista da computação, chamada Jeannette Wing, publicou um artigo cujo objetivo foi abordar o pensamento computacional no contexto educacional (WING, 2006).

Esse artigo em específico não traz uma definição, ou um conceito, para pensamento computacional. Mas serviu de aporte para alguns pesquisadores que abordaram o termo na educação e/ou educação matemática. Assim como outros artigos da mesma pesquisadora, nos quais ela foi aprimorando as características que acreditava serem parte do termo.

Vale ressaltar que, no Brasil, em 2017 e 2018, ainda não tínhamos um conceito desenvolvido ou um consenso para o que vinha significar desenvolver o PC em sala de aula. E, mesmo diante desse cenário, o termo foi mencionado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁴.

⁴ Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>.

Dessa forma, nos debruçamos a realizamos um estudo com base no movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional na educação matemática, evidenciando como e com que enfoque ele é mencionado nas pesquisas científicas que o envolvem e, a partir disso, desenvolvemos um conceito para o termo.

Assim, utilizamos como base teórica a perspectiva lógico-histórica, assumindo que a educação matemática está em constante movimento e transformações sociais, sendo, então, uma categoria histórica. Pretendemos que o presente estudo possa contribuir para o avanço das pesquisas acadêmicas e científicas que versam sobre o Pensamento Computacional na Educação Matemática.

2 A importância do movimento lógico-histórico para esse trabalho

A unidade lógico-histórico corresponde à sistematização produzida por Kopnin (1978), que afirmou a inexistência de uma lógica destituída do fazer objetivo/subjetivo do ser humano, ou seja, histórico e lógico são indissociáveis. Para Kopnin (1978, p. 186), o “lógico reflete não só a história do próprio objeto como também a história do seu conhecimento”.

Em linhas gerais, um estudo lógico-histórico pode permitir a construção de relações concretas e efetivas de fenômenos que compõem o objeto em estudo, compreendendo que fenômenos são aspectos singulares e historicamente desenvolvidos, os quais se manifestam em variadas possibilidades de ser da essência do objeto. Por esta ótica, compreender e relacionar fenômenos, objetivando o desenvolvimento do conceito é precisamente atingir a essência da coisa.

Assim, o histórico (acontecimentos, fenômenos) e o lógico (essência) estão diretamente atrelados, formando uma unidade (um todo). O movimento histórico é composto na relação dialética entre o manifestar e o ocultar a essência (lógico).

Captar o fenômeno de determinada coisa significa indagar e descrever como a coisa em si se manifesta naquele fenômeno, e como ao mesmo tempo nele se esconde. Compreender o fenômeno é atingir a essência. Sem o fenômeno, sem a sua manifestação e revelação, a essência seria inatingível (KOSIK, 2002, p. 16).

Assim, o lógico se converte na “reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações” (KOPNIN, 1978, p. 183). Em suma, o lógico é a própria apropriação do histórico pelo pensamento humano. Portanto, o estudo lógico-histórico de um objeto depreende da busca pelos fenômenos desse objeto, estabelecendo uma unidade entre sua essência e sua teoria.

O estudo da história do desenvolvimento do objeto cria, por sua vez, as premissas indispensáveis para a compreensão mais profunda de sua essência, razão porque, enriquecidos da história do objeto, devemos retomar mais uma vez a definição de sua essência, corrigir, completar e desenvolver os conceitos que o expressam. Deste modo, a teoria do objeto fornece a chave do estudo de sua história, ao passo que o estudo da história enriquece a teoria, corrigindo-a, completando-a e desenvolvendo-a (KOPNIN, 1978, p. 186).

O autor supracitado afirma que pesquisar, estudar ou tentar compreender o histórico de um objeto é analisar sua evolução, seu movimento, seu processo de mudança, seu surgimento e seu desenvolvimento. Já o estudo e compreensão do lógico se dá por meio da busca da generalização do processo histórico desse objeto.

Tal processo de generalização não está atrelado ao fato de que deva haver, por parte do sujeito, o entendimento do objeto sob a ótica estritamente cronológica dos fatos. Mas a generalização engloba a ressignificação de determinado objeto em estudo, construindo a dialética entre lógico-histórico, dando sentido ao movimento dos fenômenos estudados.

Dessa forma, o movimento lógico-histórico possibilita que o sujeito se desprenda da compreensão global (empírico real) de determinado objeto e, por intermédio de categorias e abstrações, construa uma visão crítica (concreto) desse objeto, conforme apontam os estudos de Kosik (2002) e Kopnin (1978).

Compreender o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional correspondeu a estudar os fenômenos da história deste objeto de conhecimento, sua produção e desenvolvimento. Tal estudo nos levou a reconhecer a inexistência de um conceito do termo para a educação matemática e, então, nos dedicamos a desenvolvê-lo.

O movimento lógico-histórico nos possibilitou compreender a realidade como um vir a ser social, visto que a concepção de pensamento computacional na educação matemática, transforma-se no decorrer do tempo, estando em constante movimento de abstração e generalização. Este movimento de estudo concatena com os pressupostos de Vigotski e a teoria histórico-cultural, dado que de Vigotski nos apropriamos dos conceitos de pensamento e linguagem.

3 O movimento lógico-histórico do pensamento computacional na educação matemática

O movimento lógico-histórico para compreensão dos fenômenos que envolvem o pensamento computacional na educação matemática se deu, primeiramente, pelo levantamento de trabalhos que já haviam mencionado o termo.

Tal levantamento foi realizado por um estudo do tipo ‘estado do conhecimento’⁵, que é um método de pesquisa que se concretiza por meio de uma revisão bibliográfica acerca da produção de certa temática em uma área de conhecimento específica.

[...] esse tipo de pesquisa não é apenas uma revisão de estudos anteriores, mas busca, sobretudo, identificar as convergências e divergências, as relações e arbitrariedades, as aproximações e contrariedades existentes nas pesquisas e apresentam indícios e compreensões do conhecimento a partir de estudos acadêmicos, como Teses e Dissertações (MELO, 2006, p. 62).

A revisão de estudos do tipo estado do conhecimento ocorreu com uma investigação no banco do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes⁶, no banco de artigos pertencentes à plataforma de periódicos da Scielo⁷ e à plataforma de periódicos da Capes⁸. A busca foi realizada selecionando pesquisas que foram postadas nas plataformas no período de 2009 a 2019, o descritor utilizado foi “Pensamento Computacional” (NAVARRO, 2021).

⁵ Para acessar informações completas sobre esse levantamento e os dados quantitativos e qualitativos acesse a dissertação de uma das autoras, presente no seguinte link: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15112>.

⁶ Capes. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Catálogo de Teses e Dissertações. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

⁷ SCIELO - Scientific Electronic Library Online. Periódicos. Disponível em: <http://www.scielo.br/>.

⁸ Capes. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portal de Periódicos Capes/MEC. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

Foram encontrados nessa busca 125 trabalhos, dos quais 15 são teses, 68 são dissertações e 42 são artigos. A partir da leitura do título e do resumo desses trabalhos foram selecionados 16 deles, por contemplarem a educação matemática, e então foi realizada a leitura desses trabalhos na íntegra para compreensão de como o pensamento computacional foi abordado.

Resumidamente, essas pesquisas aproximaram o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso da programação e da resolução de problemas. Foi possível perceber, também, que não se tem um consenso sobre o que poderia vir a ser o pensamento computacional e como desenvolvê-lo na educação matemática.

Cronologicamente, o termo pensamento computacional foi mencionado pela primeira vez na educação matemática com a linguagem LOGO, por volta de 1967, com Seymour Papert, Cynthia Solomon e Wally Feurzeig. O uso do termo estava atrelado ao uso da programação no computador, utilizando um robô, que posteriormente foi apelidado de tartaruga. Papert (1972) argumentou que o uso da linguagem de programação e, conseqüentemente, do computador, poderiam trazer benefícios para a matemática e para outras áreas do conhecimento.

Tais ideais para o uso do computador nunca deixaram de existir, mas perderam o impulso nas pesquisas devido ao uso de outros recursos tecnológicos que foram surgindo e sendo aprimorados para a educação matemática.

O termo pensamento computacional voltou a circular entre pesquisas voltadas para a educação matemática após mais de trinta anos, com um artigo publicado por Jeanette Wing, no ano de 2006. Nesse artigo, a autora não trouxe uma definição, mas explicou sobre as características do pensamento computacional com um viés voltado para a ciência da computação.

Segundo Wing (2006), com o pensamento computacional pode-se “resolver problemas, desenhar sistemas e entender o comportamento humano, utilizando conceitos de ciências da computação” (WING, 2006, p. 33). A autora propôs que diferentes maneiras de pensar de cientistas da computação a respeito do PC deveriam ser aplicadas não só à solução de problemas computacionais, mas também a outras disciplinas e à vida cotidiana.

A partir daí, Wing (2006) sugere que o pensamento computacional deva ser desenvolvido na educação básica, por meio de habilidades que envolvem abstrações, reconhecimento de padrões para representar problemas de novas maneiras, divisão de problemas em partes menores e pensamento algorítmico.

Wing (2006) defendeu que o pensamento computacional deveria ser uma habilidade para qualquer pessoa, não apenas para cientistas da computação. Segundo ela, o desenvolvimento do PC deveria ser tão importante quanto o desenvolvimento da leitura, da escrita e da aritmética, por exemplo.

A fim de complementar suas colocações, Wing (2011) publicou outro artigo, afirmando que “Pensamento computacional são os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, para que estas sejam representadas de uma maneira que possam ser efetivamente executadas por um agente de processamento de informações”. A nova colocação de Wing (2011) nos leva a compreender que o PC é segmentado em diversos processos de pensamento, e o mais importante deles é o processo de abstração.

A partir de então, há algumas pesquisas complementares a Wing (2006, 2011) na tentativa de definirem o termo pensamento computacional. Em 2012 a The Royal Society (2012, p. 29) afirma que o pensamento computacional tem como base um “processo de reconhecimento de aspectos da computação no mundo que nos rodeia, e de aplicação de ferramentas e técnicas da Ciência da Computação a fim de entender e analisar sistemas e processos naturais e artificiais”.

Essas definições, mesmo que operacionais, indicam que o entendimento de pensamento computacional está muito ligado ao “[...] desenvolvimento de uma abordagem de pensamento computacional que seja adequada aos estudantes da Educação Básica”, segundo o relatório K-12 Computer Science Teachers Association (CSTA)⁹ (SEEHORN, 2011, p.10).

Em alguns países, tais como Estados Unidos, Inglaterra e Itália, mesmo não havendo um conceito construído sobre o pensamento computacional, já se pesquisa a importância do desenvolvimento desse pensamento na educação. Existem, por

⁹ Trata-se de uma organização criada em 2004 que apoia e promove o ensino de ciência da computação (<http://www.csteachers.org/>).

exemplo, várias publicações que reconhecem os benefícios e a abrangência no ensino que esse tipo de pensar pode oferecer (BARR; STEPHENSON, 2011; DENNING, 2009; HU, 2011; WING, 2006; WING, 2008; WING, 2011).

Em tais publicações, há momentos em que o termo pensamento computacional está totalmente ligado a Ciência da Computação, e em outros momentos, como proposto por Wing (2006; 2011), há a tentativa em afastar o pensamento computacional como propriedade apenas da ciência da computação, proporcionando a inserção do desenvolvimento desse pensamento na educação. Isso faz com que a programação, que era parte essencial do pensamento computacional, vá deixando de ser a característica mais importante, como era na linguagem Logo.

Diante dessa dificuldade em definir e construir um conceito comum de pensamento computacional, a CSTA e a International Society for Technology in Education (ISTE)¹⁰, propuseram nove características essenciais do pensamento computacional, são elas: coleção de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização e simulação (ISTE/CSTA, 2011). Os autores Barr e Stephenson (2011) explicam essas características, considerando cinco áreas diferentes em que o pensamento computacional pode estar presente.

¹⁰ A ISTE é uma organização global que atende educadores e interessados no uso das tecnologias digitais na educação (<http://www.iste.org/>).

Quadro 1 – Principais características e capacidades de pensamento computacional

Conceitos de PC, capacidades	Ciência da computação	Matemática	Ciência	Estudos Sociais	Artes da linguagem
Coleção de dados	Encontrar uma fonte de dados para uma área problemática	Encontrar uma fonte de dados para uma área problemática, por exemplo, lançando moedas ou jogando dados	Coletar dados de um experimento	Estudar estatísticas de batalha ou dados populacionais	Fazer análise linguística de frases
Análise de dados	Escrever um programa para fazer cálculos estatísticos básicos em um conjunto de dados	Contagem de ocorrências de jogadas, lançamentos de dados e análise de resultados	Analisar dados de um experimento	Identificar tendências em dados de estatísticas	Identificar padrões para diferentes tipos de frases
Representação de dados	Usar estruturas de dados como matriz, lista vinculada, pilha, fila, gráfico, tabela de hash etc.	Usar conjuntos, listas, gráficos, etc. para representar dados	Resumir os dados de um experimento	Resumir e representar tendências	Representar padrões de diferentes tipos de frases
Decomposição do problema	Definir objetos e métodos; definição principal e funções	Aplicar ordem de operações em uma expressão	Elaborar uma espécie de classificação		Escrever um esboço
Abstração	Usar procedimentos para encapsular um conjunto de comandos frequentemente repetidos que executam uma função; usar condicionais, loops, recursão, etc.	Usar variáveis em álgebra; identificar fatos essenciais em um problema de palavras; estudar funções em álgebra em comparação com funções em programação;	Construir um modelo de uma entidade física	Resumir fatos; deduzir conclusões de fatos	Usar símile e metáfora; escrever uma história com ramificações

		Usar a iteração para resolver problemas de palavras			
Algoritmos e procedimentos	Estudar algoritmos clássicos; implementar um algoritmo para uma área problemática	Realizar uma longa divisão, fatorando o problema; transformando em adição ou subtração	Realizar um procedimento experimental		Escrever instruções
Automação		Usar ferramentas como: o <i>geometer sketch pad</i> ; <i>star logo</i> ; <i>python code snippets</i>	Usar o <i>probeware</i>	Usar Excel	Usar um corretor ortográfico
Paralelização	Alinhar, separar, dividir dados ou tarefas de maneira a serem processados em paralelo	Resolver sistemas lineares; fazer multiplicação de matrizes	Realizar simultaneamente experimentos com diferentes parâmetros		
Simulação	animação de algoritmo, varrendo parâmetros	Representar graficamente uma função em um plano cartesiano e modificar valores das variáveis	Simular movimento do sistema solar	Jogar a ' <i>age of empires</i> ' e ' <i>The Oregon Trail</i> '	Faça uma re-encenação de uma história

Fonte: Barr; Stephenson (2011, tradução nossa)

No sentido apresentado no quadro 1, o termo pensamento computacional está atrelado ao uso de computadores e ao pensar “com” tecnologias. Embora esses conceitos possam ser úteis para a elaboração de atividades que envolvam o pensamento computacional, ainda não se têm estudos que apontam quais e/ou quantos desses conceitos precisam estar presentes em uma ação na prática docente para que o professor oportunize o desenvolvimento do pensamento computacional para os alunos.

No Brasil, podemos citar diversas iniciativas de introdução ao pensamento computacional nos últimos anos, envolvendo pesquisadores de escolas e universidades em diferentes níveis da educação escolar (ANDRADE *et al.*, 2013; BARCELOS; SILVEIRA, 2012; FRANÇA; AMARAL, 2013; VIEL; RAABE; ZEFERINO, 2014).

Além disso, o pensamento computacional tem sido foco de estudos em programas de pós-graduação, como mostra Navarro e Sousa (2019) no artigo intitulado “O pensamento computacional na Educação Matemática: um olhar analítico para Teses e Dissertações produzidas no Brasil”, publicado nos anais do XIII Encontro Nacional de Educação Matemática (XIII ENEM), em 2019¹¹.

Embora ainda não esteja completamente clara a abrangência teórica e metodológica do termo, este já está na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), desde 2017, onde todas as menções do termo estão localizadas no componente curricular de Matemática. É possível notar que, embora não haja uma definição, o documento o relaciona com o ensino de álgebra, sem mencionar exemplos ou possibilidades educacionais.

Imersos nesse movimento lógico-histórico, tivemos a possibilidade de desenvolver o conceito de pensamento computacional para a educação matemática, percebendo que, nesse caso, seu desenvolvimento pressupõe o desenvolvimento de conceitos matemáticos relacionados ao pensamento algébrico e ao pensamento algorítmico.

4 Qual o conceito de pensamento computacional para a educação matemática?

Para desenvolvermos o conceito de pensamento computacional para a educação matemática precisamos compreender o que é pensamento. Segundo Vigotski (2000), pensamento e linguagem são indissociáveis já que a linguagem é um fenômeno do pensamento na medida em que o próprio pensamento se materializa na linguagem.

¹¹ Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/index.php/anais/enem>.

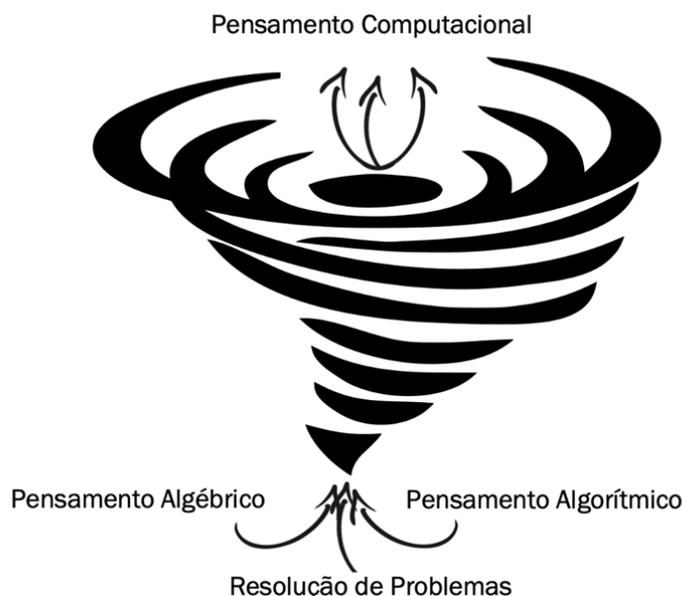
O pensamento se estrutura na vinculação do ser humano com o mundo (sua realidade), ou seja, ele procede da necessidade de um sujeito de compreender a concatenação dialética entre a realidade concreta e objetiva, da necessidade de comunicar uma ideia e criar ferramentas para resolver problemas, fazendo uso de suas funções psíquicas. Segundo Vigotski (2000), o pensamento é composto por signos na sua relação com a unidade “afeto-intelecto” (partes da unidade que é a consciência).

[...] o pensamento propriamente dito é gerado pela motivação, isto é, por nossos desejos e necessidades, nossos interesses e emoções. Por trás de cada pensamento, há uma tendência afetivo-volitiva, que traz em si resposta ao último porquê de nossa análise do pensamento. [...] Uma compreensão plena do pensamento de outrem só é possível quando entendemos sua base afetivo-volitiva. Para compreender a fala de outrem, não basta compreender as suas palavras. Temos que entender o pensamento, mas nem isso é suficiente - também é preciso que conheçamos sua motivação (VIGOTSKI, 2000, p. 187-188).

Dessa forma, desenvolver um pensamento é colocar em movimento funções psíquicas superiores, como sensações, imaginação, memória lógica, necessidade e linguagem, colocando em prática a capacidade de abstrair, generalizar e tomar consciência sobre determinado objeto.

Assim, partindo do movimento lógico-histórico realizado e considerando que pensamento é algo intrínseco do ser humano e se relaciona com as funções psíquicas que acionamos para resolver problemas, afirmamos que desenvolver o pensamento computacional é resolver problemas que concatenam com o desenvolvimento de conceitos matemáticos relacionados aos pensamentos algébrico e algorítmico. Explicaremos a seguir o que entendemos por resolução de problemas, pensamento algébrico e pensamento algorítmico.

Figura 1- Conceito de pensamento computacional



Fonte: Navarro (2023, p. 151)

Por resolver problema, entendemos por instigar no indivíduo a necessidade de buscar uma resposta desconhecida. Na educação matemática, Onuchic e Allevato (2004, p. 221) afirmam que um problema é “[...] tudo aquilo que não sabemos fazer, mas que estamos interessados em fazer”.

Ainda, no âmbito da educação matemática, a resolução de problemas pode ser vista como um meio para envolver indivíduos em situações-problema, estimulando o desenvolvimento do pensamento matemático, possibilitando pensar na matemática em movimento (dialética), considerando-se a sua relação com o cotidiano. Pressupõe que a unidade dialética aprender a resolver problemas tem relação direta com aprender matemática resolvendo problemas (GÓMEZ-LÓPEZ, 1997; KRAVTSOV, 2019; MARCO, 2004; MOYSÉS, 2009).

Por isso, a resolução de problemas aplicada em sala de aula é a proposição de um conjunto de situações direcionadas, pedagogicamente, pelo professor, que abrange a utilização de conceitos matemáticos pelos alunos para desenvolver possíveis soluções, fazendo uso do raciocínio lógico-matemático, de técnicas e de habilidades, bem como a leitura de informações, a mobilização de conceitos e conhecimentos relevantes, o planejamento e a verificação das estratégias de resolução.

Desenvolver o pensamento algébrico em sala de aula pressupõe a produção e utilização de modelos algébricos (representações), de procedimentos algébricos (algoritmos, regras, símbolos, incógnitas, medidas, números, sequência, entre outros), de operacionalizações algébricas (expressões algébricas, registros escritos, esquemas, reconhecimento de padrões, entre outros).

Segundo Kaput (2007) e Radford (2014), desenvolver o pensamento algébrico é uma maneira trabalhar com a abstração e generalização na formalização padrões mediante o uso da linguagem algébrica em sua forma materializada.

O pensamento algébrico pode ser entendido como um modo de compreensão da realidade, que se materializa nos processos de representação, generalização e formalização de padrões e regularidades. Ora, “[...] a álgebra liberta o pensamento da criança da prisão das dependências numéricas concretas e o eleva a um nível de pensamento mais generalizado” (VIGOTSKI, 2000, p. 267).

O desenvolvimento do pensamento algorítmico se dá pela resolução de um problema que utilize como método a decomposição e a execução de ações para se encontrar uma solução. Ou seja, envolve a tomada de decisão acerca de determinadas ações, estabelecendo uma sequência lógica e ordenada dos fatos a serem estudados e generalizados.

Evidenciamos aqui que desenvolver o pensamento algorítmico não é se debruçar em desenvolver uma programação. Para além disso, o pensamento algorítmico envolve um procedimento lógico, organizado em etapas, com a finalidade de resolver problemas complexos, realizar tarefas cotidianas e/ou generalizar.

Dessa forma, salientamos que para se desenvolver o pensamento computacional na educação matemática, necessariamente, se faz necessário a resolução de problemas que envolvam conceitos relacionados aos pensamentos algébrico e algorítmico.

Porém, mais do que conjecturar “o que é” pensamento computacional, se faz necessário refletirmos sobre “como podemos usá-lo no cotidiano” e “como podemos desenvolvê-lo para interpretar informações e resolver problemas”. Essa mudança de questionamento representa o movimento lógico-histórico do pensamento computacional, uma vez que estamos tratando da objetivação

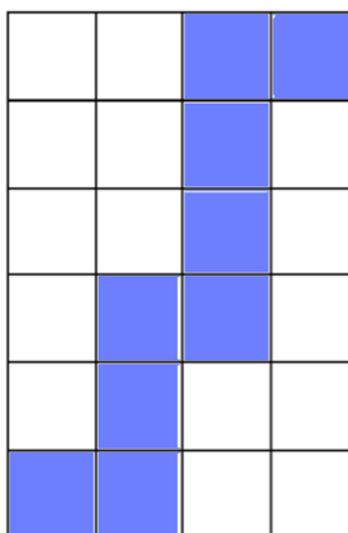
deste tipo de pensamento no cerne da educação matemática. Portanto, da sua vinculação com o ato de apropriação e utilização por parte dos alunos. Assim, intenciona-se que seu conteúdo concreto de modo dialético possa garantir a formação do pensamento científico, a produção de conhecimentos, a reflexão crítica e a tomada de consciência.

Isto posto, para desenvolver o pensamento computacional, o aluno precisa, a partir de uma dada situação problema, estudar quatro movimentos para a sua compreensão:

- a. interpretar dados, classificando-os e ordenando-os para uma posterior análise e síntese;
- b. levantar e sistematizar hipóteses, utilizando diferentes linguagens e construindo modelos;
- c. buscar regularidades;
- d. apropriar-se de abstrações que se apresentam em alguns tipos de generalização.

Uma situação ilustrativa foi elaborada por Navarro (2021), intitulada “Qual caminho”, a qual é proposta por etapas, na primeira os sujeitos envolvidos precisam descrever um trajeto, como da imagem a seguir.

Figura 2- Qual caminho?



Fonte: Navarro (2021)

A próxima etapa consiste em fazer um trajeto em um quadriculado 4x6 (diferente do trajeto que lhes foi apresentado). E, em uma folha em branco, os alunos precisam desenhar um quadriculado 4x6 e descrever o trajeto desenhado anteriormente. A única regra nessa etapa é não desenhar no interior do quadriculado.

Em seguida, as descrições são trocadas entre os alunos e eles tentam desenhar o trajeto de outra pessoa no quadriculado. Após isso, voltamos a folha para o autor da descrição para verificação do trajeto.

Nesse momento, ocorre a socialização de ideias, como: Foi possível desenhar o trajeto com a descrição que recebeu? Você entendeu a descrição? A pessoa que pegou a descrição conseguiu repetir o mesmo trajeto feito no rascunho? Como poderíamos padronizar nossa linguagem? Quais conteúdos de Matemática podem ser explorados nessa atividade?

Com isso, essa situação, a depender do modo como for explorada, pode possibilitar que os quatro movimentos apresentados anteriormente para se desenvolver o pensamento computacional seja vivenciado pelos alunos. Podem ser exploradas, por exemplo, ideias de álgebra sincopada e simbólica, plano cartesiano, matriz, entre outros conceitos matemáticos.

Nesse embasamento, defendemos uma perspectiva dialética de Pensamento Computacional, sob a égide do movimento lógico-histórico (KOPNIN, 1978; KOSIK, 2002), que demanda articulações entre algumas funções psíquicas responsáveis pela organização, descoberta e generalização.

Desenvolver o pensamento computacional na educação matemática é exercer a função de pensamento generalizante. Isto significa agir de forma consciente na resolução de um problema, atuando na ordenação e categorização conceitual do real em conjuntos de objetos, dados, informações, hipóteses, situações e fenômenos.

Nesse sentido, o pensamento computacional é um processo de resolução de problemas, com situações plugadas e/ou desplugadas (que façam uso de tecnologia digital ou não), que abarcam a interpretação e organização de dados, a análise e a síntese, a generalização, a abstração e a concretização de conceitos relacionados aos pensamentos algébrico e algorítmico (NAVARRO, 2021).

Por fim, o pensamento computacional na educação matemática, sob a perspectiva lógico-histórica, tem a função de auxiliar os alunos a produzirem conhecimentos matemáticos (pensamento algébrico e algorítmico) e a desenvolverem capacidades de investigação e de resolução de problemas. Dessa maneira, favorecendo o desenvolvimento dos alunos, bem como ampliando a leitura de mundo pelo ato de pensar dialeticamente, quer dizer, de depreender a realidade em sua totalidade.

5 Considerações finais

O objetivo desse trabalho foi argumentar e refletir sobre o conceito de pensamento computacional para a educação matemática, a partir do movimento lógico-histórico. Para esse fim, realizamos um estudo teórico das produções brasileiras no campo da educação matemática que versam sobre o termo ‘pensamento computacional’, por meio de uma pesquisa do tipo estado do conhecimento.

O movimento lógico-histórico foi basilar para o desenvolvimento desse conceito, já que dele partiram os estudos sobre as condições que o termo vem sendo empregado nas pesquisas e no cotidiano escolar no âmbito da educação matemática.

Este estudo evidenciou que o pensamento computacional estava ainda muito atrelado ao uso de computadores e tecnologias digitais. E, o conceito desenvolvido por nós mostra que não necessariamente precisamos dessas tecnologias para desenvolver esse tipo de pensamento em sala de aula para o ensino de matemática, podendo ser aplicadas situações problema com atividades plugadas e desplugadas, como a exemplificada (Qual o caminho?).

Em vista de tudo o que foi dilucidado, investigar o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional significou reconhecer que este tipo de pensamento está em constante movimento, adaptação e transformação social, tornando-se, portanto, uma categoria histórica e dinâmica, pois, pelo viés da unidade lógico-histórica, há uma inerência entre o histórico e o lógico, uma vez que seria impraticável uma lógica destituída do fazer objetivo/subjetivo do ser humano.

Neste sentido, defendemos que o pensamento computacional, no bojo da educação matemática, pode servir de auxílio para que os alunos produzam conhecimentos matemáticos (pensamento algébrico e algorítmico), desenvolvam capacidades de investigação e resolução de problemas, bem como de ampliem a leitura de mundo e o pensamento crítico.

Assim, o pensamento computacional não pode ser considerado como um conhecimento isolado, fragmentado e mecanizado, mediante determinados procedimentos e regras estagnadas, tendendo, unicamente, ao treinamento de habilidades ou ao desenvolvimento de uma linguagem de programação.

Nesse sentido, concebemos que o PC, na educação matemática, é constituído pela resolução de problemas que envolvem o desenvolvimento do pensamento algébrico e do pensamento algorítmico. Em vista disso, o pensamento computacional é um movimento dialético do pensamento, que visa conduzir os alunos nas ações de interpretar, analisar, questionar, explorar, investigar, decompor, refletir, observar regularidades e produzir sínteses, propendendo à construção de sistematizações, resoluções e/ou estratégias, valendo-se da linguagem matemática, tendo como resultado a abstração e a generalização. Ora, o pensamento computacional pode ser um meio profícuo de rompermos com o paradigma empírico-discursivo, tecnicista e mecanicista, que visa ao treinamento de habilidades e técnicas, a memorização de fórmulas e a reprodução de provas e axiomas, mediante um trabalho focado na linguagem de programação como produto.

El movimiento lógico-histórico del concepto de pensamiento computacional

RESUMEN

Este artículo presenta el movimiento lógico-histórico del término pensamiento computacional (PC) en educación matemática. El uso del término en educación matemática será abordado cronológica (histórica) y lógicamente. A partir de este movimiento, se explicará el desarrollo del concepto de pensamiento computacional para la educación matemática, entendiendo que no se trata sólo de lenguajes de programación o del uso de computadoras (máquinas), sino que se enfatiza que el desarrollo de este pensamiento puede contribuir al desarrollo de conceptos matemáticos relacionados con el pensamiento algebraico y el pensamiento algorítmico.

Palabras clave: Movimiento lógico-histórico; Educación matemática; Formación de conceptos; Pensamiento computacional.

4 Referências

ANDRADE, Daiane; CARVALHO, Taina; SILVEIRA, Jayne; CAVALHEIRO, Simone André da Costa. Proposta de atividades para o desenvolvimento do pensamento computacional no Ensino Fundamental. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marilton-Aguiar/publication/299666357_Proposta_de_Atividades_para_o_Desenvolvimento_do_Pensamento_Computacional_no_Ensino_Fundamental/links/5762a5bd08ae17328926f2f2/Proposta-de-Atividades-para-o-Desenvolvimento-do-Pensamento-Computacional-no-Ensino-Fundamental.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em: 01 mar. 2024.

BARCELOS, Thiago Schumacher; SILVEIRA, Ismar Frango. Pensamento computacional e educação matemática: relações para o ensino de computação na Educação Básica. In: *Workshop sobre Educação em Computação*, 20., 2012, Dourados. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/wei/artigos/Pensamento%20Computacional%20e%20Educacao%20Matematica%20Relacoes%20para%20o%20Ensino%20de%20Computacao%20na%20Educacao%20Basica.pdf. Acesso em: 02 mar. 2024.

BARR, Valerie.; STEPHENSON, Chris. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, New York, n. 1, v. 2. p. 48–54, mar. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Valerie-Barr/publication/247924673_Bringing_computational_thinking_to_K-12_what_is_Involved_and_what_is_the_role_of_the_computer_science_education_community/links/53e2e8b40cf2b9d0d832c294/Bringing-computational-thinking-to-K-12-what-is-Involved-and-what-is-the-role-of-the-computer-science-education-community.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em: 01 mar. 2024.

COMPUTATIONAL THINKING TASK FORCE (CSTA). *Computational think flyer*. 2015. Disponível em: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CSTA – Computer Science Teacher Association. *CSTA K-12 Computer Science Standards*. CSTA Standards Task Force. ACM – Association for Computing Machinery, 2011.

DENNING, Peter. J. The profession of IT: Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 52, n. 6, p. 28–30, jun. 2009. Disponível em: <http://denninginstitute.com/pjd/PUBS/CACMcols/cacmJun09.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FRANÇA, Rozelma Soares de; AMARAL, Haroldo José Costa do. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In: *Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 2013. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16659>. Acesso em: 02 mar. 2024.

GÓMEZ-LÓPEZ, Luis. F. *La enseñanza de las matemáticas desde la perspectiva sociocultural del desarrollo cognoscitivo*. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO, 1997.

HU, Chenglie. Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. In: ITICSE '11, 2011, New York, NY, USA. *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*. New York, NY, USA: ACM, 2011. p. 223-227. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1999747.1999811>. Acesso em: 01 mar. 2024.

ISTE; CSTA. *Computational thinking: leadership toolkit*. First Edition, 2011. Disponível em: https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf. Acesso em: 01 mar. 2024.

KAPUT, James. J. What is algebra? What is algebraic reasoning? In: KAPUT, J. J.; CARRAHER, D. W.; BLANTON, M. L. (Eds.). *Algebra in the early grades*. New York: Lawrence Erlbaum Associates: NCTM, 2007.

KOPNIN, Pavel Vassilyevitch. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

KOSIK, Karel. *A dialética do Concreto*. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

KRAVTSOV, Lev Guennadievtch. A realização da abordagem histórico-cultural no ensino médio de Matemática. *Teoria e Prática da Educação*. v. 22, n. 1, p. 44-49, abr. 2019.

MELO, Marisol Vieira. Três décadas de pesquisa em educação matemática na UNICAMP: um estudo histórico a partir de teses e dissertações. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2006.

MARCO, Fabiana Fiorezi de. Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental. 2004. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

MOYSÉS, Lucia. *Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática*. Papirus Editora, 2009.

NAVARRO, Eloisa Rosotti. O desenvolvimento do conceito de Pensamento Computacional na Educação Matemática segundo contribuições da Teoria Histórico-Cultural. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15112>. Acesso em: 03 mar. 2024.

NAVARRO, Eloisa Rosotti; SOUSA, Maria do Carmo de. O Pensamento Computacional na Educação Matemática: Um olhar analítico para teses e dissertações produzidas no Brasil. In: *XIII Encontro Nacional de Educação Matemática (XIII ENEM)*, Cuiabá, Mato Grosso, 2019. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/sbembrasil/%20https://sbemmatogrosso.com.br/xiii/enem/anais.php>. Acesso em: 01 mar. 2024.

NAVARRO, Eloisa Rosotti; SOUSA, Maria do Carmo de. *Qual o conceito de Pensamento Computacional para a Educação Matemática?* São Paulo: Editora Dialética. 2023.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004.

PAPERT, Seymour. Teaching children thinking. *Programmed Learning and Educational Technology*, v. 9, n. 5, p. 245-255, 1972.

PAPERT, Seymour. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas. 1994.

RADFORD, Luis. The progressive development of early embodied algebraic thinking. *Mathematics Education Research Journal*, Australia, n. 26, p. 257-277, 2014.

ROYAL SOCIETY. Shut down or restart? *The way forward for computing in UK Schools*. 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

SEEHORN, Deborah. (Chair). *K-12 Computer Science Standards - Revised 2011: The CSTA Standards Task Force*. ACM, 2011.

THE ROYAL SOCIETY. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK Schools*. 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

VIEL, Felipe; RAABE, André; ZEFERINO, Cesar. Introdução a Programação e à Implementação de Processadores por Estudantes do Ensino Médio. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 2014. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/3107>. Acesso em: 01 mar. 2024.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WING, J. Computational thinking. *Communications of ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-36, 2006.

WING, Jeannette. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences*, USA, n. 366, seção 1881, p. 3717–3725, 31 jul. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23142610_Computational_thinking_and_thinking_about_computing. Acesso em: 01 mar. 2024.

WING, Jeannette. *Computational Thinking: what and why*. TheLink. 2011. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>. Acesso em: 01 mar. 2024

Recebido em março de 2024
Aprovado em abril de 2024