

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL
NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA SEGUNDO CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA
HISTÓRICO-CULTURAL**

ELOISA ROSOTTI NAVARRO

SÃO CARLOS

2021

ELOISA ROSOTTI NAVARRO

**O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL
NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA SEGUNDO CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA
HISTÓRICO-CULTURAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos, para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa

SÃO CARLOS

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Eloisa Rosotti Navarro, realizada em 30/09/2021.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa (UFSCar)

Profa. Dra. Fabiana Fiorezi de Marco Matos (UFU)

Profa. Dra. Carmen Lucia Brancaglion Passos (UFSCar)

Prof. Dr. Klinger Teodoro Ciriaco (UFSCar)

Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke (UTFPR)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação.

Dedico esta tese aos meus pais que, sem medir esforços, lutaram para que eu pudesse estudar. Dedico, também, ao meu noivo, companheiro e parceiro de todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Para a realização do sonho de escrever esta tese houve um trabalho coletivo, de muito amor e parceria, do qual destaco agradecimento especial:

À minha orientadora, Professora Maria do Carmo de Sousa, pela orientação, pelo tempo dedicado à pesquisa e pelo aceite no Grupo de Pesquisa Formação Compartilhada de Professores – Escola e Universidade (GPEFCom). Agradeço, também, pela grande amizade, respeito, dedicação, confiança em meu trabalho e, principalmente, pelos ensinamentos que levarei para o resto da vida.

Aos Grupos de Pesquisa que faço parte: GPEFCom e Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTeM), pela troca de ideias e pelo trabalho coletivo.

Aos professores membros da banca: Marco Aurélio Kalinke, Fabiana Fiorezi de Marco, Cármen Lúcia Brancaglioni Passos e Klinger Teodoro Ciriaco, pelas contribuições essenciais para o desenvolvimento da tese.

Ao Professor e grande amigo Kalinke, por ter me ajudado a construir uma base sólida, desde o Mestrado, contribuindo para que eu chegasse até aqui. Agradeço por fazer parte de toda essa trajetória, pelo incentivo, pela orientação, pela confiança dedicada a mim e, acima de tudo, pelo respeito.

Aos professores e equipe administrativa do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pelo compromisso com o Programa e pela acolhida. Quero fazer um agradecimento especial, também, à Silvana Félix, por toda dedicação com os assuntos da secretaria.

Ao meu grande amigo e parceiro de doutorado Jefferson Moura, pelas conversas, pelo apoio, pela troca de experiências e aprendizagens e pela grande amizade, que espero levar do doutorado para vida toda.

Aos amigos de doutorado do PPGE: Adelino, Rosivânia, Leandro, Ivone e Ecivaldo pela parceria, amizade e aprendizagens.

À minha amiga Ana Karina Baroni, pela linda amizade que construímos durante o período de preparação para meu ingresso no doutorado, quando estava cursando algumas disciplinas isoladas, contar com essa amizade foi muito importante nesse tempo difícil e espero tê-la para sempre. Agradeço, também, por ter me apresentado à Dona Zê (*in memoriam*), que cuidou tanto de nós, oferecendo sua casa, seu café e seu colo.

À minha amiga Leoni Malinoski Fillos, que foi grande parceira de escrita e estudos sobre Davydov e sobre a vida! Agradeço a amizade e por ter sido minha companheira de hotel,

de risos, de choros e de mais risos... Obrigada por ter me enviado aquele *e-mail*, que possibilitou meu ingresso na Positivo Soluções Didáticas.

Ao Carlos Henrique Wiens, por ter me selecionado para trabalhar na equipe de Assessoria de Matemática da Positivo Soluções Didáticas. Agradeço por ter confiado em meu trabalho, me incentivado a estudar, buscando novos conhecimentos e me apoiado nessa missão. Sua parceria foi essencial para que eu pudesse chegar até aqui!

Aos meus amigos da Assessoria de Matemática: Matheus, Willian, Júlio, Anderson, Flávia e Tatiana pela parceria, amizade e troca de experiências e aprendizagens.

Aos demais amigos(as) que a Positivo me deu e com quem, diariamente, estudamos, conversamos, rimos, ensinamos, aprendemos, compartilhamos e crescemos juntos(as).

À minha amiga, da graduação para a vida, Jéssica Barragan, pela grande amizade, pelo carinho, pelo cuidado, pela escuta, pelas longas ligações e por ser minha parceira em todos os momentos. Sua amizade é meu alicerce, eu amo poder compartilhar tudo com você!

Às minhas amigas, Taniele Loss e Renata Balbino, pela amizade, acolhida em Curitiba e por serem minhas parceiras de estudos e lazer!

À tia Susimeire Vivien Rosotti Andrade, pelo incentivo constante, pelo carinho e amor, pela confiança em meu trabalho e por, mesmo distante fisicamente, se fazer presente em todos os momentos.

Aos meus avós que, mesmo distantes, sempre me apoiaram e me deram força com ligações amorosas e palavras de conforto.

Aos meus pais, Elizeu Esquina Navarro e Elaine Andrea Rosotti Navarro, por serem o meu porto seguro, minha base, por dedicarem tanto amor e cuidado a mim, por me ensinarem, me educarem, por serem exemplos de vida e de superação. Obrigada por terem me dado a mão e viverem tudo isso comigo. Essa tese também é de vocês!

Aos nininhos Sid e Shito, por todo amor e carinho... chegaram na minha vida quando eu estava escrevendo o projeto para o doutorado e, hoje, comemoram a realização desse sonho ao meu lado!

Ao meu companheiro, que encontrei durante essa jornada, Rogério de Melo Grillo, obrigada por todo amor, dedicação e companheirismo. Obrigada por decidir caminhar ao meu lado neste momento! Por cuidar de mim e dos nininhos (nossos filhos cachorrinhos), por me acalmar, me acalantar. Obrigada por ser tão atencioso e generoso, obrigada por todo incentivo, respeito e apoio. Obrigada por ser o amor da minha vida!

E, a DEUS, pela vida, por essa rede linda de apoio e por permitir a realização desse sonho!

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi desenvolver, a partir de nexos conceituais e dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, o conceito teórico de pensamento computacional para o seu desenvolvimento na Educação Matemática. A pesquisa está caracterizada como qualitativa. Analisou-se o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional, mediante um estudo do tipo Estado do Conhecimento, entre o período de 2009 a 2019, com dados de pesquisas (teses e dissertações), de artigos científicos, da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Currículo do estado de São Paulo, denominado de Currículo Paulista. Assim, estabeleceu-se como pergunta condutora: Quais são os possíveis nexos conceituais que contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática? Os resultados apontaram que há autores que utilizam o termo em suas pesquisas e se contrapõem em relação à definição de pensamento computacional e suas características. Além disso, a análise dos documentos referidos permitiu, sob a égide da Teoria Histórico-Cultural, determinar três nexos conceituais do pensamento computacional, que podem se configurar no contexto da Educação Matemática e, conseqüentemente, na Matemática escolar, são eles: a resolução de problemas; o pensamento algébrico e o pensamento algorítmico. Estes nexos conceituais, essencialmente, estão em constante movimento, pois são dialéticos, históricos, lógicos e culturais. Com base neles, desenvolveu-se o conceito de pensamento computacional na Educação Matemática, o qual considera a essencialidade em se desenvolver o pensamento computacional como um meio potencial de expandir as capacidades de resolução de problemas, de interpretar a realidade e de ampliar as formas de ação dos alunos diante de seu contexto sociocultural, seja de maneira plugada (TDIC) ou desplugada. Nesse sentido, a definição do conceito visa não só pensar “o que é” (nexos externos), mas “como usá-lo no cotidiano escolar” e “como desenvolvê-lo para interpretar e resolver problemas da realidade” (nexos internos). O movimento lógico-histórico do pensamento computacional corrobora com o desenvolvimento deste tipo de pensamento, na sua vinculação com o ato de apropriação e uso por parte dos alunos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Teoria Histórico-Cultural; Movimento Lógico-Histórico; Nexos conceituais; Pensamento Computacional.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop, from conceptual nexuses and assumptions of Cultural-Historical Theory, the theoretical concept of computational thinking for its development in Mathematics Education. The research is characterized as qualitative. The logical-historical movement of the term “computational thinking” was analyzed through a State of Knowledge type of study, in the period from 2009 to 2019, with data from research (theses and dissertations), scientific articles, the Base Nacional Comum Curricular (BNCC), and the Curriculum of the State of São Paulo, called Currículo Paulista. Thus, the following leading question was established: What are the possible conceptual nexuses that contribute to the development of computational thinking in the context of Mathematics Education? The results point out that there are studies that use the term and diverge in relation to the definition of computational thinking and its characteristics. In addition, the analysis of the aforementioned documents allowed, under the aegis of Cultural-Historical Theory, to determine three conceptual nexuses of computational thinking, which can be configured in the context of Mathematics Education and, consequently, in school Mathematics, which are: problem solving; algebraic thinking, and algorithmic thinking. These conceptual nexuses are, essentially, in constant movement, as they are dialectical, historical, logical, and cultural. Based on them, the concept of computational thinking was developed in Mathematics Education, which considers the essentiality of developing computational thinking as a potential means of expanding the skills of problem-solving, of interpreting reality, and of expanding the ways of action of students in their sociocultural context, either in a plugged (ICTs) or unplugged manner. In this sense, the definition of the concept aims not only to think about “what it is” (external nexuses), but “how we can use it in everyday school life” and “how it can be developed to interpret and solve problems in reality” (internal nexuses). The logical-historical movement of computational thinking corroborates the development of this type of thinking, in its connection with the act of appropriation and use by students.

Keywords: Mathematical Education; Historical-Cultural Theory; Logical-Historical Movement; Conceptual Nexuses; Computational Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ábaco	23
Figura 2 - Tirinha sobre problema matemático	25
Figura 3 - Elementos do pensamento computacional.....	70
Figura 4 - Síntese da relação pensamento e linguagem.....	76
Figura 5 - Linguagem e comportamento consciente	78
Figura 6 - O Fantástico Mundo de Bobby	89
Figura 7 – Mafalda (Pontos cardeais).....	91
Figura 8 - Mafalda (iluminação da terra).....	93
Figura 9 - Cavaleiro.....	95
Figura 10 - O enigma das seis peças.....	115
Figura 11 - Relação entre nexos externos e internos da Resolução de Problemas.....	117
Figura 12 - Palitos de fósforo para jogo “Nim”.....	131
Figura 13 - Síntese dos nexos conceituais de Pensamento Computacional	134
Figura 14 - Trajeto pronto	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas sobre o pensamento computacional na Educação Matemática.....	39
Quadro 2 - principais conceitos e capacidades de pensamento computacional	50
Quadro 3 - Pesquisas da Categoria de Análise 1	53
Quadro 4 - Pesquisas da Categoria de Análise 2	59
Quadro 5 - As raízes genéticas do pensamento e da linguagem.....	74
Quadro 6 - Comparação entre o conhecimento empírico e o conhecimento teórico.....	103

LISTA DE SIGLAS

Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
Esalq	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCC	Painel Intergovernamental Sobre Alterações Climáticas
LSPA	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
MCM	Meios de Comunicação de Massa
PIB	Produto Interno Bruto
PIM	Pesquisa Industrial Mensal
PMC	Pesquisa Mensal de Comércio
PMS	Pesquisa Mensal de Serviços
PNB	Produto Nacional Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 MEMORIAL	14
1.2 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	17
2 CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS DA PESQUISA.....	29
2.1 ESCOLHAS METODOLÓGICAS: O MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO NA PESQUISA.....	30
2.2 TIPO DE PESQUISA.....	34
2.3 UMA PROPOSTA PARA A ANÁLISE DOS MATERIAIS.....	42
3 MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	47
3.1 O SURGIMENTO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	47
3.2 LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM OLHAR HISTÓRICO E ANALÍTICO PARA AS PESQUISAS.....	52
3.3 SÍNTESE QUANTO ÀS CATEGORIAS DE ANÁLISE	66
4 CONCEPÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA.....	72
4.1 PENSAMENTO	72
4.1.1 PENSAMENTO E LINGUAGEM.....	72
4.1.2 O CONCEITO DE PENSAMENTO NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL (THC).....	79
4.2 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	85
4.2.1 NEXOS CONCEITUAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM CONCEITO	98
5 NEXOS CONCEITUAIS DO CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	108
5.1 NEXO CONCEITUAL: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA PERSPECTIVA DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL.....	112
5.2 NEXO CONCEITUAL: PENSAMENTO ALGÉBRICO.....	117
5.3 NEXO CONCEITUAL: PENSAMENTO ALGORÍTMICO.....	126
5.4 SÍNTESE A PROPÓSITO DOS NEXOS CONCEITUAIS DO PC.....	133
5.5 POR UM CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	137
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
REFERÊNCIAS.....	150
APÊNDICES	161
Apêndice 1: Teses e Dissertações da Plataforma Capes por ano de publicação	161

Apêndice 2: Artigos da plataforma Capes.....	172
Apêndice 3: Artigos da plataforma Scielo.....	177

1 INTRODUÇÃO

A atitude primordial e imediata do homem, em face da sua realidade, não é a de um abstrato sujeito cognoscente, de uma mente pensante que examina a realidade especulativamente, porém, a de um ser que age objetiva e praticamente.

Karel Kosik (2002)

A constituição de um processo investigativo está, de certa forma, entrelaçada com a história de vida do(a) pesquisador(a) que o conduz, fazendo parte do seu movimento de vida. Assumindo como mote a epígrafe de Kosik, infere-se que o(a) pesquisador(a) é um sujeito que deve agir de modo objetivo, consciencioso e prático, sobretudo, tendo a finalidade de mudar a realidade. Isto posto, na busca por alcançar um objetivo, as ações envolvem decisões e iniciativas de acordo com suas experiências vivenciadas. Nessa perspectiva, você, leitor, compreenderá o movimento e as decisões adotadas no decorrer da construção desta pesquisa, conhecendo, primeiramente, parte da história que está “por trás” desta tese.

Em particular, a presente pesquisa teve início com meus anseios e inquietações¹. Tais sentimentos influenciaram o tema, bem como, nortearam a investigação, fazendo com que a pesquisadora, no caso eu, participasse ativamente da própria pesquisa. Por isso, acredito ser essencial tomar conhecimento das escolhas que foram descritas no memorial a seguir.

1.1 MEMORIAL

A história é o grande espelho da vida; instrui com a experiência e corrige com o exemplo.

Jacques-Bénigne Bossuet (2018)

Advinda de uma pequena cidade do estado do Paraná, o município de Primeiro de Maio, realizei toda minha trajetória escolar na rede pública de ensino, onde tive exemplos e apoio intelectual para tornar-me professora. Este apoio foi decisivo para seguir a carreira docente anos depois.

Minha formação como docente teve início em 2009, na cidade de Maringá (PR), onde cursei graduação em Matemática, na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Nesse período, tive Bolsa de Iniciação Científica e a opção entre cursar Licenciatura ou Bacharelado. Optei

¹ Ao longo desta seção, optamos pelo uso na primeira pessoa no singular, em função do caráter descritivo sobre momentos singulares da vida da pesquisadora, os quais conduziram-na no processo de constituição desta pesquisa. Em se tratando das demais seções, utilizou-se a conjugação verbal na primeira pessoa do plural, dado que o movimento de investigação foi resultado de um processo coletivo de apropriação do fenômeno estudado.

pela Licenciatura por vontade própria e saber, desde as vivências na época do colégio, que esse era o meu maior sonho. Os anos de Licenciatura em Matemática foram decisivos para a continuidade nessa profissão e fundamentais à construção de conhecimentos teóricos e práticos na profissão docente. Tive excelentes professores e, mais uma vez, profissionais que me serviram como exemplo e apoio intelectual. Não foi fácil, mas valeu a pena! Todos esses anos de luta fizeram com que eu tivesse mais amor pelo próximo, pela profissão e pela Educação Matemática.

Ao terminar a graduação, em 2012, deparei-me com a primeira oportunidade de trabalho, sendo um cargo de docente em uma instituição privada. Nessa escola, tive acesso à lousa digital (LD) e constatei que esse instrumento tecnológico não fazia parte da prática pedagógica dos professores da instituição em questão. Destarte, iniciei um movimento de investigação a respeito das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), presentes nas salas de aula. A partir desse momento, tive contato com o grupo de estudos e pesquisa, intitulado: Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM), sob orientação do Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke.

Ao mesmo tempo, fui para Curitiba à procura de emprego e igualmente visando à participação presencial no GPTEM. Com o aceite no grupo e a aprovação do segundo contrato de trabalho, também em uma instituição privada, fui morar em Curitiba no segundo semestre de 2013. Nessa escola ministrei aulas de Matemática nos anos finais (6º ao 9º ano) do Ensino Fundamental, as quais foram fundamentais para vivenciar momentos de muita aprendizagem, ensino e experiência. Esse processo de docência deu-me suporte à compreensão sobre o trabalho docente, bem como seus inúmeros desdobramentos. Enquanto ministrei as aulas, tive participação ativa no GPTEM (do qual faço parte até hoje) e pude iniciar a construção do aporte teórico atinente ao uso de tecnologias digitais na Educação.

Esses estudos iniciais tiveram duração de alguns meses, até que, em 2014, conquistei a aprovação no Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sendo orientada pelo Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke.

No transcurso do Mestrado, consegui auxílio financeiro por meio de uma Bolsa de Estudos (Capes/CNPq). Isso possibilitou-me a dedicação integral aos estudos e à pesquisa. Em linhas gerais, minha dissertação baseou-se na investigação do uso da lousa digital na Rede Estadual de Ensino do Estado do Paraná com o apoio de formação continuada em serviço. Primeiramente, houve uma pesquisa bibliográfica referente às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, lousa digital (LD), formação continuada e formação continuada

em serviço. Realizei a leitura sistemática de artigos, dissertações, teses, livros e documentos concernentes ao uso das TDIC na Educação. Na sequência, isto é, após a concretização de um aprofundamento teórico, principiei minha ida a campo, realizando uma pesquisa de intervenção, em forma de formação continuada em serviço, focando na utilização das TDIC, sobretudo, a LD. Depois da observação de 13 aulas de Matemática dos professores participantes, produzi um conjunto de dados, por conseguinte, comecei o processo de análise dos resultados quanto às ações desenvolvidas.

No próprio Mestrado iniciei estudos envolvendo a Teoria Histórico-Cultural (THC), tendo como aporte teórico os preceitos de L. S. Vigotski. Deste autor, empreguei suas teorizações referentes à mediação semiótica. Por intermédio desse movimento, foi possível considerar o objeto (lousa digital), como um elemento intermediário na relação entre o professor e o conhecimento na prática de ensino. Ainda nessa perspectiva, utilizamos Leontiev (1978a, 1978b, 1981) como base teórica para o estudo da Teoria da Atividade (TA).

Com as leituras e investigações efetivadas, busquei, naquele momento, estabelecer uma vinculação entre as TDIC e a Educação, tornando possível, em sala de aula, a presença de interatividade e o uso de uma linguagem audiovisual, simulações, interações entre os próprios alunos e entre professor e alunos. Concluímos com a dissertação que, conquanto haja a presença facilitada das TDIC em sala de aula, assim como o apoio aos professores usuários, com formações continuadas em serviço, por exemplo, é possível que tal vinculação seja estabelecida e aprimorada (NAVARRO, 2015; NAVARRO; KALINKE, 2018).

Com a conclusão do Mestrado, em 2016, voltei para Maringá e trabalhei por seis meses em outras duas instituições privadas, ministrando aulas de Matemática para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Também dei continuidade aos estudos atinentes à relação entre o uso das TDIC em sala de aula e a Teoria Histórico-Cultural. Nesse processo, deparei-me com o termo Pensamento Computacional e, por consequência, iniciei estudos relativos ao mesmo, de forma a compreendê-lo, no contexto da Educação, sob a égide da Teoria Histórico-Cultural.

Constatarei que, para além do Brasil, o termo pensamento computacional estava em estudo, em diversos países, por isso, havia tentativas de inseri-lo no âmbito da Educação. Porém, os estudos ainda eram incipientes em vários países, como Estados Unidos, Inglaterra, Austrália, por exemplo, e não existia um consenso acerca de sua definição e/ou utilização prática no cerne da sala de aula.

Foi por este motivo que me debrucei no que seria minha Tese e procurei um grupo de estudos e um(a) professor(a) que pudessem orientar-me no sentido de compreender o termo, a

partir da Teoria Histórico-Cultural. Nessa busca, encontrei-me com a Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa que, um ano depois, veio a ser minha orientadora. Na época, ano de 2017, ingressei como participante do Grupo de Pesquisa sobre Formação Compartilhada de professores – Universidade e Escola (GPEFCom) na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Nesse grupo, pude melhor depreender a concatenação entre a Universidade e a Escola e, particularmente, o papel do professor na sociedade atual como ser histórico, ativo e crítico em constante desenvolvimento.

Em janeiro de 2019, fui aprovada em um processo seletivo da Positivo Soluções Didáticas, tendo como escopo ministrar cursos de formação continuada para professores que atuam no Ensino Fundamental (anos iniciais e finais) e no Ensino Médio, no Brasil e no Japão. Então, ingressei em mais essa oportunidade profissional, a qual me proporciona muito conhecimento e crescimento intelectual. Durante as formações foi possível perceber que os professores reconhecem o termo “pensamento computacional”, mas não sabem o que significa ou como trabalhar na prática de sala de aula. Perante questionamentos sobre o assunto, alguns professores se arriscam afirmando a relação do termo, explicitado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação, sem, porém, compreender o significado ou o real motivo do termo pertencer ao componente curricular de Matemática. Diante de todas essas incertezas, dei continuidade a essa pesquisa, a qual é apresentada a seguir.

1.2 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA²

A questão de atribuir ao pensamento humano verdade objetiva não é uma questão teórica, mas sim uma questão prática. É na práxis que o homem precisa provar a verdade, isto é, a realidade e a força, a terrenalidade do seu pensamento.

Karl Marx & Friedrich Engels (2007)

Percebemos que, nos últimos anos, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tomaram conta da vida em sociedade e, conseqüentemente, da Educação. Fato ainda mais agravante no Brasil após a pandemia, dado que as aulas *on-line*, por exemplo, perduraram por mais de um ano.

² A partir de agora, utilizaremos a conjugação verbal na primeira pessoa do plural, dado que a presente pesquisa foi cunhada por duas pesquisadoras (Eloisa Rosotti Navarro e Maria do Carmo de Sousa).

Porém, por mais que a Educação esteja passando por mudanças drásticas e rápidas, podemos observar que houve uma tentativa de repetir a ação de sala de aula (presencial) na aula *on-line*, ou seja, utilizar as TDIC para fazer o que se fazia bem sem ela. E, desde os estudos realizados durante o Mestrado, foi possível perceber o quanto isso é raso, comparado a tudo que podemos fazer com objetos digitais diferentes, como o uso da linguagem audiovisual, a interatividade e o letramento (NAVARRO, 2015).

Ou seja, o uso das TDIC traz benefícios para os processos de ensino e de aprendizagem quando fazemos algo que não conseguíamos fazer bem sem essas tecnologias.

À guisa de exemplo, se olharmos para o ensino de Matemática ministrado nas escolas brasileiras, não encontramos mudanças significativas, quando o relacionamos com as TDIC. A organização do ensino, mesmo diante dessas tecnologias, parece que ainda é a mesma, ano após ano, tendo como foco as avaliações externas³ e como base conteudista o livro didático. A maioria das escolas parece priorizar o ensino memorístico, a partir de fórmulas e de listas de exercícios. Parece que a inserção das TDIC nas aulas de Matemática ainda tem um longo caminho pela frente (MARCO, 2009). Então há de se perguntar, então, como e quando o pensamento computacional poderá frequentar as aulas de Matemática?

Ao tentar responder essa questão, do ponto de vista da Teoria Histórico-Cultural, há de se considerar que a organização do ensino de Matemática atual, na maioria das escolas, ainda está fundamentada ao que Davydov (1982) denomina de didática tradicional. Basicamente, nessa perspectiva há a predominância do pensamento empírico, em que o aluno é ideado como um receptor e não um ser ativo e crítico no desenvolvimento do seu próprio conhecimento. Ademais, este tipo de pensamento limita-se tão-somente à aparência do conceito, quer dizer, nas suas características comuns de objetos, na construção de um conhecimento utilitário, com a exploração de exemplos visuais do cotidiano. Há ênfase nos elementos perceptíveis do conceito (DAVYDOV, 1982), ou seja, nas representações. Um bom exemplo, é o conceito de função. Nesse tipo de ensino, que prioriza o pensamento empírico, a partir da Teoria dos Conjuntos, apresenta-se aos alunos do Ensino Médio a representação da função: $f(x)$, em seguida, os tipos de função, os gráficos e as listas de exercícios. Por último, avalia-se a aprendizagem.

Boa parte dos alunos não relaciona o conceito de função com os conceitos de movimento estudados nas aulas de Física. As aulas de Matemática apresentam a função de forma estática. Nas aulas de Física se faz necessária a compreensão do conceito de função, a

³ Essas ideias estão presentes nos estudos de: Ferrarotto (2018), Freitas (2014), Santana; Rothen (2015), Ravitch (2011) e Werle (2011).

partir dos movimentos da vida. Logo, do ponto de vista da Teoria Histórico-Cultural, as palavras-chave do conceito de função são: movimento e interdependência (CARAÇA, 1998). Portanto, são consideradas nexos internos do conceito de função porque foram elaborados nas diversas culturas, contém história e são lógicos e, além disso, compõem o movimento lógico-histórico do conceito de função.

Dessa forma, se somente o pensamento empírico fizer parte da vida escolar das crianças e dos jovens, inevitavelmente, estaremos fadados ao fracasso. Isto significa que não oportunizaremos aos alunos um espaço para a aprendizagem de conceitos e apropriação da cultura humana construída historicamente. De igual modo, não propiciaremos formas de apropriação e produção de conhecimentos necessários ao desenvolvimento pleno dos alunos, diante de uma sociedade cada vez mais complexa e multifacetada.

À guisa de exemplo, no momento de pandemia, nos anos de 2020 e 2021, boa parte da população teve problemas quanto à aceitação do novo corona vírus, causador da doença denominada COVID-19 e em relação ao uso das vacinas contra esse vírus. Infelizmente, muitas pessoas (escolarizadas ou não) não acreditavam no que estávamos vivendo. Por outro lado, passaram a aceitar e crer na gravidade da doença quando pessoas próximas apresentaram complicações e mostraram (por meio da experiência prática) que o vírus existia e poderia levar à morte. Esse é mais um exemplo de pensamento empírico.

Pergunta-se: onde está o pensamento teórico dessas pessoas sobre os conceitos de vírus, propagação, interpretação de dados (gráficos, tabelas), análise crítica acerca de informações, progressão geométrica, função, função exponencial, movimento regular e variação? O que esses conceitos têm a ver com o pensamento computacional?

Dados científicos, nacionais e internacionais, apontavam que, até o mês de abril de 2021, a propagação do vírus representava um movimento, inicialmente, irregular. Mas, a partir de uma análise um pouco mais aprofundada, de modelos matemáticos, tais movimentos passaram a apresentar certas regularidades. Para que jovens e crianças tenham essa compreensão faz-se necessário investir, minimamente, na unidade dialética pensamento empírico-pensamento teórico, uma vez que tal unidade promove o pensamento científico. Mas, o que seria o pensamento científico?

Segundo os pressupostos de Caraça (1998), a Ciência é um instrumento forjado pelos homens para que se possa compreender a realidade que contém fluência e interdependência. Dois nexos conceituais que, como já apontamos, estão presentes no conceito de função. Ou seja, é a partir do pensamento científico que podemos fazer previsões. É por este motivo que

defendemos que estas questões frequentem as aulas de Matemática, de forma que os alunos possam ter acesso ao pensamento teórico, sem desconsiderar o pensamento empírico.

Para compreender melhor esse fato e a sua relação com os pensamentos empírico e teórico, faremos uma reflexão. Entraremos agora no mundo da Matemática. Assim, vamos pensar, primeiramente, em características qualitativas dessa respectiva área de conhecimento. No que pensa quando reflete a respeito da palavra Matemática?

Se você fez uma graduação em Matemática e está na profissão até hoje, as principais características que você reflete são, provavelmente, palavras relacionadas a prazer, emoção, investigação, desafio e inspiração dentre outras. Mas, levando em consideração as nossas experiências profissionais, podemos garantir que muitos professores que não têm essa formação, informam-nos que surgem em suas mentes palavras que estão relacionadas à dificuldade, complicação, repulsa, medo e reprovação entre outras.

Para que possamos apreender a Matemática e não simplesmente seguir regras, temos como pressuposto a essencialidade de se compreender a necessidade de construção de conceitos pautados no pensamento teórico. Desse modo, refutando um ensino tecnicista, mecanicista e meritocrático, ministrado há anos, que prioriza somente o pensamento empírico.

Por pensamento teórico entendemos o movimento de apropriação de um conceito, considerando todos os aspectos históricos, políticos, éticos, sociais e culturais que proporciona ao sujeito a capacidade de se mover entre o concreto e o abstrato, assim como de generalizar situações teóricas de aprendizagem. No que corresponde ao conceito, o pensamento teórico encaminha o sujeito para a essência⁴ do conceito, ativando funcionalidades mentais e funções psíquicas superiores em um movimento dialético entre o concreto e o abstrato (DAVÍDOV, 1988). Nesses moldes, propiciando a transformação do próprio sujeito, ou seja, de sua consciência social. Isso não quer dizer que o pensamento empírico e o pensamento teórico não estabeleçam diálogos. A crítica que se faz está atrelada à dicotomização dos dois tipos de pensamentos, posto que um está concatenado ao outro.

Para ilustrar essa reflexão, perguntamos-lhe:

— Como você resolve e como você ensina a resolver o cálculo $18 - 9$?

Compartilharemos o que presenciamos em várias falas de professores em nossa vivência profissional.

⁴ Termo utilizado por Kopnin (1978).

Geralmente, os professores efetuam a conta no papel e não utilizam o cálculo mental. Em relação à maneira como ensinam, uma grande maioria mostrou seguir o seguinte roteiro, com as seguintes falas.

Professor: — 8 dá para tirar 9?
Alunos: — Não.
Professor: — Então, o que fazemos?
Alunos: — Emprresta do vizinho...

O que seria “emprestar” do vizinho? O que será que a criança entende? Está fazendo sentido a realização desse cálculo ou dessa fala? Estamos encaminhando a criança para a construção do conceito de subtração ou simplesmente ensinando “como se faz”? Quer dizer, ensinando regras que dão certo?

Dando sequência à construção do cálculo, seguem as próximas falas do roteiro:

Professor: — Isso, emprresta do vizinho, emprresto 1, ele fica valendo?
Alunos: — Zero.
Professor: — E o outro?
Alunos: — 18.

E o cálculo fica registrado desta maneira:

$$\begin{array}{r} \cancel{1}8 \\ - 9 \\ \hline 9 \end{array}$$

Observe que a conta ficou análoga, continuou sendo 18 - 9, mesmo depois de toda essa mudança. Em momento algum se explicou o porquê fica valendo 18, ou se eu “emprestei” 1 porque fica 18 e não 9 ou 81? São perguntas que uma criança deve fazer para que consiga desenvolver o conceito de subtração e compreender o que está acontecendo no momento do cálculo quando apresentado dessa forma. Isto significa que são perguntas que podem contribuir com o pensamento teórico da subtração, que abarca pelo menos três ideias: tirar, comparar e completar.

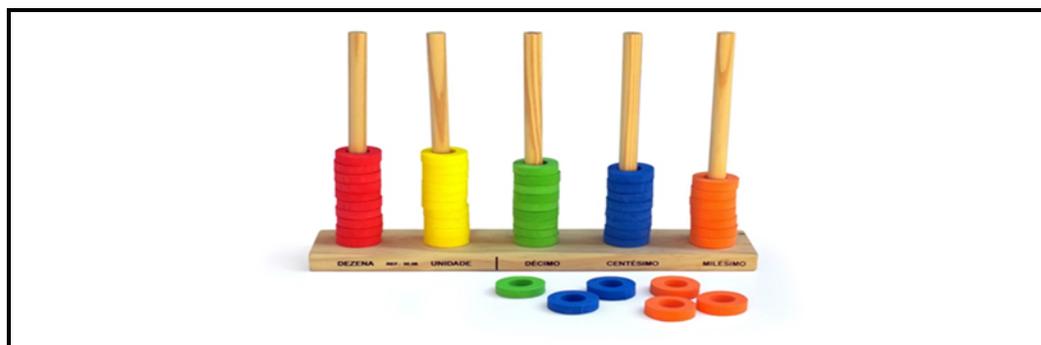
no papel (registro escrito), porque têm dificuldade de realizar o cálculo mental. Sabemos que o correto seria:

$$\begin{array}{r} \begin{array}{c} \text{C} \quad \text{D} \quad \text{U} \\ \hline \underline{214} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{2} \\ \hline \end{array} \\ \begin{array}{c} \underline{2} \\ 014 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{C} \quad \text{D} \quad \text{U} \\ \hline 1 \quad 0 \quad 7 \end{array} \\ \begin{array}{c} -14 \\ \hline 00 \end{array} \end{array}$$

Nesse contexto, priorizou-se o algoritmo em seu último estágio de rigor. Priorizou-se o pensamento empírico da divisão. Contudo, como se explica por exemplo, o ‘0’ na dezena? Por que colocar esse número na dezena? Qual é o sentido disso? Questões como essas devem ser levantadas por nós, tal qual pelos alunos, visto que, para muitas pessoas, são questões não passíveis de reflexão, em virtude da aceitação de uma regra como uma técnica infalível.

Para responder às aludidas questões seria viável que os professores levassem à sala de aula o ábaco, preferencialmente, o de haste e, preferencialmente, sem as cores e a indicação das palavras que indicam em que base numérica o aluno deverá realizar a operação, uma vez que, para se apreender dois nexos conceituais do número, valor posicional e base, a qualidade cor e as palavras podem atrapalhar como o da imagem a seguir:

Figura 1 – Ábaco



Fonte: Brinquedos e Livros Educativos Catavento (2020).

Defendemos que, ao realizar a operação, mais importante que o modo de resolver (calcular) é a criança analisar os motivos que geraram o resultado. É basilar compreender, por exemplo, o papel do zero, enquanto guardador de lugar, bem como o porquê de realizar agrupamentos, mediante composições e decomposições de quantidades quando se está

efetuando divisões, por exemplo. A esse tipo de compreensão denominamos de pensamento teórico. Por esta razão, reiteramos que os pensamentos empírico e teórico não estão dissociados. Formam unidade dialética.

Você, leitor, pode estar se perguntando, por que a indicação do ábaco, um material empírico, para o desenvolvimento de situações que envolvam, principalmente, as quatro operações, no contexto dos anos iniciais da Educação Básica?

Ora, o ábaco é um material didático, considerado estruturado. Tem como escopo o ensino dos nexos conceituais: valor posicional, agrupamentos, sistemas numéricos e base numérica, bem como as operações: adição, subtração, multiplicação e potenciação. Foi criado como consequência de uma necessidade humana, sendo concebido como um facilitador na resolução de situações-problema que englobam a contagem, a representação numérica e a realização de operações. Relativo ao zero, o ábaco se aplica para o princípio de posição, dado que podemos indicá-lo como símbolo para as unidades faltantes (IFRAH, 1992).

Diante disso, podemos materializar as composições e decomposições das quantidades recorrendo a agrupamentos regulares. Isso significa que podemos ensinar aos alunos o conceito de base numérica, uma vez que toda base numérica é definida por meio de agrupamentos regulares. Por isso, faz-se necessário compreender o nexo, denominado de valor posicional.

Com o uso do ábaco, as crianças têm a oportunidade de analisar, por exemplo, a diferença da quantidade 132, da quantidade 123 ou, ainda, da quantidade 321, quando a base numérica for dez, embora sejam utilizados os mesmos algarismos para descrever quantidades diferentes. *Pari passu*, podem se apropriar de diferentes formas de escrever quantidades iguais, em bases numéricas diferentes. As atividades que denominamos de conceituais, como as que estamos exemplificando, podem proporcionar aos alunos o desenvolvimento dos conceitos de números e operações por intermédio da dialética pensamento teórico-pensamento empírico.

Com esses exemplos, podemos inferir que os conceitos de pensamento matemático e letramento matemático necessitam ser revistos. É essencial que nos perguntemos: estamos preparando os nossos alunos para o conhecimento de uma Matemática do dia a dia, de uma Matemática que faça sentido ou, simplesmente, ensinando regras e técnicas? Estamos priorizando somente o pensamento empírico e/ou contemplamos, também, o pensamento teórico dos conceitos matemáticos?

Nesse viés, defendemos a essencialidade de se estudar a formação de conceitos, objetivando à compreensão de como essa construção trará sentido aos processos de ensino e de

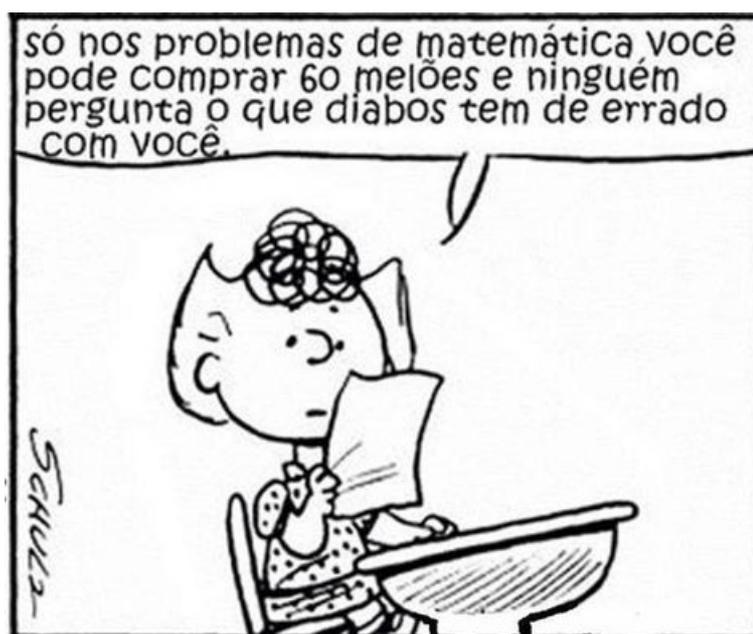
aprendizagem. Ora, enquanto estivermos desenvolvendo tão-só o pensamento empírico⁵, quer dizer, ensinando regras que se configuram como elementos externos do conceito, não estaremos levando em conta a unidade dialética ensino e aprendizagem. Para muitos alunos, a aprendizagem dos conceitos matemáticos pode não estar ocorrendo de fato. Em outras palavras, os conteúdos escolares estão dissociados do movimento da vida dessas crianças e jovens (alunos), como foi indicado nos parágrafos anteriores.

Reiteramos, a propagação do vírus da COVID-19 parece não ter nenhuma concatenação com os conteúdos matemáticos estudados nas escolas. Uma coisa é a propagação do vírus que se deu no cotidiano de todos nós, por dois anos, a outra é fazer as listas de exercícios que abrangem conteúdos matemáticos, tais como: base numérica, potenciação, variável, progressão geométrica, função exponencial, logaritmo etc.

Fato análogo decorre quando propomos um problema do tipo: João queria comprar melão, estava passando na rua de sua casa um carro vendendo melões. João comprou 60 melões, mas só utilizou 40, quantos sobraram?

Se você for um adulto, provavelmente já está com a resposta pronta. Sobraram 20 melões. Por outro lado, a maioria dos alunos (anos iniciais do Ensino Fundamental) iria pensar: O que João fará com tantos melões? Por que João comprou 60 melões? O que será que ele faria com tudo isso? Como um carro vendia tantos melões assim? Essa conjuntura pode ser representada pela seguinte tirinha:

Figura 2 - Tirinha sobre problema matemático



Fonte: Schulz (2016).

⁵ Abordaremos o aprofundamento desse termo no decorrer da pesquisa.

As crianças e adolescentes dos últimos 10 anos, nasceram em uma época em que as TDIC se tornaram um dos principais meios de comunicação e entretenimento. Consequência de tanta evolução do meio em que vivemos, temos crianças com comportamentos, atitudes e desenvolvimentos diferentes dos nossos. Nasceram na época da dúvida, da não aceitação de regras prontas, na era dos ‘porquês’. Tudo isso tem refletido na sala de aula (CSOBANKA, 2016; NAGY; KÖLCSEY, 2017; NICHOLAS, 2020; REIS, 2018).

Diante desse fato, defendemos que pensar sobre os porquês, juntamente com as crianças, pode ser o ponto de partida para se desenvolver o pensamento computacional desde a Educação Infantil. Se caso não nos atentarmos a estes fatos, o ensino da Matemática e, conseqüentemente, o pensamento computacional continuará sendo desenvolvido em sala de aula de forma superficial, já que limitaremos os alunos unicamente ao pensamento empírico. Dito de outro modo, nos processos de ensino e de aprendizagem para a construção de conceitos, o aluno terá acesso só ao desenvolvimento de nexos conceituais⁶ externos (visíveis e práticos), trazendo “[...] resultados parciais ao processo de aprendizagem do estudante. Os prejuízos podem ser comprovados não só na falta da subjetividade do sujeito como também na formação do pensamento teórico. O pensamento teórico generaliza o conceito” (SOUSA, 2014, p. 66). Assim, o pensamento teórico é sinônimo de pensamento científico.

Nesse cenário, preocupamo-nos com o conceito de pensamento computacional para a Educação Matemática, pois esse termo está inserido na BNCC na área de Matemática. No entanto, sem uma indicação de como, quando, onde e com quais recursos, especialmente, os didáticos, os professores da Educação Básica podem desenvolvê-lo em sala de aula.

Por acreditar na importância do desenvolvimento de um conceito para o pensamento computacional, para que possa ser devidamente empregado nas aulas de Matemática, sentimos instigadas a investigá-lo, reconhecendo-o como outra possibilidade para que se possa organizar o ensino de Matemática, objetivando a superação da mera transmissão de conhecimentos e contribuindo para a construção de nexos conceituais (internos e externos) de conteúdos matemáticos.

Isto posto, o desenvolvimento de um conceito para o pensamento computacional pode trazer ao professor a possibilidade de repensar a organização didático-metodológica do ensino de Matemática, baseando-se na mediação semiótica pela atividade e não somente na

⁶ Os nexos conceituais, segundo Jesus e Sousa (2011), são divididos em nexos conceituais internos e externo. Fazem parte do pensamento teórico, representando “elos que nos ajudam a construir os conceitos, continuamente” e “são constituídos de aspectos socioculturais, históricos e filosóficos” (JESUS; SOUSA, 2011, p. 115). Trataremos desse assunto com mais detalhes no transcursar desta tese.

transmissão de conhecimentos de modo tradicional (aulas unicamente expositivas, memorização de técnicas, lista de exercícios, exames etc.). Entendemos que é a partir dessa conjuntura que se pode criar situações pedagógicas, as quais preconizam o desenvolvimento do pensamento computacional em sala de aula. Nesse contexto, podemos pensar como objeto mediador a manipulação de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Nessa perspectiva, o pensamento computacional pode ser desenvolvido com ou sem o uso de tais tecnologias. Por outro lado, manipulando-as há a possibilidade de explorar outros recursos, que já estão disponíveis em algumas instituições de ensino e, por conseguinte, podem auxiliar o desenvolvimento desse tipo de pensamento.

Em suma, as considerações apresentadas até aqui são o ponto de partida, para a seguinte tese: **o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional, a partir de nexos conceituais, orientará a sua organização teórica e o seu desenvolvimento no contexto da Educação Matemática e, conseqüentemente, na sala de aula.** Para que a concretização desta tese fosse possível, consideramos como base metodológica o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional na Educação Matemática.

Investigar o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional significa defender que este tipo de pensamento está em constante movimento e transformação social, tornando-se, portanto, uma categoria histórica. A unidade lógico-histórica corresponde à sistematização produzida por Kopnin (1978) que, por seu turno, defendeu a inerência entre o histórico e o lógico, posto que seria impraticável uma lógica destituída do fazer objetivo/subjetivo do ser humano. Estudar essa unidade dialética nos faz compreender os nexos conceituais do conceito, neste caso, o termo pensamento computacional, adquire um outro status.

Para tanto, o ponto inicial desse movimento lógico-histórico, na presente pesquisa, esteve relacionado à vivência e à necessidade do entendimento do termo pensamento computacional e, conseqüentemente, à realização de uma investigação do tipo Estado do Conhecimento, que culminou na análise de teses e dissertações, de artigos, da BNCC e do currículo de São Paulo. Esta análise nos auxiliou na compreensão do histórico (acontecimentos e fenômenos) do termo pensamento computacional.

A partir do histórico, construímos o lógico (essência), por intermédio da relação entre o termo e o seu desenvolvimento na Educação Matemática, sob a égide da Teoria Histórico-Cultural. Esta teoria nos oportunizou determinar os nexos conceituais do pensamento computacional.

Nesse sentido, o problema de pesquisa foi assim definido: **Quais são os possíveis nexos conceituais que contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática?**

Para respondê-la, tomamos como norte o movimento lógico-histórico da utilização do termo pensamento computacional na Educação Matemática, no intuito de explicitar quais seriam os nexos conceituais do pensamento computacional, para o seu desenvolvimento nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática na Educação Básica. Desse modo, permitindo que alcançássemos o seguinte objetivo: **Desenvolver, a partir de nexos conceituais e dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, o conceito teórico de pensamento computacional para o seu desenvolvimento na Educação Matemática.**

Para a apresentação acerca desta investigação, o texto foi dividido em seis seções. A primeira seção refere-se à introdução, a qual tem o papel de situar o leitor quanto ao que será apresentado, bem como a justificativa e a problemática da pesquisa, somada ao encaminhamento realizado para atingir o objetivo proposto.

Na seção dois, abordamos os aspectos metodológicos da pesquisa, de forma a situar o leitor a propósito de quais escolhas metodológicas fizemos, qual o tipo de pesquisa abordada nesta tese e qual a proposta para análise dos materiais selecionados.

Na seção três, apresentamos o movimento Lógico-Histórico do termo pensamento computacional por meio dos resultados do levantamento bibliográfico acerca das pesquisas que empregaram o termo, com vistas a averiguar os usos e as formas de entendimento dos autores.

A quarta seção destina-se à apresentação das concepções teóricas da pesquisa, argumentando sobre o conceito de pensamento na perspectiva Histórico-Cultural. Visando, com isso, elaborar uma base teórica para o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional.

Na quinta seção, discutimos as análises a partir dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, desenvolvemos o conceito teórico do pensamento computacional, apresentando os nexos conceituais para o seu desenvolvimento na Educação Básica. E, por fim, na seção seis, intencionando situar o leitor quanto ao caminho percorrido para atingirmos o objetivo proposto, expomos as considerações finais da presente tese.

2 CONCEPÇÕES METODOLÓGICAS DA PESQUISA

Uma coisa é analisar pegadas, astros, fezes (animais ou humanas), catarros, córneas, pulsações, campos de neve ou cinzas de cigarro; outra coisa é analisar escritas, pinturas ou discursos. A distinção entre natureza (inanimada ou viva) e cultura é fundamental.

Carlo Ginzburg (1990)

Essa seção concerne às opções metodológicas assumidas nesta pesquisa, em virtude de que buscamos responder a seguinte pergunta de pesquisa: **Quais são os possíveis nexos conceituais que contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática?**

Ao tratarmos do problema de pesquisa, determinamos o seguinte objetivo: **Desenvolver, a partir de nexos conceituais e dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, o conceito teórico de pensamento computacional para o seu desenvolvimento na Educação Matemática.**

Justificamos que o problema de pesquisa e o objetivo foram arquitetados em função das definições elaboradas relativas ao conceito de pensamento, no contexto da Educação, e às pesquisas que aplicam estas definições no campo da Educação Matemática, promovendo um discurso que prioriza os aspectos que fundamentam a computação e a linguagem de programação. Por esta razão, defendemos a necessidade de desenvolver o conceito de pensamento computacional, o qual supere os modos como vem sendo proposto e veiculado na Educação Matemática, ou seja, sob uma perspectiva empírica-discursiva do pensamento. Esse viés se apoia na fragmentação e na separação das propriedades, as quais formam o pensar humano e, igualmente, ratifica uma prática com o pensamento computacional de maneira instrumental, utilitária e vinculada apenas ao uso de TDIC (formato plugado).

Do ponto de vista da Teoria Histórico-Cultural, defendemos o pensamento computacional como uma forma potencial de ampliar e desenvolver as capacidades de resolução de problemas, de interpretação da realidade e de expansão dos modos de ação dos alunos diante de seu contexto sociocultural, seja de maneira plugada (uso de TDIC) ou desplugada (não requer a utilização de TDIC).

Assim, mais do que definir um conceito para o Pensamento Computacional (nexos externos), é basilar refletirmos acerca de sua utilização pelo aluno, em seu cotidiano (escolar e/ou não escolar), para interpretar e resolver problemas, bem como entender o processo histórico-cultural do conceito (nexos internos). Sendo assim, abordamos o movimento lógico-

histórico do pensamento computacional, já que estamos tratando da objetivação deste tipo de pensamento, na sua relação dialética com o ato de apropriação e utilização por parte dos alunos.

Isto posto, subdividimos esta seção em três subseções alusivas à metodologia de pesquisa, aos instrumentos para a produção dos dados e, por último, à análise dos dados.

2.1 ESCOLHAS METODOLÓGICAS: O MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO NA PESQUISA

Tornar-se um bom investigador qualitativo é, em parte, aprender que os detalhes específicos são pistas úteis para a compreensão do mundo dos sujeitos.

Robert Bogdan & Sari K. Biklen (1994)

Sublinhamos que a abordagem da pesquisa é qualitativa, isto é, assume como princípio uma investigação que enfatiza a descrição, a indução, o levantamento bibliográfico, a análise de teorias fundamentais e o desenvolvimento de conceitos. No mais, a empiria é considerada como um momento de construção teórica e não um simples trabalho mecânico, em que os dados são recolhidos para ulterior categorização, análise e desenvolvimento de um conceito (BOGDAN, BIKLEN, 1994).

Destarte, teoria e empiria são processos vivos, dialéticos e em (re)construção contínua, uma vez que a teoria representa um instrumento do pensamento que passa a ser questionado, engendrando o desenvolvimento de novas ideias e conceitos. Do mesmo modo, o trabalho empírico não se estabelece como uma mera produção de material para análise, pois estes são também considerados constructos teóricos.

Bogdan e Biklen (1994) sugerem que a abordagem qualitativa abarca a obtenção de dados descritivos, produzidos no contato direto do pesquisador com uma determinada situação estudada. Dessa maneira, os autores destacam mais o processo do que o produto, dado que “[...] exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objecto de estudo” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49).

A partir desses pressupostos, tomando por base Bogdan e Biklen (1994), elencamos quatro características da abordagem qualitativa:

- a) a procedência da produção de material para análise é o ambiente natural e o investigador é tido como o instrumento principal;
- b) os materiais são de caráter descritivo;
- c) o interesse pelo processo é maior do que pelos resultados ou produtos;

d) os materiais são analisados de forma inferencial-interpretativa.

Ademais, esta pesquisa é orientada por uma perspectiva lógico-histórica, visto que assumimos que a Educação Matemática está em constante movimento e transformações sociais, sendo assim, pode ser entendida como uma categoria histórica. Consideramos o seu conhecimento (Educação Matemática) como um processo totalizante, posto que está incutido no bojo da dinâmica dos processos sociais e históricos, ou seja, a totalidade está atrelada à *práxis* histórica. Por isso, a perspectiva lógico-histórica possibilitou-nos compreender a realidade como um vir a ser social.

Nesse contexto, a concepção de pensamento computacional na Educação Matemática, que é escopo desta pesquisa, transforma-se no decorrer do tempo, por esse motivo o movimento histórico dos conceitos e seus processos de sistematização nos propicia depreender e desenvolver um conceito a respeito do pensamento computacional. Este movimento histórico concatena aos pressupostos de Vigotski e sua Teoria Histórico-Cultural, porque de Vigotski nos apropriamos dos conceitos de pensamento e linguagem.

Concebemos que o conceito de pensamento computacional tão somente pode ser sustentado sob a égide do movimento histórico, que vai lhe arquitetando como processo de abstração contínua no sentido à generalização. Kopnin (1978) nos auxilia nesse entendimento, ao assinalar que o histórico do objeto refletido no pensamento compõe o conteúdo do pensamento e, por seu turno, o lógico é tido como o reflexo desse conteúdo. Em termos mais específicos, o lógico representa a essência do objeto, tal qual a história do seu desenvolvimento em um sistema de abstrações.

Ademais, a unidade lógico-histórico corresponde à sistematização produzida por Kopnin (1978), que defendeu a inerência entre o histórico e o lógico, posto que seria impraticável uma lógica destituída do fazer objetivo/subjetivo do ser humano. Nesses termos, assumimos a unidade lógico-histórico do pensamento computacional na Educação Matemática como norteadora de nossa análise, visando o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional, no âmbito teórico (conceito) e metodológico (nexos conceituais).

Sinteticamente, essa unidade supracitada corrobora, nesta pesquisa, para nos colocar em contato com o movimento lógico-histórico da expressão pensamento computacional na Educação Matemática, proporcionando a compreensão das maneiras historicamente construídas relativas ao interpretar e dar significação à citada expressão. Para Kopnin (1978, p. 186), o “[...] lógico reflete não só a história do próprio objeto como também a história do seu conhecimento”.

Nesse viés, esse movimento lógico-histórico nos proporciona tanto o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na Educação Matemática, quanto considerar que

uma das leis basilares da lógica do movimento do pensamento, quer dizer, do movimento do simples ao complexo, do empírico ao teórico, acontece por via do desenvolvimento do pensamento no âmago do materialismo dialético (KOPNIN, 1978).

Isto posto, o movimento lógico-histórico nos favorece sair da compreensão global (empírico real) de pensamento computacional, por exemplo, e, subsequentemente, por intermédio de categorias e abstrações, desenvolver uma visão crítica (concreto), conforme apontam os estudos de Kosik (2002) e Kopnin (1978).

Em linhas gerais, o lógico-histórico nos oportuniza buscar as relações concretas e efetivas por trás dos fenômenos. É uma possibilidade para analisar e entender os fenômenos como aspectos singulares e historicamente desenvolvidos, os quais se manifestam em variadas possibilidades de ser da essência. Por esta ótica, apreender o fenômeno e desenvolver o conceito é, precisamente, atingir a essência da coisa.

Assinalamos que, conquanto possam ser percebidos em momentos diferentes da ação humana, o histórico (acontecimentos, fenômenos) e o lógico (essência) estão diretamente associados, assim sendo, formando uma unidade (um todo). O movimento histórico é composto na vinculação dialética entre o manifestar e o ocultar a essência (lógico).

Nas palavras de Kosik (2002, p. 16):

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.

Torna-se precípua a articulação entre os aspectos históricos e lógicos do objeto de conhecimento, tendo em vista que isto permitirá um movimento de apropriação conceitual, o qual se consolida na unidade entre a essência do objeto e a sua teoria. Por este ângulo, para desenvolvermos o conceito de pensamento computacional na Educação Matemática, faz-se indispensável um esforço crítico que abstraia as coisas do campo prático, rumo ao pensamento teórico. Ora, *a priori*, os objetos de conhecimento não se revelam como elementos a serem analisados e apreendidos teoricamente. Todavia, manifestam-se como elementos empíricos em um dado momento histórico.

O estudo da história do desenvolvimento do objeto cria, por sua vez, as premissas indispensáveis para a compreensão mais profunda de sua essência, razão por que, 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).

Para tanto, com a finalidade de desenvolver teoricamente o conceito de pensamento computacional na Educação Matemática, devemos considerar que o conceito do objeto de conhecimento é a própria compreensão dele. Por este motivo, é crucial estudar pesquisas que tiveram como objeto de estudo o pensamento computacional (movimento histórico), para, com isso, compreender o todo (totalidade). A totalidade é um processo de concretização que se move das partes para o todo (desenvolvimento do conceito) e do todo para as partes. Desse modo, parte dos fenômenos à essência e da essência aos fenômenos, da totalidade às contradições e das contradições à totalidade (KOSIK, 2002).

Colabora Kopnin (1978) ao inferir que o histórico do objeto, nesse caso o pensamento computacional, é visto no seu processo de mudança. Isto significa, por meio das etapas de seu surgimento e desenvolvimento. Por sua vez, o lógico do pensamento computacional (objeto) já seria a forma em que o pensamento produz a generalização do processo histórico desse objeto.

Esse processo de generalização não denota que o pensamento deva reproduzir, mecanicamente, os estágios da história. A generalização no pensamento é formação, construção e ressignificação conceitual. Ora, o lógico do histórico, portanto, concerne à lógica dialética, mais dinâmica e global em relação à lógica formal.

Nesse embasamento, o movimento histórico do termo pensamento computacional corresponde à história desse objeto de conhecimento, sua produção e desenvolvimento, assim como a história na qual a humanidade se apropriou desse objeto, isto é, a história de seu conhecimento produzido. No entanto, a vertente histórica desvela elementos fundamentais ao conhecimento do objeto como, por exemplo, a falta de um conceito teórico acerca desse objeto de conhecimento no âmbito da Educação Matemática. Tais elementos, ao serem apropriados pelo pensamento humano, organizam o aspecto lógico. Em virtude disso, o lógico se converte na “[...] reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações” (KOPNIN, 1978, p. 183). Laconicamente, o lógico é a própria apropriação do histórico pelo pensamento humano.

Por conseguinte, analisamos que essa abordagem metodológica coaduna a Teoria Histórico-Cultural, que assumimos nesta pesquisa, já que a lógica do conceito de pensamento computacional é tomada em unidade com a produção humana histórico-cultural desse conhecimento. Ora, “[...] qualquer fenômeno não torna desnecessário o estudo de sua história; ao contrário, para atingir-se um degrau mais elevado no conhecimento do objeto é necessário recorrer justamente à história” (KOPNIN, 1978, p. 185).

Em resumo, nesta pesquisa, inferimos que a unidade entre o lógico e o histórico se faz como axioma metodológico imprescindível à organização da investigação em relação à inter-relação entre o desenvolvimento do conceito, à estrutura do objeto e ao conhecimento da história e seu desenvolvimento.

2.2 TIPO DE PESQUISA

É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido.

Edgar Morin (2000)

Entendemos que, para corroborar com os pressupostos do movimento lógico-histórico explicitados na subseção anterior, faz-se essencial assumirmos um método de pesquisa como forma de produção de dados, tendo em vista atingir os objetivos da presente tese. O método utilizado se inspirou no Estado do Conhecimento, visto que pesquisas desse tipo são utilizadas como forma de inventário, sistematização e avaliação da produção científica existente, “buscando identificar tendências e descrever o estado do conhecimento de uma área ou de um tema de estudo”, conforme apontam os estudos de Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 103).

Assim, em relação a essa modalidade de investigação, em conformidade com o processo de produção de material para análise, podemos classificar esta pesquisa como um Estado do Conhecimento, pois é a “[...] modalidade de estudo que se propõe a realizar análises históricas e/ou revisão de estudos ou processos tendo como material de análise documentos escritos e/ou produções culturais garimpados a partir de arquivos e acervos” (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 70).

Face a este aspecto, esta pesquisa, de natureza teórica, enquadra-se na modalidade de pesquisa qualitativa, do tipo “Estado do Conhecimento”, porquanto busca mapear e discutir a produção acadêmica de uma determinada área, “[...] tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que forma e em que condições têm sido produzidas” (FERREIRA, 2002, p. 257).

Nesse entendimento, investigamos o que foi produzido no que compete ao termo pensamento computacional na Educação Matemática. Nessa perspectiva, tomamos o Estado do Conhecimento como meio de produção de material para análise. Compreende-se que o “[...] Estado do Conhecimento caracteriza-se como um levantamento bibliográfico, sistemático, analítico e crítico da produção acadêmica sobre determinado tema” (TEIXEIRA, 2006, p. 77).

Em outros termos, o Estado da Conhecimento 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. Vale explicar que tal revisão tende a constatar quais teorias estão sendo produzidas, quais procedimentos de pesquisa são aplicados a essa construção, quais concepções estão em discussão e o que necessita ser trabalhado, quais referenciais teóricos se usam para nortear as pesquisas e qual é a sua contribuição científica, cultural e social.

Nesse sentido, o intuito, ao se empregar este método, é fazer um levantamento teórico, bem como um mapeamento de pesquisas e análise do que se produz considerando áreas de conhecimento, os períodos cronológicos, os espaços, os modos e as condições de produção/investigação (NOVIKOFF, 2010).

Romanowski e Ens (2006) discorrem a respeito dos procedimentos indispensáveis à realização de uma pesquisa do tipo “Estado do Conhecimento”: delinear os descritores, tendendo ao direcionamento das buscas; determinar critérios para a seleção do material que constituirá o *corpus* da pesquisa; levantar e sistematizar teses, artigos e/ou dissertações divulgadas; sistematizar os dados, analisando as tendências dos temas abordados e as relações pontuadas nas teses, artigos e/ou dissertações; analisar e desenvolver conclusões.

Dessa maneira, neste tipo de pesquisa é imprescindível observar diferentes dados de um conjunto de produções (definidas em conformidade com o escopo da pesquisa), segundo critérios preestabelecidos, de forma a apresentar e debater a temática, trazendo possíveis contribuições para a continuidade de pesquisas na área pesquisada. De igual modo, expondo tendências, descontinuidades e evoluções, características, escopos, bases teóricas, lacunas e contribuições que, em síntese, corroboram para ressignificar, romper e/ou validar pesquisas que versam sobre temas há um determinado tempo.

[...] 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).

Nesse sentido, as pesquisas do tipo Estado do Conhecimento possuem um recorte de tempo definido, uma sistematização de certa área de conhecimento, tencionando ao reconhecimento e à identificação dos principais resultados das pesquisas efetivadas na área investigada, às tendências temáticas basilares e, de resto, as epistemologias e abordagens dominantes e emergentes (MELO, 2006).

Romanowski e Ens (2006) também salientam que, no bojo do Estado do Conhecimento, é importante preconizar as categorias que identifiquem, em cada investigação ou no conjunto delas, os aspectos referentes aos fenômenos analisados. Pesquisas deste tipo objetivam, especificamente, a sistematização da produção em uma determinada área do conhecimento, tendo como finalidade apreender a dimensão do que vem sendo produzido. Pesquisas concretizadas com base em uma sistematização de dados recebem esta denominação, quando envolvem toda uma área do conhecimento, nos diferentes aspectos que suscitaram as produções. Sendo assim, abordam investigações de um único setor de publicações acerca de um determinado tema, como em nosso caso, em que se abrangeu artigos, teses e dissertações, com o objetivo de mapear a produção acadêmica, em relação ao uso do termo pensamento computacional na Educação Matemática.

Ferreira (2002) explana que, no âmbito desta abordagem de pesquisa, deve-se analisar algumas características no desenrolar da investigação. A primeira característica refere-se ao tempo e ao espaço em que as pesquisas analisadas foram desenvolvidas. Com isso, o recorte temporal e espacial neste método é necessário, já que as análises realizadas concernem a concepções, percepções e práticas presentes em certos contextos socioculturais, políticos, econômicos. A segunda característica é o recorte temático, pelo fato de auxiliar a definição, organização e delimitação do que se busca mapear. Consequentemente, permitindo aos pesquisadores fazerem análises mais detalhadas, ou mesmo, organizarem um panorama a respeito de determinados temas e teorias.

Nesse viés, é indispensável definir a maneira como serão levantadas as referências, visto que delimita e orienta as buscas, considerando a seleção e exclusão do que não será utilizado. Em regra, tais buscas se dão por meio de palavras-chave nas pesquisas completas e/ou nos títulos e resumos. Pensando nesta delimitação, utilizamos como termo de busca o descritor “pensamento computacional”.

Para alcançarmos o objetivo proposto na presente pesquisa, sublinhamos que esta investigação foi realizada a partir de consultas feitas no banco do Catálogo de Teses e

Dissertações da Capes⁷, no banco de artigos pertencentes à plataforma de periódicos da Scielo⁸ e à plataforma de periódicos da Capes⁹. A busca foi realizada entre maio de 2018 e novembro de 2020. Em todas as plataformas indicamos como descritor a expressão “Pensamento Computacional”, objetivando investigar o que os estudos dizem em relação ao assunto. O período para a seleção das pesquisas ficou estabelecido de 2009 a 2019, pois os primeiros trabalhos foram postados na plataforma no ano de 2009. Por conseguinte, findamos a busca em 2019, para que pudéssemos analisar, em tempo hábil, todos os trabalhos consultados.

A partir do termo chave “Pensamento Computacional”, encontramos, nas referidas plataformas, a quantidade de 125 trabalhos, sendo 15 teses, 68 dissertações e 42 artigos. Na sequência apresentamos uma tabela com a quantidade de pesquisas por ano de publicação.

Tabela 1 - Quantidade de pesquisas por ano de publicação

Ano	Quantidade de pesquisas
2009	1
2010	0
2011	1
2012	0
2013	2
2014	14
2015	6
2016	19
2017	25
2018	35
2019	22

Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

É possível observar um aumento significativo de produções com essa temática, em específico, após 2015. Vale ressaltar que essa queda no ano de 2019, dá-se pelo fato de que nem todas as dissertações e teses defendidas nesse ano, foram incutidas no sistema operacional da plataforma Capes.

⁷ Capes. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Catálogo de Teses e Dissertações**. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

⁸ SciELO - Scientific Electronic Library Online. **Periódicos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/>

⁹ Capes. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portal de Periódicos Capes/MEC**. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

No ano de 2009, foi postada na plataforma Capes, a primeira pesquisa envolvendo a temática em estudo. Todavia, podem existir outras pesquisas defendidas anteriormente, mas que não foram postadas na plataforma. É possível notar que, de 2009 a 2011, não há pesquisas que citam o termo pensamento computacional como objeto de estudo, tal como entre os anos de 2011 e 2013. Entre o ano de 2015 e 2018 é possível observar um aumento considerável de pesquisas, as quais tem maior foco em robótica e em linguagem de programação.

Diante desse conjunto de trabalhos, fizemos a leitura de todos na íntegra, haja vista selecionar as pesquisas respeitantes à área da Educação Matemática. Dentro do total de 125 pesquisas encontradas (recorte temático), no período de 2009 a 2019 (recorte temporal), tivemos a quantidade de 16 pesquisas, voltadas à temática do “pensamento computacional na Educação Matemática”. A Tabela 2, a seguir, mostra a quantidade de trabalhos encontrados em cada plataforma e a quantidade respectiva de trabalhos relacionados à Educação Matemática.

Tabela 2 - Distribuição dos trabalhos de acordo com o descritor “pensamento computacional”

Plataforma	Trabalhos encontrados	Relacionados à Educação Matemática
Capes (teses e dissertações)	83	14
Capes (artigos)	32	1
Scielo (artigos)	10	1
TOTAL	125	16

Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

É possível notar que os trabalhos relacionados à Educação Matemática representam cerca de 13% do total de trabalhos encontrados nas plataformas da Capes e da Scielo. Esses primeiros dados quantitativos mostram que a pesquisa concernente ao pensamento computacional na Educação Matemática, em nosso entendimento, ainda é incipiente, dado que são relativamente escassas as dissertações, teses e artigos, que tratam especificamente deste tema, nessa respectiva área de conhecimento. No quadro, a seguir, ilustramos o mencionado recorte temporal e temático, no que compete às 16 pesquisas:

Quadro 1 - Pesquisas sobre o pensamento computacional na Educação Matemática

	Autor	Ano	Título do trabalho	Dissertação/Tese/artigo	Instituição de Ensino vinculada ¹⁰
1	NUNES, Cinthia Batista	2013	Introdução à computação: uma proposta para o ensino básico	Dissertação	UESB ¹¹
2	BARCELOS, Thiago Schumacher	2014	Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais	Tese	Universidade Cruzeiro Do Sul
3	LUMMERTZ, Ramon dos Santos	2016	As potencialidades do uso do software <i>Scratch</i> para a construção da literacia digital	Dissertação	Ulbra ¹²
4	MORAIS, Anuar Daian de	2016	O Desenvolvimento do Raciocínio Condicional a partir do Uso de Teste no <i>Squeak Etoys</i>	Tese	UFRGS ¹³
5	COSTA, Erick John Fidelis	2017	Pensamento Computacional na Educação Básica: Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de Resolução de Problemas na Matemática	Dissertação	UFCG ¹⁴
6	MESTRE, Palloma Alencar Alves	2017	O Uso do Pensamento Computacional como Estratégia para Resolução de Problemas Matemáticos	Dissertação	UFCG
7	MORAIS, Anuar Daian de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; FAGUNDES, Léa da Cruz	2017	Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática?	Artigo (SciELO)	UFRGS
8	CARVALHO, Felipe Jose Rezende de	2018	Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática	Dissertação	Unioeste ¹⁵
9	EGIDO, Sidneia Valero	2018	Educação Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional no 3º ano do Ensino fundamental: Crianças programando jogos com <i>Scratch</i>	Dissertação	UFPR ¹⁶

¹⁰ Para dissertações e teses inserimos a Instituição em que o(a) autor(a) está vinculado(a), para os artigos inserimos a Instituição de ensino em que o(a) primeiro(a) autor(a) está vinculado(a).

¹¹ UESB. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

¹² Ulbra. Universidade Luterana do Brasil.

¹³ UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

¹⁴ UFCG. Universidade Federal de Campina Grande.

¹⁵ Unioeste. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

¹⁶ UFPR. Universidade Federal do Paraná.

10	SILVA JUNIOR, Augusto Marcio	2018	Microgênese do desenvolvimento sociocultural do raciocínio	Dissertação	Unifal ¹⁷
11	BARBOSA, Lara Martins	2019	Aspectos do Pensamento Computacional na construção de fractais com o <i>Software Geogebra</i>	Dissertação	Unesp ¹⁸
12	EVARISTO, Ingrid Santella	2019	O Pensamento Computacional no processo de aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental	Dissertação	UNINOVE ¹⁹
13	GUARDA, Graziela Ferreira; GOULART, Ione Ferrarini; GONÇALVES, Caroline dos Santos; CUNHA, Lidia Raquel Rocha	2019	O circuito quatro desafios – atividade lúdica apoiada pelo pensamento computacional	Artigo (Capes)	UCB ²⁰
14	NASCIMENTO, Renata Melo	2019	A Matemática e o <i>visualg</i> : Lógica de programação no Ensino Médio	Dissertação	UESC ²¹
15	PEREIRA, Joao Pedro de Lima	2019	Programação e Pensamento Computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso	Dissertação	UnB ²²
16	RIBOLDI, Sandra Mara Oselame	2019	A linguagem de programação <i>Scratch</i> e o ensino de funções: uma possibilidade	Dissertação	UFFS ²³

Fonte: Elaborado pelas pesquisadoras (2021).

Cabe frisar que a confiabilidade desta pesquisa concerne a duas características já aludidas acerca do Estado do Conhecimento. Primeiro, quanto ao tempo que as pesquisadoras tiveram para fazer os levantamentos e análises e, segundo, em relação à definição das fontes em que fizemos os levantamentos, conforme exposto anteriormente. Afora estas duas características, seguimos a proposta de Morosini (2015), correspondente à confiabilidade nas

¹⁷ Unifal. Universidade Federal de Alfenas.

¹⁸ Unesp. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

¹⁹ Uninove. Universidade Nove de Julho.

²⁰ UCB. Universidade Católica de Brasília.

²¹ UESC. Universidade Estadual de Santa Cruz.

²² UnB. Universidade de Brasília.

²³ UFFS. Universidade Federal da Fronteira Sul.

pesquisas do tipo Estado do Conhecimento. À vista disso, nossa pesquisa adotou questões formais como: clareza e objetividade na apresentação do conteúdo (dados); rigor científico no processo de recorte temporal e temático; precisão na interpretação dos conceitos, terminologias e informações; análise crítica sobre os dados; base epistemológica dos estudos sistematizados.

Nesses moldes, defendemos que esta pesquisa constitui um aporte importante na composição do campo teórico da Educação Matemática, em virtude de, além de identificar as contribuições de outras pesquisas dentro do recorte temático e temporal estabelecido, explorar as lacunas deixadas por elas. Dessa forma, corrobora com o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional e traz subsídios metodológicos à prática pedagógica.

Os pressupostos que estamos apresentando coadunam-se com os estudos de Melo (2006) ao aludir que pesquisas do tipo Estado do Conhecimento buscam, por meio de mapeamentos da produção científica, produzir uma espécie de síntese integrativa do conhecimento a respeito de um dado assunto, quer dizer, aprofundar questões mais específicas, dando abertura à produção de novas teorizações ou conceitos.

No mais, é importante destacar que não temos a pretensão de testar uma teoria previamente estabelecida, mas sim analisarmos os dados produzidos à procura de desenvolver elementos teóricos como o conceito de pensamento computacional. Em termos mais específicos, visamos oportunizar o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino de Matemática.

Em síntese, a “preocupação central não é a de se os resultados são suscetíveis de generalização, mas sim a de que outros contextos e sujeitos a eles podem ser generalizados” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 66). Por isso, justificamos que esta pesquisa é mais do que uma revisão de investigações anteriores, por se tratar de uma ampliação, já que visa, mormente, identificar as tendências e dissensões, as igualdades, as aproximações e entraves presentes nas pesquisas, para, com isso, desenvolver, teoricamente, o conceito de pensamento computacional no âmbito da Educação Matemática.

Nesse caso, em concatenação às características esclarecidas pelos autores supraditos, tomamos como orientação as lacunas deixadas pelas pesquisas já analisadas com o termo “pensamento computacional” na Educação Matemática, destacando os campos inexplorados. Por sua vez, estes campos serviram ao desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na Educação Matemática.

Com vistas a alcançar o objetivo determinado nesta pesquisa, incluímos estudos com diferentes modos de abordagem do pensamento computacional, mas nos ativemos aos detalhes do emprego desse termo no ensino e aprendizagem de Matemática. Nessa perspectiva,

analisamos as definições utilizadas pelos autores, em consonância com a teoria proposta por eles, bem como os múltiplos enfoques e vertentes, visando compreender, de forma crítica, o uso do termo pensamento computacional na Educação Matemática.

Para tal, na próxima subseção, descrevemos o processo de análise dos dados por categorias. Vale ressaltar que os critérios de categorização foram norteados pelo objetivo da análise no bojo do Estado do Conhecimento, isto é, tomando como embasamento a leitura, na íntegra, dos trabalhos realizados. Destarte, as categorias criadas englobam todo o mote construído conforme este tipo de método de pesquisa e compõem o resultado de um esforço de síntese, nos quais se destacam os aspectos mais importantes de um conjunto de dados.

2.3 UMA PROPOSTA PARA A ANÁLISE DOS MATERIAIS

O investigador qualitativo não só precisa saber trabalhar e recolher os dados, como também ter uma boa ideia sobre o que os dados são.

Robert Bogdan e Sari Biklen (1994)

Para contribuir com o processo de análise, junto aos materiais delineados na subseção anterior, fez parte do repertório desta pesquisa a leitura de livros, artigos e outras publicações que remetem à Teoria Histórico-Cultural, ao pensamento, à linguagem e à formação de conceitos. Estas leituras foram essenciais no processo de sistematização, categorização e análise dos materiais.

Desse modo, tomando como norte o aludido recorte temporal (2009-2019) atinente às pesquisas, cuja temática é “pensamento computacional na Educação Matemática”, faz-se substancial traçar o movimento de análise, no sentido de metodizar o conjunto de materiais produzidos, elegendo quais foram analisados e quais foram postergados.

Destarte, para uma melhor depreensão em se tratando do movimento de organização do material de estudo, sistematização e categorização dos materiais, destacamos, a seguir, o percurso metodológico percorrido na presente pesquisa:

- a) construção de um roteiro inicial, objetivando uma visão panorâmica das pesquisas. Com isso, estabeleceu-se os critérios de produção dos materiais, tais como: descritores; leitura das pesquisas na íntegra;
- b) organização dos materiais produzidos e composição do *corpus* da pesquisa;

c) categorização com vistas à descrição e à interpretação inferencial dos materiais, tendo como escopo o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática.

A priori, determinou-se a produção do roteiro inicial e, por conseguinte, a produção do *corpus* da pesquisa, de acordo com o que foi exibido na subseção anterior. A partir daí, iniciamos o procedimento de fichamento das pesquisas para crivar os materiais. Primeiramente, focamos na leitura crítica dos trabalhos na íntegra. Em seguida, intencionamos, nas pesquisas, analisar como o pensamento computacional era abordado, em termos de discursos e práticas. Dito isso, produzimos categorias de análise, com o escopo de orientar o tratamento dos dados, no que diz respeito à categorização e à interpretação dos resultados.

Conforme Gibbs (2009), em pesquisas do tipo Estado do Conhecimento, é precípuo arquitetar categorias de análise para “afunilar” os dados obtidos. Nesse contexto, a categorização é uma técnica de redução de dados, isto é, um meio de “passar” os dados por um crivo, selecionando aqueles que contribuirão com o problema e objetivos preconcebidos à pesquisa. Em resumo, a categorização é um procedimento metódico, que corresponde ao agrupamento de um conjunto de materiais dentro de uma categoria de análise, considerando as consonâncias que há entre eles.

Após essa sistematização dos materiais e produção do *corpus* da pesquisa, estruturamos a análise por intermédio de três categorias: a) Pensamento Computacional e Linguagem de Programação (algoritmização e robótica), a partir da análise de 12 (doze) trabalhos; b) Pensamento Computacional e Resolução de Problemas, a partir da análise de 4 (quatro) trabalhos e c) Pensamento Computacional, a partir da análise da BNCC e do currículo de São Paulo. Optamos por analisar tal documento com o objetivo de verificarmos como o termo foi empregado em, ao menos, um currículo estadual, por esse motivo escolhemos o estado em que a UFSCar está localizada.

Justificamos a escolha destas categorias, tendo como eixo o problema e o objetivo da presente pesquisa. É preciso sublinhar que estas categorias foram arquitetadas após um processo de retorno aos materiais, ou seja, de uma leitura sistemática e criteriosa. Por este motivo, os parâmetros seguidos para a produção destas três categorias de análise decorreram dos escopos e objetos de conhecimentos das pesquisas.

Ao analisá-las, compusemos cada categoria por grupo de pesquisas e percebemos que o primeiro grupo (G1) denominou o termo pensamento computacional como meio de experienciar a linguagem de programação, abarcando a algoritmização e a robótica. Assim sendo, essas pesquisas tomaram o pensamento computacional, a partir de duas formas: plugada

e desplugada, como um conjunto de habilidades (generalizar padrões, processar informações, ter noções algorítmicas de fluxo de controle, decompor problemas, programar etc.), embasado nos conceitos provenientes da área de Ciência da Computação.

As pesquisas que fizeram parte do segundo grupo (G2), enfocaram o pensamento computacional a partir da resolução de problemas, considerando o termo como um conjunto de mecanismos de raciocínio, modelos e automatização de soluções, podendo ser desenvolvido para a resolução de problemas mediante a computação ou por meio de práticas desplugadas.

Finalmente, ao analisarmos a BNCC e o currículo paulista, compusemos o grupo 3 (G3) e constatamos que há uma breve tentativa de relacionar a Álgebra e o pensamento computacional, pois o termo aparece dentro da unidade temática de Álgebra. Mas, em nenhum momento consta uma explicação sobre como abordar o termo nessa unidade temática. Parece não haver uma preocupação em exemplificar como essa vinculação foi estabelecida nos documentos, impossibilitando tanto pesquisadores, quanto professores de planejar como e quando o pensamento computacional pode estar presente na organização do ensino de Matemática. No mais, não há nos documentos sugestões de estudos ou pesquisas que indiquem o pensamento computacional como um tema curricular ou, até mesmo, uma referência que compartilhe, ao menos, uma explanação detalhada a respeito do termo.

Em consideração ao explicitado, admitimos os aludidos critérios de categorização, os quais se orientaram pelos objetivos da análise. Desse modo, as categorias construídas nos auxiliaram a agrupar as pesquisas e os documentos consultados, favorecendo a redução e a estruturação dos dados tendendo à objetividade no processo de análise. Conquanto seja um procedimento de redução de dados, as categorias compõem o resultado de um esforço de síntese, enfatizando os aspectos mais importantes de um conjunto de dados.

Depois do fichamento e da releitura do material de pesquisa consubstanciado, nos reportamos aos princípios norteadores sugeridos por Gibbs (2009) e optamos por definir as três categorias de análise citadas anteriormente. Vale ressaltar que assumimos estas categorias como ponto crucial para a análise tendo, continuamente, o problema e o objetivo de pesquisa, junto ao levantamento teórico, como embasamento para o procedimento de interpretação dos materiais. Cabe enfatizar que o método de análise por categorias transcorreu sustentado nos preceitos teóricos da pesquisa qualitativa do tipo Estado do Conhecimento (GIBBS, 2009; MOROSINI, 2015; FIORENTINI; LORENZATO, 2012).

Sendo assim, no âmago de cada categoria de análise delineada para esta pesquisa, assumimos a proposta de Gibbs (2009), que propõe uma análise inferencial-interpretativa no

contexto do método de análise por categorias. Em termos mais específicos, fizemos a análise mediante uma interpretação criteriosa quanto aos materiais produzidos e organizados.

Destarte, não se refere a uma interpretação ingênua e/ou trivial, porém, uma ação de interpretação e reinterpretação orientada e crítica concernentes às ideias, discursos, construções epistemológicas, métodos e práticas presentes nos dados, em busca do entendimento de seus significados.

Defendemos que esse processo de fragmentação dos materiais em categorias, auxiliou-nos como suporte à análise, deixando-a mais criteriosa e objetiva. Ainda que julguemos que a leitura crítica, analítica e interpretativa dos dados caracterizou uma perspectiva das pesquisadoras, esse procedimento é justificável, porque viabilizou o pleno aprofundamento teórico e a compreensão do fenômeno estudado.

Corroboramos Flick (2004) ao sintetizar que a redução dos materiais em categorias é aceitável no âmbito de uma pesquisa qualitativa, porquanto auxilia a crivar os elementos, dando mais objetividade, validade e direcionamento à pesquisa. Essa técnica faz parte de uma atitude de “vigilância crítica” perante os dados produzidos.

Neste processo de análise, é essencial assinalarmos que a dialética nos propiciou sistematizar os fenômenos, posto que, por intermédio do lógico-histórico, pudemos compreender o pensamento computacional nas pesquisas em Educação Matemática. Isto é, com base no movimento lógico-histórico, desenvolvemos, nesta pesquisa, uma abordagem com vistas a desenvolver o conceito de pensamento computacional, relacionando o histórico do desenvolvimento do conceito, cujo termo, até então, pode ser considerado multifacetado, e o lógico (sua essência), com a finalidade da formação do conceito teórico, na Educação Matemática e, conseqüentemente, na sala de aula.

O movimento lógico-histórico no âmbito da análise, essencialmente, oportunizou abordar historicamente a sustentação teórica e os experimentos pedagógicos que foram realizados com o termo pensamento computacional na Educação Matemática, constituindo, assim, uma base para a análise das categorias definidas.

Além disso, ao reproduzirmos a criação e o desenvolvimento do termo pensamento computacional, afora a compreensão de seus usos e práticas, concebemos que aspectos, conhecimentos e relações do movimento do objeto são descortinados. Conseqüentemente, potencializando a objetivação no processo de desenvolvimento do conceito.

A partir da dialética do movimento lógico-histórico como meio de pensamento, observamos que a análise contribuiu para o desenvolvimento teórico do conceito de pensamento

computacional, já que engendrou uma possibilidade de relacionar o histórico do conceito e sua essência (o lógico), com o propósito da formação do conceito (nexos conceituais).

Dessa forma, na formação do conceito de pensamento computacional, o histórico do objeto representado no pensamento compõe o conteúdo do pensamento, já o lógico concerne à representação desse conteúdo, engendrando “a essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações” (KOPNIN, 1978, p. 183).

Por esta razão, compreendido a partir de uma perspectiva Histórico-Cultural, o lógico-histórico acarreta implicações determinantes aos processos educativos, dado que é o lógico-histórico que proporciona aos sujeitos as apropriações dos objetos de conhecimento produzidos culturalmente. Nessa perspectiva, o movimento lógico-histórico do conceito de pensamento computacional, reputado dialeticamente no movimento do conhecimento de certo objeto, deu ensejo para organizarmos nexos conceituais do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática.

Portanto, ao articularmos o movimento lógico-histórico do pensamento computacional no processo de construção do conceito, não objetivamos utilizar a história para nortear o pensamento, de maneira a determinar o movimento histórico. Intencionamos possibilitar que a formação das ideias sistematize a lógica do movimento do pensamento. A fim de iniciar esse processo apresentamos, a seguir, o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional na Educação Matemática.

3 MOVIMENTO LÓGICO-HISTÓRICO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Quanto mais rica a experiência humana, maior será o material que se dispõe essa imaginação.

L. S. Vigotski (2009)

Nesta seção, evidenciamos o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional na Educação Matemática. Para tanto, de modo apriorístico, apresentamos uma cronologia do termo. Após essa elucidação, vamos apresentar, nas subseções seguintes, as pesquisas analisadas (teses, dissertações e artigos) que tratam da temática em pauta.

3.1 O SURGIMENTO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Estudar algo historicamente significa estudá-lo em movimento no seu desenvolvimento histórico.

L. S. Vigotski (1995)

O termo pensamento computacional foi utilizado²⁴ pela primeira vez, no contexto da Educação, em 1967, com vistas à linguagem de programação “Logo”. O termo foi aplicado por Seymour Papert, Cynthia Solomon e Wally Feurzeig. Nesse período, o objetivo da programação era oportunizar momentos de compreensão quanto aos modos de funcionamento da linguagem computacional, tendo como preocupação inicial o desenvolvimento do pensamento da criança em relação ao “como” e “o porquê” programar.

Papert e seus colaboradores elaboraram experimentos com o intuito de analisar as formas como as crianças controlavam o movimento de um robô, por meio de instruções descritas pela linguagem “Logo”. Basicamente, o robô tinha acoplado, em seu corpo, uma caneta que, ao ser ativada, destacava seu trajeto em um papel, desenhando formas geométricas, por exemplo.

Com a concretização destes experimentos, Papert e sua equipe puderam arquitetar uma teoria de aprendizagem, nomeando-a de Construcionismo. Essa teoria se fundamentou no construtivismo de Piaget, sendo uma vertente teórica, a qual considera que o estudante é capaz

²⁴ Utilizamos a palavra “utilizado” porque não há indícios de que Papert e seus colaboradores tenham registrado ou mencionado o termo “pensamento computacional” em suas pesquisas. Mas, certamente, foi a partir daí que se tornou possível a utilização e estruturação do termo para a Educação Matemática.

de construir seus conhecimentos a partir do “fazer”, na interação e criação de objetos concretos e compartilháveis com orientação do professor (PAPERT, 1985).

Em 1980, os experimentos com a linguagem “Logo” foram realizados no Brasil, sob orientação de pesquisadores como José Armando Valente e Léa Fagundes, com a parceria da rede de ensino pública e privada. Em contrapartida, o construcionismo e a linguagem de programação (Logo), que subsidiavam essa teoria, não ganharam notoriedade na prática escolarizada. Isso decorreu, dentre outros fatores, pela disposição dos laboratórios nas escolas e pelo modelo mecanicista relativo ao uso de computadores (VALENTE, 1996).

No intercorrer da década de 1990, a maior preocupação dos estudiosos se focalizou no seguinte questionamento: para que as TDIC seriam utilizadas? Quer dizer, o escopo, nesse período, não era a programação em si, porém, utilizar ferramentas que já se encontravam prontas. Destarte, o termo pensamento computacional e a linguagem que o envolvia perderam força na área da Educação Matemática. Assim sendo, foram rechaçados nos anos posteriores e substituídos pela internet e diversos aplicativos. Contudo, os cientistas da computação voltaram suas atenções para essa temática, compreendendo-a como uma possível área de estudo.

DiSessa (2000), por exemplo, argumenta que os computadores são uma forma de base técnica de um novo tipo de letramento. Para tal, este autor cunhou o termo “letramento computacional”. Para ele, diferentemente da alfabetização computacional, o letramento computacional diz respeito à utilização natural do computador, em conformidade com as novas necessidades pessoais e profissionais, que emergem no dia a dia.

Face a esse processo, o computador tornou-se uma ferramenta indispensável no cotidiano das pessoas e, ao mesmo tempo, útil ao desenvolvimento de outras linguagens e conceitos. Nessa vertente, Blikstein (2008) propõe que os conceitos científicos e matemáticos, por exemplo, podem ser simplificados por intermédio de representação simbólica e linguagem computacional.

Como consequência, as TDIC tiveram novas funções e perspectivas no contexto da Educação Matemática. Pesquisadores principiaram análises acerca da importância de se refletir na escola sobre “como” e “o porquê” utilizamos determinadas TDIC no desenvolvimento de nossos objetivos e ações diárias. Esse argumento ganha ainda mais notoriedade com um artigo publicado por Jeanette Wing, uma cientista da computação, em 2006. Neste texto, a autora sintetiza a essencialidade de se pensar com a tecnologia e não simplesmente utilizá-la para concretização de algo (imprescindibilidade diária).

Wing (2006) infere que, mediante o pensamento computacional, é possível “[...] resolver problemas, desenhar sistemas e entender o comportamento humano, utilizando

conceitos de ciências da computação” (WING, 2006, p. 33). Em outro artigo, publicado em 2011, a autora defendeu a importância do acesso a esse pensamento, pois são “[...] processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, de modo que estas sejam representadas em uma forma que possam ser efetivamente realizadas por um agente de processamento de informações” (WING, 2011, s.p.).

Nesses moldes, efetuaram-se algumas pesquisas complementares a Wing (2006, 2011), na tentativa de definirem o termo pensamento computacional. À guisa de exemplo, em 2012, a The Royal Society (2012, p. 29) resumiu o pensamento computacional como 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, demonstram que o entendimento de pensamento computacional está muito atrelado 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)*²⁵ (SEEHORN, 2011, p. 10).

Em alguns países, tais como Estados Unidos, Inglaterra e Itália, conquanto não haja um conceito específico relacionado ao pensamento computacional, já se pesquisa a relevância do desenvolvimento desse pensamento na Educação. Existem, por 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).

Ao desenvolvermos a pesquisa, na busca do conceito e da abordagem do termo pensamento computacional em diferentes estudos, notamos que, apesar de já existirem alguns estudos que elucidassem a importância do desenvolvimento desse tipo de pensamento na Educação, o termo continua sem um conceito e uma abordagem comum em todos os trabalhos.

Em alguns momentos, o termo pensamento computacional está totalmente ligado à Ciência da Computação. Porém, em outros casos, como os estudos propostos por Wing (2006, 2011), há uma tentativa de se afastar o pensamento computacional como propriedade tão somente da Ciência da Computação. Com fundamento em um enfoque diferenciado, estes estudos visam à inserção do desenvolvimento dessa forma de pensamento na Educação. Desse modo, a programação, que era parte basilar do pensamento computacional, deixa de ser a característica mais significativa, como era na linguagem “Logo”.

²⁵ CSTA - Trata-se de uma organização, criada em 2004, que apoia e promove o ensino de ciência da computação Disponível em: <http://www.csteachers.org/>.

Diante dessa dificuldade em definir e construir um conceito comum de pensamento computacional, mormente, no âmbito da Educação, a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e a *International Society for Technology in Education* (ISTE)²⁶, propuseram nove conceitos essenciais vinculados ao pensamento computacional, são eles: 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 esses conceitos mediante uma tabela, considerando cinco áreas diferentes em que o pensamento computacional pode estar presente.

Quadro 2 - principais conceitos e capacidades de pensamento computacional

Conceitos de PC, capacidades	Ciência da Computação	Matemática	Ciência	Estudos Sociais	Artes da Linguagem
Coleção de dado	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 <i>hash</i> 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	Usar variáveis em álgebra; identificar fatos essenciais em um problema de palavras; estudar funções em álgebra em comparação com	Construir um modelo de uma entidade física.	Resumir fatos; deduzir conclusões de fatos.	Usar símile e metáfora; escrever uma história com ramificações.

²⁶ A ISTE é uma organização global que atende educadores e interessados no uso das tecnologias digitais na educação. Disponível em: <http://www.iste.org/>.

	executam uma função; usar condicionais, loops, recursão etc.	funções em programação; 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 'Age of Empires' e 'The Oregon Trail'.	Faça uma re-encenação de uma história.

Fonte: Barr, Stephenson (2011, tradução e adaptação nossa).

De acordo com o apresentado no quadro 2, o termo pensamento computacional está associado ao uso de computadores e ao pensar “com” tecnologias. Embora esses conceitos possam ser úteis para a elaboração de atividades que abarquem o pensamento computacional, ainda não há estudos que apontem quais e/ou quantos desses conceitos precisam estar presentes no contexto da prática docente escolarizada. Em outros termos, favorecendo ao professor recursos para oportunizar o desenvolvimento do pensamento computacional aos alunos.

Mesmo diante de tantas tentativas de definição para o termo, não existe um consenso conceitual a propósito do que realmente seria o pensamento computacional e, por conseguinte, como seria desenvolvido na Educação, sobretudo, na Educação Matemática. Conquanto esse termo se faça presente no currículo de alguns países, inclusive na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil, todas as menções ao termo estão localizadas na Matemática.

Diante do que foi exposto na presente subseção, organizamos um mapeamento do termo utilizado nas pesquisas presentes nas plataformas já mencionadas, no período de 2009 a 2019, a fim de analisarmos como se apresenta a produção acadêmica (teses, dissertações e

artigos), voltada aos estudos referentes ao pensamento computacional, nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática.

A análise dos materiais selecionados no levantamento nos auxiliou a delinear o que denominamos de nexos conceituais (internos e externos). A partir daí, apontamos que o termo pode mudar de status para conceito, uma vez que está carregado de juízos e deduções construídos historicamente e logicamente, conforme os pressupostos de Kopnin (1978).

3.2 LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM OLHAR HISTÓRICO E ANALÍTICO PARA AS PESQUISAS²⁷

A dialética visa ainda criar e aperfeiçoar um dispositivo para o teórico-científico que conduza a verdade objetiva.

Pavel V. Kopnin (1978)

Na presente subseção, apresentamos o levantamento em relação à produção acadêmica (dissertações, teses e artigos) que trata do termo pensamento computacional, no contexto da Educação Matemática. Este levantamento contribuiu, substancialmente, para analisarmos o movimento lógico-histórico presente nas discussões acadêmico-científicas no Brasil, no que diz respeito à temática em questão. Conforme já indicamos anteriormente, as análises das dissertações, teses e artigos foram realizadas, mediante pesquisa histórico-bibliográfica do tipo Estado do Conhecimento. Para tal, usamos as plataformas Capes (artigos, dissertações e teses) e Scielo (artigos), com a finalidade de mapear a produção acadêmica atinente à temática em pauta. Por outro lado, acreditamos que estes materiais sistematizados também são um modo de contribuição, pelo fato de tornar mais acessíveis as informações aos pesquisadores interessados na temática.

Dividimos esta subseção em três categorias, de acordo com o que foi delineado na subseção pertinente às preferências metodológicas.

²⁷ Esse levantamento foi realizado até o dia 11 de abril de 2020, para que tivéssemos tempo hábil para analisar as pesquisas. Consideramos que até a data da defesa da tese surgirão outros trabalhos. Mas, esse fato não muda a credibilidade da pesquisa.

Categoria de análise 1: Pensamento Computacional e Linguagem de Programação (algoritmização e robótica)

No quadro subsequente, evidenciamos os(as) autores(as), títulos e ano de publicação dos 12 (doze) trabalhos correspondentes ao pensamento computacional que vem sendo utilizado na Educação Matemática.

Quadro 3 - Pesquisas da Categoria de Análise 1

	Autor	Ano	Título do trabalho	Artigo/Dissertação/Tese
1	NUNES, Cinthia Batista	2013	Introdução à computação: uma proposta para o ensino básico	Dissertação
2	LUMMERTZ, Ramon dos Santos	2016	As potencialidades do uso do <i>software Scratch</i> para a construção da literacia digital	Dissertação
3	MORAIS, Anuar Daian de	2016	O Desenvolvimento do Raciocínio Condicional a partir do Uso de Teste no <i>Squeak Etoys</i>	Tese
4	MORAIS, Anuar Daian de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; FAGUNDES, Léa da Cruz	2017	Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática?	Artigo (SciELO)
5	CARVALHO, Felipe Jose Rezende de	2018	Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática	Dissertação
6	EGIDO, Sidneia Valero	2018	Educação Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional no 3º ano do Ensino fundamental: Crianças programando jogos com <i>Scratch</i>	Dissertação
7	SILVA JUNIOR, Augusto Marcio	2018	Microgênese do desenvolvimento sociocultural do raciocínio	Dissertação
8	EVARISTO, Ingrid Santella	2019	O Pensamento Computacional no processo de aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental	Dissertação
9	GUARDA, Graziela Ferreira; GOULART, Ione Ferrarini; GONÇALVES, Caroline dos Santos; CUNHA, Lidia Raquel Rocha	2019	O circuito quatro desafios – atividade lúdica apoiada pelo pensamento computacional	Artigo (Capes)
10	NASCIMENTO, Renata Melo	2019	A Matemática e o <i>visualg</i> : Lógica de programação no Ensino Médio	Dissertação

11	PEREIRA, Joao Pedro de Lima	2019	Programação e Pensamento Computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso	Dissertação
12	RIBOLDI, Sandra Mara Oselame	2019	A linguagem de programação <i>Scratch</i> e o ensino de funções: uma possibilidade	Dissertação

Fonte: Elaborado pelas pesquisadoras (2021).

Iniciamos a análise, nessa categoria, pelo trabalho de Nunes (2013). Esta pesquisa teve como cerne a ideia de pensamento computacional como linguagem de programação, compreendendo a importância da Ciência da Computação na Educação. A definição de pensamento computacional utilizada pela autora foi: “[...] o saber usar o computador como um instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano, isto significa usar computadores e redes de computadores para aumentar a produtividade, inventividade e a criatividade” (BLIKSTEIN, 2008, p. 1).

A pesquisa analisou, também, o pensamento computacional na Educação Matemática, defendendo que um computador executa tarefas definidas pelo programador, mediante um conjunto de instruções preestabelecidas segundo linguagem de programação. Desse modo, a autora sustenta que a linguagem de programação pode favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criticidade e autonomia, oportunizando aos alunos o aprendizado de noções básicas de computação e o entendimento de processos de construção e aplicação de recursos computacionais.

No mais, a autora aplicou, como ferramentas de linguagem, o fluxograma e o pseudocódigo, porque os considerou de fácil acesso, com uma abordagem simples e didática. Por seu turno, as atividades propostas, na percepção da autora, induzem ao desenvolvimento do pensamento lógico-matemático e computacional. Pode-se notar que, para esta autora, pensamento computacional é análogo a saber usar o computador, mediante linguagem de programação.

A pesquisa de Lummertz (2016) abordou as ideias construcionistas de Papert (1985, 1994, 1996), Valente (1993, 2002) e Rosa (2004, 2008) como sustentação teórica. Sua ideia de pensamento computacional está embasada na definição dada por Wing (2006), acrescentando que um dos principais predicados do Pensamento Computacional é o desenvolvimento da capacidade e da competência de utilizar e lidar com recursos digitais.

O Pensamento Computacional é caracterizado pelo envolvimento da capacidade e da competência de utilizar e lidar com componentes tecnológicos. Além de processos de pensamento, envolve o estudo dos mecanismos de inteligência que podem potencializar aplicações práticas que ampliem a inteligência humana (LUMMERTZ, 2016, p. 37).

Nesse viés, para esse pesquisador, o pensamento computacional está intrínseco ao uso do computador, tanto que, em seu estudo, aplicou um modelo pautado no *software Scratch*, enfocando nos preceitos da lógica de programação, especificamente, na sistematização de conceitos e ações para desenvolver algoritmos por intermédio de *softwares*.

O autor Morais (2016) também utilizou a definição de Wing (2006) para o pensamento computacional e teve como embasamento teórico o Construcionismo de Papert, vinculado às teorizações de Piaget (Construtivismo). Segundo o autor, essas teorias o auxiliaram quanto à aplicação do *software Etoys*. Portanto, sua definição de pensamento computacional está atrelada ao campo da linguagem de programação e robótica, sobretudo, como forma de inserir conhecimentos da área da Ciência da Computação no bojo escolar, mediante uma aprendizagem referente à linguagem de programação, como modo de aprendizagem matemática. Em síntese, esta pesquisa volta-se à afirmação de que a teoria piagetiana é atual e essencial para o entendimento sobre a aprendizagem da lógica no desenvolvimento do pensamento computacional.

O trabalho de Morais, Basso e Fagundes (2017), teve como finalidade propor o pensamento computacional para promover a aprendizagem matemática, a partir da linguagem de programação. Quer dizer, como uma forma de “[...] reconhecer padrões e desenvolver métodos de representação e generalização [os quais] são ações fundamentais do fazer e aprender matemática” (MORAIS; BASSO; FAGUNDES, 2017, p. 470).

Ademais, os autores salientaram possibilidades de inserção da Ciência da Computação na Educação Matemática escolar, já que a linguagem de programação gera um espaço para o pensamento abstrato, algoritmo e lógico. Para tal, os supracitados autores se fundamentam nos preceitos teóricos de Wing (2011) e de seus colaboradores, que sugerem o pensamento computacional como uma capacidade de promover o processo de formulação de problemas, via utilização do pensamento algorítmico, sob a égide da linguagem de programação (aprender a programar).

Carvalho (2018), apresenta um estudo em que se tomou a Modelagem Matemática, no âmbito da programação de computadores, como um veículo, isto é, uma possibilidade para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Este autor buscou suporte teórico em Wing (2016) que, por seu turno, traz a concepção de que o pensamento computacional é uma

habilidade voltada à aplicação de conceitos da Ciência da Computação a outras áreas de conhecimento, subsidiada pela resolução de problemas, projeção de sistemas e extração de conceitos da Ciência da Computação.

Este autor analisa o pensamento computacional na sua relação direta com o processo de abstração, decomposição de problemas e estratégias algorítmicas, as quais visam à organização de soluções via recursos computacionais. Em vista disso, este estudo evidencia que o desenvolvimento do pensamento computacional, decorre por intermédio de atividades enfocadas na programação de computadores (linguagem de programação, algoritmização).

Egido (2018) amparou-se, teoricamente, no pensamento computacional sob a égide do Construcionismo. Assim, assumiu o pensamento computacional como um tipo de raciocínio com uso do computador e/ou outra TDIC, por exemplo, o *Scratch*. Com isso, recorreu às perspectivas computacionais: expressão – a computação como um meio de criação; conexão – construir com e para os outros; questionamento – uso da tecnologia. No mais, alicerçou-se em Wing (2006), sobretudo, na ideia do pensamento computacional como uma competência, ou seja, um agrupamento de mecanismos de raciocínio, de criação de modelos e algoritmos, simulação e automatização de soluções, que pode ser aplicado à resolução de problemas via computação. De resto, esta pesquisa salienta que o pensamento computacional, no contexto escolar, justifica o trabalho com a lógica da programação, já que aumenta as habilidades de desenvolver programas, intermediadas pela abstração, algoritmização e pensamento dimensionável.

A pesquisa de Silva Junior (2018) enfocou na obtenção de indícios correspondentes ao desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico-matemático, pela aprendizagem em programação em blocos, sendo mediada pela utilização de tecnologias digitais da informação e comunicação. O autor usou os pressupostos de Wing (2006) e, destarte, aludiu que o pensamento computacional seria uma espécie de recurso para se resolver problemas, desenhar sistemas e depreender o comportamento humano, a partir de conceitos de Ciência da Computação (linguagem de programação, robótica, algoritmos etc.).

Este autor realizou capacitações *online*, pela plataforma *Moodle* (AVA), utilizando as ferramentas *Code.org* e *Scratch*, ou seja, o pensamento computacional foi utilizado com auxílio de TDIC. Para isso, no intuito de definir o pensamento computacional, este pesquisador utilizou a definição de Wing (2006), que leva este tipo de pensamento ao domínio da Ciência da Computação. Basicamente, defendendo que entender o pensamento computacional é compreender a computação, de modo a permitir a formalização do raciocínio, propiciando a sua

automação e análise matemática. Além disso, Silva Junior (2018) depreende o pensamento computacional como uma generalização do raciocínio lógico.

Evaristo (2019) propôs analisar como o desenvolvimento do pensamento computacional na escola poderia contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, nos anos finais do Ensino Fundamental. Essa autora baseia-se nos ideários de Wing (2006) e de Brackmann (2017), com o objetivo de fundamentar o pensamento computacional no bojo da Matemática Escolar. Para isso, recorre aos quatro pilares alvitados por estes autores, sendo eles: decomposição – fragmentação de um problema tido como complexo; reconhecimento de padrões – identificação de analogias em diferentes processos; abstração – processo de estudo quanto aos elementos relevantes e não relevantes; algoritmos – abarca todos os pilares anteriores, engendrando o movimento de construção de um conjunto de regras para a resolução de um problema.

Nota-se que essa pesquisa, embora se refira à essencialidade de se desenvolver, igualmente, o pensamento computacional, no contexto escolar, por intermédio de atividades sem a utilização de tecnologias – TDIC, isto é, pensamento computacional desplugado, reforça que as atividades desplugadas devem se consolidar por uma aprendizagem cinestésica. Porém, emerge uma contradição, posto que esse processo, segundo a autora, deve-se voltar ao aprender conceitos da computação (linguagem de programação, algoritmos etc.).

Guarda *et al.* (2019) abordaram as viabilidades de se propagar o ensino do raciocínio lógico e matemático por meio da lógica de programação. Para tal, os autores criaram o projeto Logicamente, em que se usou como ferramentas o ensino de jogos digitais educacionais e a computação desplugada com situações práticas. Estes autores entendem o pensamento computacional como uma atividade plugada e desplugada, em conformidade com Wing (2006) e o CSTA (2011), todavia, não construíram nenhum tipo de conceito ou propuseram uma definição. Eles somente indicaram algumas habilidades do pensamento computacional para justificar suas atividades desplugadas e estabelecer uma relação entre resolução de problemas, algoritmo, linguagem de programação e pensamento computacional.

Nascimento (2019) possui uma análise sobre a utilização de exercícios matemáticos como um recurso potencializador à construção e à resolução de problemas no desenvolvimento e no aprimoramento do pensamento computacional, compreendido, por essa autora, como um processo de elaboração de algoritmos e de construção de programas. Em sua pesquisa, arquiteta uma introdução à Lógica de Programação no Ensino Médio, intermediada pela produção e investigação de exercícios matemáticos. No mais, ela defende que o desenvolvimento do pensamento computacional reside no desenvolvimento e construção de pequenos programas

computacionais, segundo uma linguagem de programação estruturada, denominada de *VisuAlg 3.0*.

Vale assinalar que a aludida autora se fundamenta na Sociedade Brasileira de Computação (SBC) que, no que lhe concerne, estrutura o pensamento computacional pelo viés da construção de algoritmos e da linguagem de programação. Ademais, indica a essencialidade, no âmbito escolar, de se trabalhar com o domínio dos conceitos a partir de experiências concretas. Desse modo, propiciando aos estudantes a criação de modelos mentais, visando às abstrações computacionais que, *a posteriori*, formalizar-se-ão com a aplicação de linguagens de programação.

O trabalho de Pereira (2019) objetivou a realização de aulas de programação de computadores e pensamento computacional com estudantes de 8º e 9º anos de uma escola pública. Este autor valeu-se da BNCC para justificar um trabalho na esfera escolar, abrangendo o pensamento computacional, a Matemática e a linguagem de programação. Tomando Wing (2014) como referência teórica, Pereira (2019) delineou o pensamento computacional como um processo de pensamento, direcionado à formulação e à resolução de problemas, usando um computador para a concretização de tal ação.

Em linhas gerais, o autor defende que o pensamento computacional proporciona a criação de uma representação linguística (linguagem de programação), tendendo aos processos de comunicação de soluções para pessoas ou computadores. Esses ideários, em resumo, proporcionam-nos depreender que o pensamento computacional, no viés dessa pesquisa, é um recurso dedicado apenas ao algoritmo e à linguagem de programação, no contexto da Matemática Escolar.

Riboldi (2019), sinteticamente, propõe a linguagem de programação *Scratch*, como uma maneira de inculcar o pensamento computacional no Ensino Fundamental e, *pari passu*, vinculá-lo aos estudos em relação aos conteúdos da área de Matemática. Partindo das bases teóricas da Aprendizagem Significativa e do Construcionismo, essa pesquisadora assume as pressuposições de Blikstein (2008), Wing (2014), Brasil (2018) e Brackmann (2017), para delimitar o pensamento computacional como uma capacidade (habilidade) criativa, crítica e estratégica de aplicar os fundamentos da computação em variadas áreas de conhecimento, especialmente, a Matemática. Basicamente, Riboldi (2019) entende o pensamento computacional sob a perspectiva da linguagem de programação.

Categoria de análise 2: Pensamento Computacional e Resolução de Problemas

No quadro subsequente, indicamos os(as) autores(as), títulos e ano de publicação dos 4 (quatro) trabalhos pertencentes ao pensamento computacional na Educação Matemática, no que compete à categoria 2.

Quadro 4 - Pesquisas da Categoria de Análise 2

	Autor	Ano	Título do trabalho	Dissertação/Tese
1	BARCELOS, Thiago Schumacher	2014	Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais	Tese
2	COSTA, Erick John Fidelis	2017	Pensamento Computacional na Educação Básica: Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de Resolução de Problemas na Matemática	Dissertação
3	MESTRE, Palloma Alencar Alves	2017	O Uso do Pensamento Computacional como Estratégia para Resolução de Problemas Matemáticos	Dissertação
4	BARBOSA, Lara Martins	2019	Aspectos do Pensamento Computacional na construção de fractais com o <i>Software Geogebra</i>	Dissertação

Fonte: Elaborado pelas pesquisadoras (2021).

Barcelos (2014) propôs uma relação entre a Matemática e a Ciência da Computação. O autor investigou sobre quais competências e habilidades da Matemática e do Pensamento Computacional podem ser mobilizadas e desenvolvidas por alunos, a partir de um conjunto de atividades didáticas, envolvendo a construção de jogos digitais. O autor explicita diferentes definições para o pensamento computacional, partindo de Wing (2006). Nesse sentido, desloca a definição para o âmbito geral da computação, ideando que o computador é um recurso fundamental de mediação, por consequência, o pensamento é considerado computacional.

Em seguida, o autor expôs uma crítica de Hu (2011) em relação à definição de Wing (2006). Para Hu (2011) a definição de Wing (2006) é tão imprecisa que não pode ser tratada como uma definição, pelo menos não para a Educação (quicá, tão só para a Ciência da Computação). Hu (2011) sustenta que o termo pensamento computacional, talvez, tenha emergido antes mesmo do advento dos computadores. Em outros termos, o pensamento computacional pode ser relacionado a um tipo de pensamento intrinsecamente concatenado ao raciocínio lógico, à Matemática e a outros paradigmas. Por outro lado, Barcelos (2014) também

aludiu a definição de Lee *et al.* (2011), fomentando uma vinculação com a definição de Hu (2011). Basicamente, Lee *et al.* (2011) propõem três habilidades para que se promova o pensamento computacional em sala de aula: modelagem e simulação (por exemplo, de fenômenos biológicos); robótica; e projeto e desenvolvimento de jogos digitais.

De resto, Barcelos (2014) relatou a definição de Basawapatna *et al.* (2011), em que define o pensamento computacional como o resultado de ações de estudantes na construção de jogos digitais, mediados pelo uso da linguagem de programação e de padrões de funcionalidades. Essa definição foi adotada por Barcelos (2014) para concluir a sua investigação.

Os estudos de Mestre (2017) e Costa (2017), por sua vez, também utilizaram a definição de Wing (2006) para o pensamento computacional e tiveram como foco a resolução de problemas matemáticos. A primeira autora mostra, em seu estudo, que o pensamento computacional pode ser facilmente integrado ao ensino de Matemática, frisando que, além do conceito dado por Wing, há cinco dos nove conceitos propostos pela ISTE e CSTA (2011) e que são mais relevantes para esse componente curricular. No mais, defende que o pensamento computacional diz respeito a um conjunto de habilidades computacionais, que abarca a resolução de problemas algorítmicos, o pensamento lógico e a capacidade de empregar diferentes modos de abstração. Com isso, corroborando com o processo de resolução de problemas, nas diversas áreas do conhecimento, coadunando o pensamento matemático à Engenharia.

Enfim, Mestre (2017) sugere que o pensamento computacional é uma proposta para facilitar a aplicação das habilidades computacionais, em contextos que vão além da computação. Isto é, esta pesquisa defendeu que pelo pensamento computacional, os alunos podem ser solucionadores de problemas ativos, utilizando um conjunto de conceitos para analisar dados.

Na mesma linha teórica de Mestre (2017), o estudo de Costa (2017) elucida a relação entre o pensamento computacional, concebido como linguagem de programação e, principalmente, resolução de problemas e a Matemática Escolar. Fundamentalmente, este autor interpreta que o pensamento computacional se fundamenta nas competências obtidas por intermédio da Ciência da Computação, tanto como ferramenta, quanto como um meio para se pensar de modo organizado.

Destarte, o autor defende que o pensamento computacional é um meio de explorar as potencialidades derivadas das TDIC, sendo um conjunto de habilidades para resolver problemas utilizando as potencialidades das TDIC, sem ser totalmente dependente desses recursos. Para

tanto, Costa (2017) argumenta que a programação, a abstração, a computação desplugada e o pensamento algorítmico devem voltar-se à resolução de problemas, no âmbito da Matemática Escolar, mas sem abandonar os preceitos teóricos da Ciência da Computação.

Barbosa (2019) objetivou pesquisar as habilidades referentes ao pensamento computacional no que compete à Geometria Fractal com o software GeoGebra. Em linhas gerais, a autora defendeu que o pensamento computacional emerge dos processos de resolução de problemas, do pensar algoritmicamente e da capacidade de empregar conceitos matemáticos para desenvolver soluções mais eficientes.

A partir das pressuposições teóricas de Wing (2006) e Valente (2016), Barbosa (2019) sumariza que o pensamento computacional engloba a resolução de problemas, tal como o ato de projetar sistemas, de pensar recursivamente, de abstrair e decompor situações-problemas, enfim, de utilizar do raciocínio heurístico. É interessante ressaltar que os resultados desse estudo, de certo modo, apontam que o pensamento computacional, mediante o uso do *software* GeoGebra, propiciou a manifestação de variadas habilidades (pensamento algorítmico; decomposição e generalização; padrões e abstração; representação e automação; e avaliação). No entanto, mesmo que nessa pesquisa haja um enfoque no pensamento computacional para resolução de problemas, ela trata desse tema relacionando-o somente à linguagem de programação.

Enfim, esses materiais selecionados revelam que a pesquisa a propósito do pensamento computacional, na Educação Matemática brasileira, vem crescendo a cada ano e busca por uma identidade, uma definição, um conceito sobre esse termo para a Educação Matemática, que possa ser utilizado em sala de aula, já que é mencionado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Categoria de análise 3: Pensamento Computacional na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no currículo de São Paulo

A partir do exposto até aqui, é possível observar que, no Brasil, os estudos sobre o pensamento computacional na Educação Matemática estão se iniciando. Em contraponto, mesmo que ainda não esteja clara a abrangência teórica e metodológica do termo, este já foi inserido em currículos. Portanto, buscamos, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da Educação Infantil e do Ensino Fundamental, o termo “pensamento computacional” e o encontramos quatro vezes, todos no componente curricular de Matemática.

Em um primeiro momento, a BNCC denota que o letramento em Matemática é “[...] definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente” (BRASIL, 2018, p. 266), essa é uma definição isolada, que ignora o contexto social dos estudos de letramento e suas implicações à prática escolar. Em seguida o texto sugere que tais habilidades servirão para a criação e resolução de problemas, para investigação, para o desenvolvimento de projetos e para o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, além de oportunizar a organização da aprendizagem matemática. Assim, segundo a BNCC, essas habilidades contribuirão para o “letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do **pensamento computacional**.” (BRASIL, 2018, p. 266, destaque nosso).

Logo depois de apresentar o contexto, os autores da BNCC apresentam uma relação das competências específicas de Matemática para o Ensino Fundamental. Então, embora o pensamento computacional esteja presente como resultado ao utilizarmos habilidades de raciocínio, representação, comunicação e argumentação matemática, não há uma explicação ou ideia do que seja esse pensamento e quais os benefícios em estar presente no currículo de Matemática. As outras três citações do termo pensamento computacional aparecem nesses parágrafos seguintes:

Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a outros campos da Matemática (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.

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 (BRASIL, 2018, p. 269, destaque nosso).

Na BNCC do Ensino Médio, o pensamento computacional não aparece contextualizado com o que se espera utilizando-o no ensino de Matemática. O termo aparece duas vezes no documento, na disciplina de Matemática.

[...] No Ensino Médio, na área de Matemática e suas Tecnologias, os estudantes devem utilizar conceitos, procedimentos e estratégias não apenas para resolver problemas, mas também para formulá-los, descrever dados, selecionar modelos matemáticos e desenvolver o **pensamento computacional**, por meio da utilização de diferentes recursos da área (BRASIL, 2018, p. 470, destaque nosso).

[...] 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 fluxogramas e algoritmos (BRASIL, 2018, p. 518, destaque nosso).

É possível notar que, na BNCC, parece haver uma relação entre Álgebra e pensamento computacional, mas em nenhum momento essa relação é exemplificada ou explicada, o que impossibilita ao professor estabelecer como e quando o pensamento computacional estará presente na organização do ensino de Matemática. Além disso, em momento algum foram recomendados, no referencial teórico da BNCC, estudos que indicam o pensamento computacional como tema curricular ou, até mesmo, uma referência que traga, ao menos, uma explicação do termo.

A partir da BNCC os estados elaboraram seus currículos. Dessa forma, nos debruçamos a analisar como o termo “pensamento computacional” aparece, por exemplo, no currículo do estado de São Paulo, denominado de paulista. Ao analisá-lo, constatamos que as únicas menções que os autores fizeram ao termo estão presentes na etapa do Ensino Médio, não havendo menção alguma no Ensino Fundamental.

Há no item Ensino Médio, a inserção do termo seis vezes. Elencamos a seguir as páginas e parágrafos que tratam do pensamento computacional. A primeira menção ao termo se encontra na página 115, no componente curricular de Matemática.

Nesse ponto de vista, aliadas aos processos matemáticos de **resolução de problemas**, de investigação e da modelagem matemática, as competências e habilidades são ao mesmo tempo objetos e estratégias para a aprendizagem da Matemática. Segundo a BNCC, tais processos potencializam o desenvolvimento de competências fundamentais para o **letramento matemático** (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o **desenvolvimento computacional**. Considerando esses pressupostos, e em articulação com as competências gerais da Educação Básica, a área de Matemática e, por conseguinte, o componente curricular de Matemática deve garantir ao estudante o desenvolvimento das competências específicas. 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. Consequentemente, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas do estudante do Ensino Médio – impactado 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 fatores. Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do recurso às

tecnologias digitais e aplicativos tanto para a **investigação matemática** como para dar continuidade ao desenvolvimento do **pensamento computacional**, iniciado na etapa anterior (SÃO PAULO, 2020, p. 115, destaque nosso).

Por mais que os autores do currículo paulista mencionem que o desenvolvimento do pensamento computacional foi iniciado na “etapa anterior” (anos finais do ensino fundamental) em nenhum momento houve a citação ou explicitação do que vem a ser esse termo e como poderá ser desenvolvido nas escolas. O que nos leva a entender que não há uma definição ou ideia construída do que pode ser caracterizado como desenvolvimento do pensamento computacional. Mas, o que há, é a tentativa de relacionar pensamento computacional ao uso das TDIC, letramento matemático, investigação matemática e resolução de problemas.

Outra menção feita pelos autores ao pensamento computacional está presente no componente curricular de Física:

A Física se torna um importante componente no desenvolvimento das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), do **letramento digital e pensamento computacional**, eixos estruturantes do componente curricular de Tecnologia e Inovação. Nesse contexto, a tecnologia colabora para o diagnóstico, a formação integral e a avaliação do estudante. Portanto, a aprendizagem no componente de Física indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para analisar e explicar o funcionamento do mundo e para propor ações de intervenção de modo sustentável, com o auxílio das tecnologias. Assim, a Física se mostra um importante componente da área para explicar o mundo tecnológico atual (SÃO PAULO, 2020, p. 145, destaque nosso).

Na citação acima, o termo pensamento computacional parece estar atrelado ao letramento digital e uso das TDIC. Aqui, também não é possível afirmar que há uma explicação do que vem a ser desenvolver esse tipo de pensamento no Ensino Médio ou em qualquer outra etapa escolar. Dessa forma, o professor que precisa seguir esse currículo pode encontrar dificuldade em compreender qual o objetivo ou a forma de desenvolver o pensamento computacional em sala de aula, especialmente, nas aulas de Física.

O termo pensamento computacional aparece, ainda, na página 256, em uma tabela intitulada “Organizador curricular do itinerário formativo Integrado”, a qual tem como função organizar as habilidades relacionadas às competências gerais (eixo estruturante), as habilidades específicas associadas aos eixos estruturantes e os pressupostos metodológicos para os itinerários formativos.

Nessa tabela, especificamente nos pressupostos metodológicos para as áreas de Matemática e suas Tecnologias e Linguagens e suas Tecnologias, o termo aparece da seguinte forma:

A construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, de modo a ampliar o repertório/domínio pessoal sobre os recursos relacionados a conhecimentos de Linguagens e Matemática, pode ocorrer **com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais** que potencializam o **pensamento computacional** e certamente privilegiam a relação dialógica entre as áreas (SÃO PAULO, 2020, p. 256, destaque nosso).

Embora nas citações anteriores o termo esteja ligado ao uso das TDIC, nessa, em específico, o currículo pressupõe que com ou sem o uso de tecnologias digitais é possível potencializar o pensamento computacional e, ainda, relacionar os conhecimentos de Linguagens e Matemática.

Quando o foco está nas habilidades específicas associadas aos eixos estruturantes de Ciências da Natureza, temos:

(EMIFCNT06) Propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas reais, considerando a aplicação de design de soluções e o uso de tecnologias digitais, programação e/ou **pensamento computacional** que apoiem a construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e/ou os processos produtivos (SÃO PAULO, 2020, p. 224, 266, 280 e 289, destaque nosso).

Especificamente nos pressupostos metodológicos para as áreas de Linguagens e suas Tecnologias e Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o termo aparece da seguinte forma:

Para este eixo, espera-se que o estudante possa reconhecer, selecionar e analisar produtos e processos criativos, apropriando-se da produção de discursos de diferentes linguagens, considerando a dinâmica dos fenômenos naturais e/ou processos tecnológicos, obras ou eventos artísticos, culturais e/ou corporais que privilegiam o **pensamento computacional** e que apoiem a construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos, ampliando o repertório/domínio pessoal sobre os recursos relacionados a conhecimentos entre as áreas.

O estudante poderá se utilizar da construção de protótipos, dispositivos e/ou equipamentos para ampliar o repertório/domínio pessoal sobre os recursos relacionados a conhecimentos de Linguagens e Ciências da Natureza e recursos

digitais que potencializam o **pensamento computacional** e certamente privilegiam a relação dialógica entre as áreas (SÃO PAULO, 2020, p. 281, destaque nosso).

A análise da BNCC e do currículo paulista, faz-nos afirmar que o termo pensamento computacional parece estar relacionado a algoritmo, a algum tipo de padronização e a situações problemas. Porém, a forma em que está distribuído ao longo do documento faz com que se estabeleça fora de contexto e, dificilmente, será abordado em sala de aula.

Assim, esses primeiros estudos mostram que o pensamento computacional pode ser utilizado na interlocução entre a Educação Matemática e as TD, fazendo com que seja um instrumento para “pensar com e pensar sobre o pensar” (VALENTE, 2016).

Portanto, os trabalhos analisados mostram que, na Educação Matemática, o termo pensamento computacional está atrelado ao uso dos computadores e de programação, mas, devido a estudos teóricos realizados, podemos dizer que seu alcance vai muito além da programação, embora faça parte do processo.

Portanto, justifica-se a importância em utilizar a Teoria Histórico-Cultural como fundamentação teórica para o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional para a Educação Matemática, pois o uso de tecnologias em aulas de Matemática faz parte de um processo histórico e cultural, narrado por Lévy (1993, 1996, 1999) desde a oralidade, a escrita e o uso do livro, até as tecnologias digitais que conhecemos hoje. É nesse processo histórico que contribuímos com o desenvolvimento do conceito de um termo que, até o momento, abrange uma gama de significados. Além disso, a Teoria Histórico-Cultural nos fornecerá suporte para a elaboração de nexos internos e externos no desenvolvimento de um conceito, por meio do “pensamento teórico” (DAVYDOV, 1982).

3. 3 SÍNTESE QUANTO ÀS CATEGORIAS DE ANÁLISE

A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles.

Roque Moraes (1999)

Com a realização dos levantamentos que realizamos, foi possível analisar que o estudo sobre o termo pensamento computacional na Educação Matemática está apenas começando. Ainda não há um conceito predefinido ou propostas de ações que possam contribuir com professores da Educação Básica a desenvolver tal pensamento em sala de aula, nos diversos

níveis de ensino, embora, seja um termo que vem sendo usado na BNCC e, conseqüentemente, nos currículos.

Constatamos que, de modo geral, todas as pesquisas analisadas nas Categorias de Análise 1 e 2 têm contribuído com a área da Educação Matemática, proporcionando distintas reflexões relativas ao pensamento computacional. Em contraposição, as pesquisas analisadas não avançam no desenvolvimento de um conceito de pensamento computacional.

Ao analisarmos as 12 (doze) pesquisas da Categoria de Análise 1, constatamos que se fundamentam nos preceitos da Ciência da Computação para tentar definir pensamento computacional. Nesse sentido, é possível observar que a computação, mais precisamente a linguagem de programação, a algoritmização e a robótica, faz-se presente nestas pesquisas e, como consequência, o termo pensamento computacional se resume a indicar ações relacionadas à computação e à programação.

Observa-se, nessas pesquisas, que a fundamentação teórica principal é o construtivismo de Piaget e o construcionismo de Papert. Aliado a este embasamento teórico, os estudos assumiram os pressupostos de Wing (2006), especificamente, quando se tratou do pensamento computacional no processo de construção de algoritmos com o uso do computador ou de outras TDIC. Podemos inferir que, neste contexto, o termo pensamento computacional foi ideado como linguagem de programação.

A partir daí, averiguamos que, em sua maioria, as pesquisas analisadas se embasaram na definição de pensamento computacional da autora Wing (2006, 2011, 2014), até mesmo, quando se objetivava argumentar sobre a utilização do pensamento computacional sem o uso do computador (desplugado). Vale lembrar que Wing é uma cientista da computação e, por mais que tenha dado o primeiro passo quanto ao uso do termo na Educação, ainda o defende como parte da computação (linguagem de programação, algoritmização, robótica), o que abrange a aplicação do computador e de outras TDIC.

Ao traçar o movimento lógico-histórico do termo, a partir dos 16 trabalhos analisados, em conjunto com a BNCC, no que corresponde ao pensamento computacional na Educação Matemática, constatamos que as investigações delineiam o início de tentativas para o entendimento do termo pensamento computacional, alicerçado em Wing (2006):

[...] envolve a resolução de problemas, o desenho de sistemas e o entendimento do comportamento humano, utilizando conceitos fundamentais da ciência da computação. O pensamento computacional inclui uma série de ferramentas mentais que refletem a vastidão do campo da **ciência da computação** (WING, 2006, p. 33, tradução nossa, grifo nosso).

Basicamente, as pesquisas se fundamentam nesta autora que tem argumentado que a importância do pensamento computacional reside em “[...] processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, de modo que estas sejam representadas em uma forma que possam ser efetivamente realizadas por um **agente de processamento de informações**” (WING, 2011, s.p. grifo nosso).

Pelo viés da *The Royal Society* (2012, p. 29, grifo nosso) constatamos 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”.

A CSTA (2011), por sua vez, apresenta o pensamento computacional no seguinte formato:

Acreditamos que o Pensamento Computacional pode ser usado em todas as disciplinas para resolver problemas, criar sistemas, criar conhecimentos e melhorar a compreensão do poder e das limitações da computação na era moderna. O estudo do Pensamento Computacional permite que todos os alunos conceituem, analisem e resolvam problemas complexos, selecionando e aplicando estratégias e ferramentas adequadas, virtualmente e no mundo real (CSTA, 2011, p. 9, tradução nossa).

Perante a dificuldade em definir e construir um conceito comum de pensamento computacional, a CSTA e a *International Society for Technology in Education* (ISTE)²⁸, propuseram nove características essenciais vinculadas ao pensamento computacional, são eles: coleção de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização e simulação (ISTE/CSTA, 2011).

Esses ideários, de modo geral, também foram percebidos nas pesquisas analisadas, sobretudo, na Categoria de Análise 1. Por este motivo, compreendemos que essas definições, mesmo que operacionais, apontam que o entendimento relativo ao pensamento computacional está intrinsecamente atrelado ao campo da Ciência da Computação.

Assim, conquanto estas características possam ser úteis para a elaboração de atividades que envolvam o pensamento computacional, constatamos que ainda não há estudos que

²⁸ A ISTE é uma organização global que atende educadores e interessados no uso das tecnologias digitais na educação. Disponível em: <http://www.iste.org/>.

apresentem quais ou quantos desses conceitos precisam estar presentes em uma atividade de sala de aula para a Educação Básica, para que seja capaz de proporcionar o desenvolvimento do pensamento computacional.

Além disso, com a leitura e análise dos materiais, notamos que há uma lacuna sobre o conceito de pensamento computacional, posto que as definições apresentadas são díspares e multifacetadas e, igualmente, não foi delineado como esse pensamento se desenvolveria em sala de aula, especificamente, na Matemática escolar. No sentido apresentado em todas essas tentativas de definições, o termo pensamento computacional está totalmente concatenado ao uso de computadores e ao pensar com TDIC, inclusive a maioria dos autores citados é da área da Ciência da Computação.

A BNCC, por sua vez, preconiza a Matemática como base para o desenvolvimento do pensamento computacional. No entanto, o documento em pauta traz uma ambiguidade em seu discurso, pelo fato de que, ora a Matemática é concebida como uma área do conhecimento, auxiliando o desenvolvimento do pensamento computacional. Ou seja, é um elemento da Ciência da Computação sendo incutido na Matemática escolar. Ora também é ideada como a própria desencadeadora do desenvolvimento do pensamento computacional. Em função disso, entendemos que este pensamento já está presente na componente curricular Matemática, entretanto, precisamos desvendar em quais habilidades e competências. Quer dizer, quais são os nexos conceituais da Matemática que proporcionam o desenvolvimento do pensamento computacional?

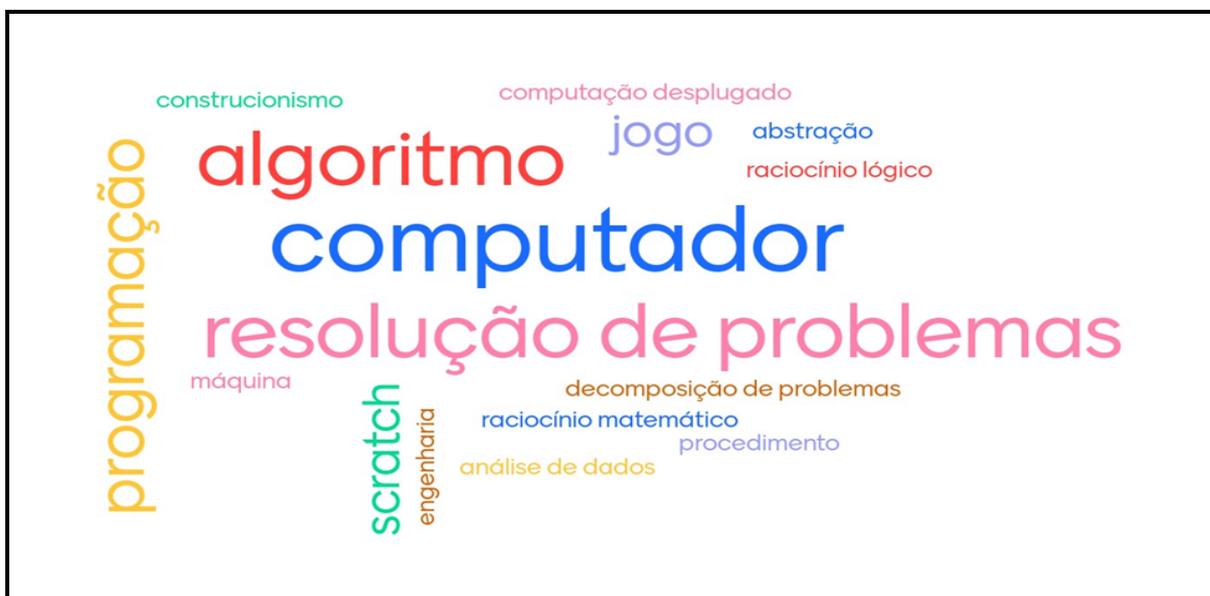
As pesquisas analisadas trazem algumas qualificações para o termo pensamento computacional e, na maioria delas, como pudemos observar, atrelam o desenvolvimento desse pensamento com a Ciência da Computação, não como uma área que será inserida no currículo, mas como outra área inserida na Matemática. Como vimos em algumas leituras o pensamento computacional não está presente apenas na Matemática, então seria inviável considerá-lo como exclusiva e unicamente pertencente a essa área.

Tendo em vista as categorias de análise, levantamos os seguintes elementos que compõem o pensamento computacional na Educação Básica, segundo as pesquisas analisadas abarcando a BNCC: computador, algoritmo, jogo, computação desplugada, construcionismo, programação, máquina, raciocínio matemático, *scratch*, engenharia, procedimento, análise de dados, decomposição de problemas, abstração, raciocínio lógico e resolução de problemas.

Esses elementos foram identificados nas pesquisas analisadas, considerando como os autores fizeram uso do termo pensamento computacional. Com vistas a ilustrar tais elementos,

empregamos o software *mentimeter*²⁹, para situar o leitor sobre a quantidade de vezes em que as referidas palavras apareceram em nossa análise.

Figura 3 - Elementos do pensamento computacional



Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

Ressaltamos que o tamanho da palavra é proporcional à quantidade de vezes em que ela foi citada em cada uma das pesquisas analisadas. As cores, nesse caso, representam a diferenciação de uma palavra para a outra. Com isso, é possível perceber que a ideia de que o pensamento computacional está associado ao uso do computador faz-se presente na maioria das pesquisas, assim como, programação e algoritmo. Teve destaque semelhante a resolução de problemas, entendendo-a como o procedimento apresentado por Polya (1978), segundo as pesquisas. Resumidamente, a figura mencionada anteriormente explicita que o pensamento computacional está atrelado à Educação Matemática, bem como à Ciência da Computação e à Engenharia.

Cabe destacarmos que utilizar os preceitos do pensamento computacional nesses moldes veiculados pelas pesquisas e BNCC, no cerne do ensino da Matemática, pode estar ocorrendo de forma superficial, porque limitamos os nossos alunos apenas ao pensamento empírico. Em outras palavras, nos processos de ensino e de aprendizagem para o desenvolvimento de conceitos, o aluno terá acesso apenas ao desenvolvimento de nexos conceituais externos (visíveis e práticos) e isso proporcionará a ele somente resultados parciais

²⁹ MENTIMETER. **Crie apresentações e reuniões interativas onde quer que você esteja.** Disponível em: <https://www.mentimeter.com>. Acesso em: 14 jul. 2020.

quanto ao processo de aprendizagem . Esses prejuízos podem confirmar-se não só na falta da subjetividade do estudante, assim como, na formação do pensamento teórico, compreendendo-o como meio de generalizar o conceito (SOUSA, 2014).

É nessa perspectiva que defendemos que a Matemática escolar não se resume à aquisição de um conjunto de informações. Mais do que isso, ela é uma das fontes de desenvolvimento e leitura de mundo. Por isso, ao refletirmos sobre o pensamento computacional, defendemos que seu objetivo é o de propiciar o desenvolvimento dos alunos, proporcionando-lhes instrumentos, operações intelectuais-afetivas e capacidade de usar conhecimentos em diferentes contextos socioculturais.

Dito isso, concebemos que o pensamento computacional, no âmbito da Matemática escolar, tem a função de auxiliar os alunos a produzirem conhecimentos matemáticos (pensamento algébrico e algorítmico), desenvolverem capacidades de investigação e resolução de problemas, tal qual de leitura de mundo etc. Dessa forma, há de se romper com o paradigma empírico-discursivo³⁰, tecnicista e mecanicista, que apregoa o treinamento de técnicas, a memorização de fórmulas e a reprodução de provas e axiomas, mediante, por exemplo, um trabalho pautado na linguagem de programação como produto.

Faz-se necessário indagarmos: O que é pensamento? O que é linguagem? Por que esses dois termos são dissociáveis, do ponto de vista da Teoria Histórico-Cultural?

Sinteticamente, a análise das pesquisas da BNCC e do currículo paulista nos indicaram que há divergências conceituais entre os próprios autores, apesar da maioria deles se fundamentar nos estudos de Wing (2006). Em vista disso, precisamos responder as perguntas feitas anteriormente para que possamos desenvolver o conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática, considerando-se a Teoria Histórico-Cultural. Para tanto, na próxima seção tratamos do que vem a ser pensamento nesta perspectiva, além de apresentarmos um suporte teórico para o estudo e desenvolvimento de conceitos.

³⁰ Em síntese, o pensamento empírico-discursivo considera só o estudo dos aspectos externos do objeto estudado. Desse modo, no âmbito da sala de aula, o foco reside na racionalidade e na categorização. Podemos dizer que é um tipo de pensamento oposto ao pensamento dialético que defendemos nesta pesquisa.

4 CONCEPÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA

A essência humana não é uma abstração inerente ao indivíduo singular. Na sua realidade é o conjunto das relações sociais.

Karl Marx & Friedrich Engels (2007)

Nessa seção argumentamos sobre o conceito de pensamento no viés da Teoria Histórico-Cultural, visto que essa palavra faz parte do termo pensamento computacional. Em seguida, a fim de desenvolvermos um conceito para esse termo na Educação Matemática, realizamos um estudo sobre como se dá a formação de conceitos a partir de nexos conceituais.

4.1 PENSAMENTO

Uma palavra que não representa uma ideia é uma coisa morta, da mesma forma que uma ideia não incorporada em palavras não passa de uma sombra.

L. S. Vigotski (2000)

Ao tratarmos do conceito de pensamento na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural (THC), faz-se essencial levarmos em conta, também, o papel da linguagem, uma vez que se constituem como unidade dialética. Conforme Vigotski (2000), a linguagem (palavra, fala, gestos, imagens etc.) é um fenômeno do pensamento na medida em que o próprio pensamento está relacionado à linguagem e nela se materializa. Nesse entendimento, podemos afirmar que o autor supõe que é basilar analisar o pensamento de forma interfuncional com a linguagem (conjunto de signos), visto que é a partir da significação (apropriação e emprego de signos) que o pensamento e a linguagem (especialmente a fala) se unem. Portanto, pensamento e linguagem formam uma unidade inseparável.

4.1.1 PENSAMENTO E LINGUAGEM

Todo pensamento procura unificar alguma coisa, estabelecer uma relação entre coisas. Todo pensamento tem um movimento, um fluxo, um desdobramento, em suma, o pensamento cumpre alguma função, executa algum trabalho, resolve alguma tarefa.

L. S. Vigotski (2000)

Nesse sentido, Vigotski (2000, 2014) assume os signos (em especial, a palavra) como elementos que compõem e estruturam, dialeticamente, a linguagem e que representam, esclarecem ou expressam fenômenos, objetos, eventos ou situações. Assim, os signos são orientados para o próprio pensamento do sujeito na sua relação com os outros sujeitos (fala, língua escrita, gestos, sons) e com o seu contexto histórico-cultural (formas de agir, expressar, dar significação). Abreviadamente, os signos são elementos fundamentais à formação do pensamento, possibilitando ao sujeito operar, intelectualmente, em sua realidade.

Por isso, compreendemos que o signo necessita de um ato de produção de significado (significação) para passar a existir e, ao mesmo tempo, cumprir a sua função sociocultural. Isto significa que, para que uma coisa possa ser classificada como signo e compor a linguagem, deve ter, primeiramente, um significado. Para tal, deve ter uma realidade (símbolo – significante) que remete a outra realidade (coisa ou objeto – referente), gerando uma forma de pensamento (significado).

Sob este entendimento, Vigotski (2000, 2014) alude que a linguagem (conjunto sistematizado de signos) possui, então, duas funções primordiais: a comunicação (intercâmbio social, contato, socialização de ideias) e o pensamento generalizante (ordenação e categorização conceitual do real em conjuntos de objetos, situações, fenômenos, informações, ou seja, conceitos).

Destarte, inferimos que o pensamento não apenas é manifestado pelas palavras, pelas imagens, pelas ações (conjunção ou não de gestos com palavras, sons, imagens), porém é a própria linguagem, ou seja, o pensamento se constitui pela inter-relação entre estes sistemas semióticos. Em resumo, o pensamento é como uma unidade de comunicação e generalização (funções da linguagem).

Nesse viés, consideramos que a comunicação proporciona entender que há uma essencialidade de intercâmbio social, a qual impulsiona o desenvolvimento da linguagem que, por seu turno, só é possível em razão das condições filogenéticas e ontogenéticas do desenvolvimento humano. Por outro lado, o pensamento generalizante concerne ao papel da linguagem para o sujeito, em se tratando de fornecer conceitos e meios de organização da realidade.

Dessa maneira, analisamos que a linguagem é elemento fundamental à formação do pensamento, tendo como escopo: classificar objetos e eventos; criar e recriar um mundo de imagens interiores (dimensão simbólica); transmitir informações para outros indivíduos e/ou gerações, conservando e expandindo a produção cultural da humanidade.

Para Vigotski (2012), com o desenvolvimento da linguagem, especificamente, da fala racional e, subsequentemente, do pensamento verbal, ela se torna um sistema simbólico que intermediará outros sistemas simbólicos. Esse processo engendra a formação das funções psíquicas superiores, como a memória, a atenção voluntária, o comportamento consciente, a capacidade de analisar e sintetizar (codificação, decodificação, abstração, generalização), entre outras funções. Estas funções são mediadas pelos signos (palavra, gestos, imagens, sons) e, nele próprio, são materializados, contribuindo para o desenvolvimento do sujeito.

Todo este salto qualitativo do pensamento pré-verbal e linguagem/fala pré-intelectual ao pensamento verbal e linguagem/fala intelectual decorre graças à inclusão da criança em um dado contexto sociocultural pela mediação e socialização com adultos, outras crianças e com todos os artefatos produzidos historicamente (instrumentos e signos).

À vista disso, Vigotski (2000, 2014) elaborou as raízes genéticas do pensamento e da linguagem, teorizando a partir da filogênese e da ontogênese. O quadro, a seguir, explana este arcabouço teórico de modo esquemático.

Quadro 5 - As raízes genéticas do pensamento e da linguagem

Desenvolvimento filogenético do pensamento e da linguagem	Desenvolvimento ontogenético do pensamento e da linguagem
a) O pensamento e a linguagem possuem diferentes raízes genéticas;	a. No seu desenvolvimento ontogenético, o pensamento e a fala têm raízes diferentes;
b) O desenvolvimento do pensamento e da linguagem transcorre por linhas diferentes e independentes umas das outras;	b. Podemos, com certeza, constatar no desenvolvimento da fala da criança um “estágio pré-intelectual” e, no desenvolvimento de seu pensamento, “um estágio pré-verbal”;
c) A relação entre pensamento e linguagem não é uma grandeza minimamente constante ao longo de todo o desenvolvimento filogenético;	c. Até certa altura, as duas modalidades de desenvolvimento seguem diferentes linhas, independentes uma da outra;
d) Os antropoides apresentam um intelecto parecido ao do homem em alguns sentidos (rudimentos de emprego de instrumentos) e uma linguagem parecida a do homem – em aspectos totalmente diferentes (a fonética fala, a função emocional os rudimentos de função social da linguagem);	d. Em um determinado ponto, ambas as linhas se cruzam, após o que o pensamento se verbal e a fala intelectual (VIGOTSKI, 2000, p. 133).
e) Os antropoides não apresentam a relação característica do homem: a estreita correspondência entre o pensamento e a fala. No chimpanzé, um e outro não mantêm nenhum tipo de conexão;	
f) Na filogênese do pensamento e da fala podemos constatar, sem dúvida, uma fase	

pré-fala no desenvolvimento do intelecto e uma fase pré-intelectual no desenvolvimento da fala (VIGOTSKI, 2000, p. 128).	
--	--

Fonte: Vigotski (2000, adaptação nossa).

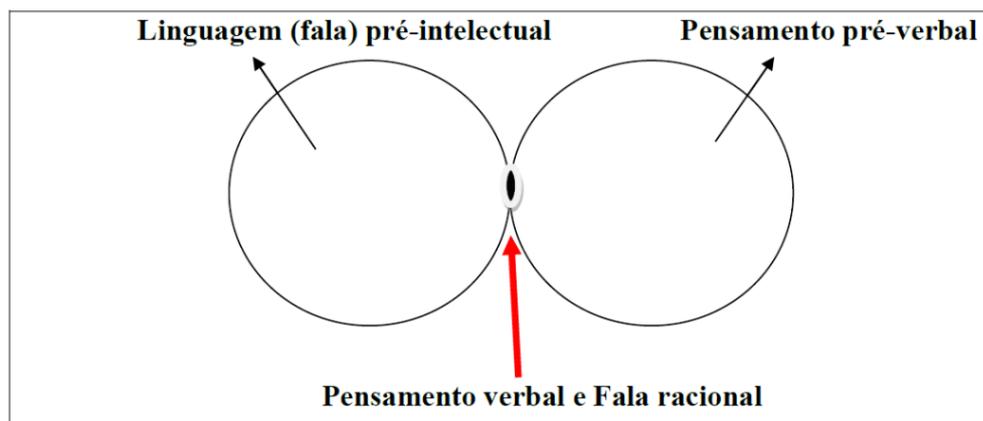
A respeito do quadro supracitado, pode-se observar que, *a priori*, a criança herda geneticamente uma inteligência prática, que abrange desde o uso espontâneo de instrumentos e das funções sensoriais (capacidades motoras, cognitivas, perceptivas), até a capacidade de agir no ambiente e resolver problemas práticos com ou sem a utilização de instrumentos.

Sublinha-se que na inteligência prática, não há mediação pela linguagem (palavras, signos como “instrumento mental” organizador do pensamento). Da mesma forma, é herdada uma fala pré-intelectual caracterizada como: forma de comunicação (contato social) por via de uma fala/expressão corporal primitiva (choro, grito, riso, gaguejo, gungunar, gestos, expressões faciais, movimentos etc.); forma de efusão/alívio emocional (catarse). Esta função possui múltiplos significados (o choro pode significar tanto fome, quanto dor ou birra) (VIGOTSKI, 2000).

A posteriori, há um salto qualitativo (a partir dos dois anos de idade aproximadamente) e as duas modalidades de desenvolvimento que seguiam diferentes linhas, independentes uma da outra, simplesmente se inter cruzam. Em vista disso, ocorre a constituição do pensamento verbal e da fala intelectual, isto é, o pensamento se funde com a linguagem, gerando uma fala racionalizada com funções semióticas e generalizantes. Por consequência, o pensamento torna-se verbal, sendo mediado por significados e sentidos (unidade intelectual-afetiva) no contexto de uma linguagem culturalmente construída (WERTSCH, 1995; PINO, 2005; VIGOTSKI, 2014).

Todo este salto qualitativo advém devido à inserção da criança na cultura pelos elos de mediação semiótica oportunizados pelos adultos e/outras pessoas mais velhas (experientes). Destarte, a natureza do próprio desenvolvimento se transforma do biológico para o sócio-histórico-cultural (PINO, 2005).

Figura 4 - Síntese da relação pensamento e linguagem



Fonte: Vigotski (2000, adaptação nossa).

A Figura 4 ilustra a seguinte ideia de Vigotski (2000, p. 139): “[...] poderíamos conceber a relação entre pensamento e linguagem como dois círculos que se vinculam, mostrando que em uma parte desse processo os dois fenômenos coincidem, formando o pensamento verbalizado”.

Vigotski (2012, 2014) analisa que é a partir do momento em que a linguagem/fala é apropriada, que o pensamento avança. Ora, a linguagem torna-se um sistema simbólico que proporcionará ao sujeito depreender e agir no seu contexto sociocultural de forma ativa, consciente e crítica. Por isso, o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e, especialmente, da experiência sociocultural da criança. “[...] as estruturas da linguagem dominada pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento” (VIGOSTSKI, 2000, p. 148).

Sinteticamente,

[...] a linguagem [é] um instrumento de pensamento: a linguagem fornece os conceitos e as formas de organização do real que constituem a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento. A compreensão das relações entre pensamento e linguagem é, pois, essencial para a compreensão do funcionamento psicológico humano (OLIVEIRA, 1993, p. 43).

A propósito dos signos, especificamente as palavras, Vigotski (2000, 2014) os concebia como um ato de pensamento, generalização e conceito. As palavras, na sua relação com outros signos, são instrumentos fundamentais para classificar objetos, reorganizar a realidade, planejar, simplificar a complexidade da descrição dos objetos. Nessa linha de

raciocínio, ele ideou que o pensamento não é tão somente expresso por palavras (signo dos signos), mas, especialmente, é por meio das palavras (signo dos signos) que o pensamento passa a existir.

Ademais, o significado das palavras é um sistema de relações objetivas, sendo construído coletivamente dentro de uma determinada cultura. Por este motivo, não constitui um fenômeno estático, isto é, os significados são construídos ao longo da história dos homens, mediante a relação destes com as esferas física e social a qual vivem. Diante disso, estão em constante transformação (processo dialético). O sentido, por outro lado, corresponde ao significado da palavra para cada sujeito (subjetivo). Para tanto, refere-se ao contexto de utilização da palavra, atrelando o seu significado objetivo aos motivos afetivos e pessoais dos seus usuários (PINO, 2005; VIGOTSKI, 2000, 2014; FRIEDRICH, 2012).

Além disso, Pino (2005) e Friedrich (2012) refletem que, para Vigotski, a linguagem tem uma relação intrínseca com o pensamento, pelo fato de que a consciência é mediada por intermédio da linguagem (em específico a palavra como signo por excelência). Assim sendo, a linguagem não é apenas um modo de expressão, mas é a constituição da consciência (formação do pensamento), é o que lhe dá forma. Isto posto, ideamos que a consciência é um processo semiótico constituído por signos e pela significação³¹.

Vigotski (2000, 2012), de igual maneira, focou em analisar o desenvolvimento da fala. Ele entendia que a fala se desenvolvia por meio de um “discurso socializado” (ou fala exterior). Este discurso é assinalado como fonte primeira de comunicação e socialização, quer dizer, é uma fala global, não atuando como instrumento de pensamento. Posteriormente, principia-se o desenvolvimento da “fala egocêntrica”. Esse processo acontece quando, paulatinamente, o discurso socializado, que de início era direcionado ao adulto para resolver um determinado problema, por exemplo, é internalizado³².

Por conseguinte, a criança busca a si mesma para resolver um problema. Nessa fase, a sua ação é acompanhada da fala dirigida a si própria (há vocalização), por isso, ela estabelece um diálogo consigo, planejando, em voz alta, suas ações antes ou durante a resolução de um problema. Por fim, ao internalizar a fala (conjunto de signos dispostos dialeticamente) e

³¹ Os signos são elementos culturais. Por esta razão, são criações dos próprios homens como uma maneira de explicar e depreender o mundo a sua volta, socializar, controlar o comportamento, organizar as formas de trabalho e a sociedade (contexto cultural). A significação, por outro lado, é o processo de criação e o emprego de signos pelo indivíduo. É um processo portador de sentido-significado (funda-se no pressuposto de uma unidade dialética de sentido-significado - unidade dialética afetiva-intelectual) no âmbito de determinado contexto sociocultural (VIGOTSKI, 2012; WERTSCH, 1995).

³² A internalização é o processo de reconstrução interna de uma operação externa. De modo mais acurado, é um processo interpessoal (nível social) que é transformado em um processo intrapessoal (nível individual). Com isso, por meio da internalização, surgem as funções psíquicas superiores (VIGOTSKI, 2012).

vivenciar de diferentes formas a fala egocêntrica, desenvolve-se na criança o “discurso interior”, que é um aprimoramento da fala egocêntrica. Em suma, a criança dialoga consigo, contudo, sem vocalização (VIGOTSKI, 2000, 2014).

A título de exemplo, vejamos a tirinha da Mafalda escrita e desenhada pelo cartunista Quino:

Figura 5 - Linguagem e comportamento consciente



Fonte: Quino (2003, p. 217, tira 3).

A figura evidencia que a fala serve como meio de preceder a ação, controlar o comportamento, conjecturar em diferentes situações, auxiliar na elaboração e aplicação de ideias. Este tipo de fala é essencial à formação do pensamento. Como exemplo, podemos tomar a tirinha da Mafalda, exposta anteriormente, como forma de exemplificação de uma das funções do pensamento verbal, o ato consciente por intermédio do discurso interior (“inquilino”).

Nessa perspectiva, a linguagem (palavra verbal ou escrita, gestos, imagens, sons) para Vigotski (2012, 2014) é um instrumento de pensamento, do mesmo modo que o pensamento somente passa a existir pela linguagem. Analisando esta unidade pensamento-linguagem, entendemos que ela oportuniza a construção de conceitos, propiciando a mediação semiótica entre sujeitos e objetos de conhecimento, tal como a própria constituição da consciência.

Nesse viés, a relação do sujeito com o seu contexto cultural é mediada pela linguagem que, por seu turno, é um produto da própria atividade humana materializada na cultura, disseminada e transformada dialeticamente de geração para geração (FRIEDRICH, 2012).

Nesses moldes, depreendemos que a linguagem, longe de ser um simples conjunto de signos, veicula coisas e significações. A linguagem, destarte, não traduz um pensamento já feito, porém o realiza. Por isso, aquele que fala/comunica profere um pensamento e aquele que escuta recebe, pela linguagem, o próprio pensamento.

Levando em conta as contribuições de Vigotski para a compreensão a respeito da formação do pensamento e de sua estreita relação com a linguagem, na seção seguinte,

analisaremos, especificamente, o pensamento no bojo da THC. Nosso escopo é trazer à luz das ideias outros autores, que são essenciais ao entendimento acerca do fenômeno pensamento. Essa seção dará ensejo para, na seção subsequente, analisarmos a formação de conceitos.

4.1.2 O CONCEITO DE PENSAMENTO NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL (THC)

O homem reflete a realidade não apenas tal qual ela existe imediatamente, mas também como pode e deve ela ser para as necessidades sociais dele.

Pavel V. Kopnin (1978)

Na presente seção, analisamos, sinteticamente, os preceitos teóricos atinentes ao pensamento, em conformidade com a THC. Conquanto na seção anterior discutimos a fundo a formação do pensamento verbal, que no bojo da THC emerge como o desenvolvimento da linguagem, reforçamos que na presente seção se faz essencial realizarmos um fechamento quanto a esta temática.

Em face do exposto, analisaremos as contribuições de Vigotski (2000, 2012, 2014) Luria (1979, 2010) Kopnin (1978), Davídov (1982, 1988) e Petrovsky (2017). Ao realizar a análise, estes autores contribuíram, substancialmente, com a reflexão a respeito do pensamento humano como um processo permanente de produção e ação, que engloba o sujeito em sua relação dialética e multifacetada com o seu meio sociocultural, em uma interação constante.

Aludimos que uma das conquistas históricas do ser humano foi o controle intencional do comportamento, isto é, a organização do pensamento consciente e da linguagem pendendo a uma realidade objetiva. Em termos mais específicos, a habilidade de situar o pensamento diante de uma realidade complexa, dialética, desconhecida e ambígua, com vistas a resolver problemas cotidianos.

Luria (1979) é um dos autores da THC que, ao lado de Vigotski, mais contribuiu com estudos sobre o pensamento. Em seu estudo acerca da atividade consciente do ser humano e suas raízes histórico-culturais, o autor sublinhou que o pensamento se estrutura na vinculação do ser humano com o mundo (sua realidade). Para ele, desde o momento em que uma criança nasce, o seu comportamento é constituído sob a influência das coisas culturais ao seu redor, como as palavras, os objetos, as expressões corporais, as emoções etc. De maneira similar, seu comportamento deriva da sua ligação com elementos e ações construídas no decorrer da história, como: formas de se sentar à mesa, modos de comer com colher ou beber em copos, meios de dialogar com outros, uso de instrumentos (brinquedos/brincar ou trabalho). A criança

internaliza (se apropria) das habilidades que foram construídas pela história sociocultural do homem.

Sintetizamos que foi a partir de sua relação sociocultural com outros e com os problemas concretos de sua realidade, que o ser humano foi tomando consciência (internalização) e sistematizou formas (pensamento verbal e linguagem racional) de como se deve resolver problemas cotidianos, num processo de apropriação dialética da realidade objetiva. O pensamento, nesse sentido, procede da necessidade de um sujeito compreender a concatenação dialética entre a realidade concreta e objetiva, de se comunicar, de criar ferramentas, de tomar consciência e criar conceitos. Quer dizer, de fazer uso de suas funções psíquicas superiores para resolver problemas e interpretar o seu contexto sociocultural.

Sendo assim, o pensamento, ou atividade consciente do homem, como sugere Luria (1979), manifesta-se das internalizações que o sujeito realiza no confronto com a sua realidade sociocultural. À guisa de exemplo, pela essencialidade de comunicação, o ser humano criou a linguagem para sistematizar as formas de trabalho. Por conseguinte, isso transmutou as formas de pensamento. A linguagem também exerce papel determinante de organizar o meio cultural e os modos de se relacionar, quer dizer, um meio essencial para se transmitir conhecimentos elementares às crianças que, *a posteriori*, apropriam-se de variados conceitos, conhecimentos, habilidades e procedimentos dentro e fora da escola. Resumidamente, o pensamento é resultado da experiência histórico-cultural do sujeito com o seu meio e com outras pessoas.

Vigotski (2012) alvitra que o pensamento é composto por signos e se dá por intermédio da mediação semiótica. É a partir das relações culturais que uma criança, por exemplo, desenvolve a fala, apreende a palavra e seus múltiplos significados, utiliza e recria instrumentos. Com isso, desenvolve as suas funções psíquicas superiores (orientadoras do pensamento).

Complementa o autor supramencionado ao indicar que toda função psíquica superior é, a princípio, sociocultural antes de ser internalizada e se tornar “interna” (intelectual e apropriada pelo sujeito). Ora, a criança apenas dará significação aos objetos culturais (com isso se torna um ser cultural) pela mediação semiótica, que é concretizada pelas formas de linguagem (o papel do outro: adulto, irmão mais velho, tio etc.).

Desse modo, a linguagem se torna fundamental à construção de conhecimentos e conceitos, porquanto viabiliza ao sujeito a função de análise e classificação dos objetos. Por esta razão, a linguagem não só é um meio de comunicação, mas uma via vital do pensamento, que garante a transição do sensorial (inteligência prática) ao racional (pensamento verbal) na representação do mundo (LURIA, 1979; VIGOTSKI, 2012).

Nesse contexto, consideramos que o sujeito, em razão de suas necessidades históricas, objetiva o desenvolvimento de conhecimentos utilitários à sua realidade. Para isso, cultiva socialmente um processo ativo e inacabável de aproximações mediante a natureza dos objetos e acontecimentos pensados pela prática.

Nesta esteira teórica, Davídov (1988) assinala que, pelas formas históricas de relação consciente do sujeito com a sua realidade, é possível apontar dois tipos principais de pensamento, os quais distinguem as suas relações com a realidade pautadas na necessidade de conhecer: o pensamento empírico e o teórico.

Entendemos por pensamento empírico, aquele que provém da atividade sensorial em relação aos objetos e aos acontecimentos da realidade, engendrando conhecimento do imediato. Assim sendo, o sujeito enfrenta e atrela-se ao plano concreto das imagens e representações, focando na aparência dos fenômenos. Este tipo de pensamento implica a primazia do objeto em relação ao sujeito do pensamento. No mais, proporciona, por meio de comparação, a classificação e diferenciação da realidade, organizando-se pelo princípio da identidade.

Concebemos que o pensamento teórico se caracteriza por possibilitar ao sujeito a superação do conhecimento produzido por meio da empiria, posto que é um pensamento que ocorre a partir da mediação semiótica dos conhecimentos teóricos apropriados pelos sujeitos. Este tipo de vínculo com a realidade tem como escopo a compreensão das coisas, fenômenos e acontecimentos, pela análise das condições de sua origem e desenvolvimento. Isto posto, o sujeito, ao se apropriar deste tipo de conhecimento, não somente apreende a linguagem específica do conceito, porém, tem meios para controlar as suas ações (comportamento consciente) e sustentação para partilhar de um modo culturalmente instituído de pensamento.

Nesta linha de raciocínio, Kopnin (1978) analisa que o pensamento excede toda prática humana, em virtude do pensamento ser mediado pelas ações e significações históricas e pelas objetivações das gerações antecedentes. Este autor converge com os pressupostos teóricos, já apresentados por Luria (1979) e Vigotski (2012), de que a consciência dos seres humanos se torna complexa devido às representações sensoriais mais elementares da realidade se tornarem formas de pensamento teórico.

Nesse ponto de vista, a prática (empíria) não existe sem teoria (abstração) e, de igual modo, a teoria não existe desprovida de prática (*práxis*). “Tanto o empírico como o teórico são níveis de movimento do pensamento. Diferem um do outro pela maneira e pelo aspecto em que neles é dado o objeto, pelo modo como é conseguido o conteúdo básico do conhecimento” (KOPNIN, 1978, p. 154). Finda este autor, inferindo que “[...] o pensamento é o reflexo da

realidade sob forma de abstrações. O pensamento é um modo de conhecimento da realidade objetiva pelo homem” (KOPNIN, 1978, p. 121).

Marx e Engels (2011) sustentam que o pensamento, a produção de ideias, conceitos e a consciência estão atrelados à atividade material e à comunicação entre pessoas (linguagem). Em função disso, a formação de conceitos, os meios de pensamento e a comunicação entre as pessoas são produtos imediatos da relação material entre elas. Em outras palavras, é resultado do convívio sociocultural entre seres humanos no bojo da sociedade.

Luria (1979) argumenta que o pensamento, ou atividade consciente do homem, é produto das condições socioculturais de vida historicamente constituídas. Pelo trabalho iniciou-se a construção de instrumentos. Pela coletividade no trabalho, criaram-se os modos de linguagem como meio de comunicação, generalização, abstração, organização e transmissão de experiências. Por consequência, esse fenômeno (trabalho e linguagem) interveio na formação psíquica do ser humano. Nesse contexto, o trabalho e a linguagem levaram ao desenvolvimento do pensamento, de estrutura complexa, no ser humano.

Um bom exemplo de atividade consciente do homem, isto é, de pensamento, é o exemplo dado por Marx (2011):

Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e uma abelha envergonha muitos arquitetos com a estrutura de sua colmeia. Porém, o que desde o início distingue o pior arquiteto da melhor abelha é o fato de que o primeiro tem a colmeia em sua mente antes de construí-la com a cera. No final do processo de trabalho, chega-se a um resultado que já estava presente na representação do trabalhador no início do processo, portanto, um resultado que já existia idealmente. Isso não significa que ele se limite a uma alteração da forma do elemento natural; ele realiza neste último, ao mesmo tempo, seu objetivo, que ele sabe que determina, como lei, o tipo e o modo de sua atividade e ao qual ele tem de subordinar sua vontade (MARX, 2011, p. 327).

Vigotski (2000), alinhado às teorizações apresentadas de Luria (1979) e Marx (2011), defendia o pensamento como uma construção sociocultural, fruto da ação do sujeito em seu contexto. Desde o início, o pensamento é produzido pelas relações intersociais (interpessoais e/ou interpsíquicas) e pela atividade criativa humana (trabalho). Ora, é precisamente o pensamento verbal (consciência) que nos diferencia dos animais.

Conforme Kopnin (1978), o pensamento é uma faculdade puramente humana. Com isso, é uma maneira de conhecimento sobre a realidade pelo homem e um meio de construir ideias e conceitos resultantes da interação entre homem (ser social) e objeto. Em linhas gerais, toda atividade do pensamento estabelece a relação do sujeito com objetos e fenômenos reais

em seu contexto cultural, sendo que, ao mesmo tempo, todo objeto e fenômeno da realidade pressupõe uma atividade do pensamento.

O autor supramencionado entende que o pensamento:

[...] o sujeito não muda em termos práticos o objeto, mas tão-somente o reflete, conhece as suas leis. Surge e se desenvolve na base do prático a relação teórica do sujeito com o objeto cujo resultado só pode ser o conhecimento deste e não a sua mudança. O pensamento não separa sujeito do objeto (o homem e a natureza) mas os unifica. Essa unificação consiste em que, do pensamento, resulta a criação de uma imagem subjetiva do mundo objetivo (KOPNIN, 1978, p. 126).

O autor continua, ao sumarizar que o pensamento, além de ser objetivo, é igualmente subjetivo. Quer dizer, embasa-se na concepção de que o pensamento sempre pertence ao sujeito enquanto sujeito histórico-cultural. Ora, não existe pensamento objetivo que não esteja concatenado à atividade do sujeito. Face a isso, a atividade está permeada por necessidades, vontades, emoções, sentimentos e sentidos.

[...] a subjetividade do pensamento consiste em que o seu resultado não é a criação do próprio objeto como tal, com todas as suas propriedades, mas apenas da imagem ideal do objeto. No pensamento sempre operamos com a imagem ideal do objeto e não com o próprio objeto. [No pensamento] o objeto é representado com grau variado de plenitude, adequação e profundidade de penetração em sua essência (KOPNIN, 1978, p.126-127).

Com base neste preceito teórico de Kopnin (1978), apreendemos que o pensamento humano é subjetivo, pelo fato de que é uma imagem subjetiva de mundo e que abrange experiências pessoais do sujeito diante de uma realidade vivida (vivências).

Corroboramos Vigotski (2000) ao destacar que o pensamento é composto por signos na sua relação com a unidade “afeto-intelecto” (partes da unidade que é a consciência). Vejamos,

[...] 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).

Dito dessa maneira, analisamos que existem duas unidades de funções dinâmicas: o pensamento (objetivo/subjetivo) e a atividade real. Estas duas formas de ação (pensamento e ação real), basicamente, não representam dois campos disjuntos um do outro, mas são resultado de uma relação constante entre ambas, pois, a cada momento, nas ações humanas ocorre a passagem do pensamento à ação e da ação ao pensamento.

O pensamento aparece, no sujeito, no decurso de uma situação problemática, naqueles casos em que se faz precípuo tanto buscar novas soluções, quanto estar motivado por suas necessidades de transpor um problema. Além disso, o pensamento indica um movimento de agir e conhecer a realidade, *pari passu*, elucidando a interação apriorística da realidade concreta em relação ao pensamento (PETROVSKY, 2017).

Em nossa concepção, a Teoria Histórico-Cultural conceitua o pensamento como a tomada de consciência. Isto significa que é o ato consciente do sujeito ao reunir informações, imagens, conhecimentos e conceitos de sua experiência, voltando-se para si próprio (refletir) ou tentando agir em seu meio. O pensamento volta-se à ação concreta, tomando como base as funções psíquicas superiores, como a memória lógica e associativa, a atenção voluntária, as habilidades de interpretar e sintetizar informações, o controle do comportamento, a imaginação, a percepção.

Petrovsky (2017) pressupõe que o pensamento exprime a nossa existência como seres culturais, capazes de desenvolver conhecimento abstrato. À guisa de exemplificação, uma criança, em fase escolar, desenvolve a capacidade de antecipar certas situações de sua realidade. Ela se lembra de acontecimentos já vivenciados, espera uma situação futura, organiza seu meio. A criança usa seu pensamento para generalizar, isto é, ordenar e categorizar conceitualmente o real em conjuntos de objetos, situações, fenômenos, informações. Vigotski (2000, p. 398) complementa: “toda generalização, toda formação de conceitos é o ato mais específico, mais autêntico e mais indiscutível de pensamento”.

Findamos essa seção destacando que, quando pensamos, colocamos em movimento as funções psíquicas superiores, como imagens e sensações que nos vêm da percepção, da imaginação, da memória lógica etc. Colocamos também em ação os signos, a linguagem. Ao pensarmos, compreendemos o sentido das palavras, concatenamos significações, sendo algumas provenientes de nossa experiência sensível, já outras advindas de nosso raciocínio. Em razão disso, o nosso pensamento é permeado por imagens, palavras, lembranças e ideias

anteriores, abstrações, problemas. Destarte, o pensamento nos oportuniza resolver problemas, comparar, analisar, separar, avaliar, dialogar, interpretar, decifrar, refletir, interrogar, ou seja, o pensamento é nosso ato consciente diante da realidade.

A partir do exposto, na próxima subseção, apresentamos alguns estudos que indicam como se dá a formação de conceitos na perspectiva histórico-cultural, o que são os nexos conceituais, mencionados anteriormente e, por último, como a consolidação desses processos intelectuais contribuem com o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática.

4.2 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas, ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência.

Karl Marx (2011)

Nesta subseção, analisaremos como se dá a formação de conceitos no contexto da THC. Para tanto, analisaremos os estudos de autores como Vigotski (2000, 2012, 2014), Luria (1979, 2010), Kopnin (1978) e Davídov (1982, 1988).

Constatamos que estes autores contribuíram, significativamente, para o processo de formação de conceitos. Vale salientar que esse processo emerge da necessidade do sujeito interagir com outros sujeitos, de construir ferramentas e preservá-las, bem como de organizar formas de uso para estas ferramentas, visando ao trabalho. No mais, a formação de conceitos está atrelada à construção de valores, costumes e regras de convivência, e à compreensão sobre objetos e fenômenos que estão ao seu redor.

Segundo Vigotski (2000), o conceito é, em termos psicológicos, um meio de generalização. Quer dizer, denota tomada de consciência ou formação de um tipo de conceito superior. Este autor depreende que a tomada de consciência acontece mediante um sistema de conceitos.

Por esta razão, a formação dos conceitos concebe o papel da linguagem não só como um instrumento de comunicação, mas uma forma essencial à formulação de conceitos. A palavra, por exemplo, é um modo de representar, classificar, abstrair e generalizar a realidade via atividades mentais complexas (VIGOTSKI, 2000, 2014).

Kopnin (1978) já havia inferido que o pensamento conceitual abrange variadas ações, como a abstração de informações referentes às condições imediatas de nossa experiência. Essa

ação, por exemplo, serve como base para a formação de conceitos, estabelecendo articulações internas e indispensáveis, como o raciocínio pela indução e dedução, a análise e a síntese.

Nessa linha de pensamento, afirmamos que a formação de conceitos é um modo de elaboração e ressignificação realizada pelo sujeito diante da realidade objetiva, a partir de ações como interligar ideias a saberes, por via da generalização e abstração de conceitos cotidianos e científicos. Esse processo favorece ao sujeito uma superação quanto à percepção imediata frente ao seu contexto sociocultural.

Por isso, a formação de conceitos é um processo que abarca o pensamento abstrato e generalizado que, por sua vez, concernem à capacidade do sujeito galgar a realidade imediata, usando de suas funções psíquicas superiores e de conceitos para organizar o seu contexto sociocultural.

Kopnin (1978) analisa que o conceito é formado por uma rede de significações compostas por sentido interno a que se refere, em conjunto com nexos causais e/ou as relações indispensáveis entre seus elementos, princípios, consequências, causas e efeitos daquilo a que se refere. Destarte, o conceito nos proporciona a significação essencial de alguma coisa, sua causa, suas consequências ou, ainda, seus efeitos, suas maneiras de ser e/ou de agir.

A título de exemplificação, quando olho uma bola de basquetebol, uma bola de tênis e uma bola de futebol, o conceito que me vem à mente é de “bola”, ainda que haja especificidades entre as três. De igual modo, se vejo uma rosa, uma orquídea e um cravo, concebo pelo pensamento o conceito de flor. Como foi aludido, os conceitos são redes de significações manifestadas pelo pensamento, intermediadas por nexos que estabelecemos junto às qualidades, propriedades e especificidades dos objetos e/ou fenômenos que observamos em nosso contexto sociocultural.

Cabe sublinhar que a formação de conceitos está ligada ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores, tais como atenção voluntária, memória lógica, associação, comparação, separação, percepção, generalização e abstração. Estas funções impactam a vida do sujeito em seu contexto sociocultural, pois dão suporte ao processo de tomada de consciência. Por seu turno, esse processo coaduna-se, diretamente, à formação de conceitos e ao seu uso em diversas situações. Quando se constrói um conceito, *a priori*, intercorrem processos de abstração, síntese e generalização do objeto e/ou fenômeno percebido. *A posteriori*, há a conversão do percebido em formato de significado e sentido. Habitualmente, emprega-se da palavra (signo) para se formar um conceito.

Um conceito é muito mais que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo do pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já houver atingido seu nível mais elevado. A investigação nos ensina que, em qualquer nível de seu desenvolvimento, o conceito é, em termos psicológicos, um ato de generalização. O resultado mais importante de todas as investigações nesse campo é a tese solidamente estabelecida segundo a qual os conceitos psicologicamente concebidos evoluem como significados das palavras (VIGOTSKI, 2000, p. 246).

Ao mesmo tempo, Vigotski (2000, 2014) e Luria (2010) analisam que o pensamento e linguagem refletem realidades conceitualizadas. Primeiramente, faz-se necessária a construção do conceito, para, em seguida, a externalização do conceito ocorrer por meio do pensamento. Em nossa concepção, é com base em instrumentos linguísticos e na vivência social e cultural, que o sujeito desenvolve o pensamento e a linguagem de forma associada. É a partir disso que emerge a essencialidade em desenvolver conceitos.

A construção de conceitos representa o movimento de significação que, por conseguinte, possui um duplo aspecto. De um lado, remete-se aos sistemas de significação construídos histórica e culturalmente pelas sociedades (aspecto coletivo). Por outro lado, diz respeito à experiência individual e social de cada sujeito em cada ato discursivo (aspecto individual).

Por este enfoque, a significação proporciona ao sujeito a apropriação dos meios de acesso relativos ao universo dos sistemas semióticos criados, historicamente, pelos homens (como a linguagem e suas variadas formas e usos). Pino (2005, p. 149) argumenta que o processo de significação traduz [...] “a dinâmica da semiose humana, expressão da capacidade criadora do homem”. Sob este viés, é pela significação que os sujeitos podem ir além do plano biológico, isto é, no sentido ao plano cultural. Assim, permitindo o desenvolvimento cultural e caracterizando o próprio sujeito como produtor e produto da cultura.

Pino (2005) sustenta que Vigotski compreendia que o conceito não era somente um grupo enriquecido de associações internamente relacionadas. Mais do que isso, era uma espécie de formação qualitativamente nova, a qual não pode reduzir-se aos processos elementares que caracterizam o desenvolvimento do intelecto em suas etapas iniciais. Em outros termos, o pensamento conceitual é um novo modo de atividade intelectual, um novo meio de conduta, um novo mecanismo intelectual (integração de uma série de atos de pensamento). É a partir do contexto histórico-cultural do sujeito, isto é, da sua relação com o meio, da apropriação de significados e da abstração, que advirá o desenvolvimento de conceitos.

Vigotski (2012) discorre que o conceito não é uma formação isolada, fossilizada e/ou imutável. Pelo contrário, o conceito é uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, da compreensão e da resolução de problemas. Compreende-se, então, que o conceito se refere a um processo psíquico, com gênese na infância. Por isso, desde tenra idade, a criança principia todo o seu processo de formação de conceitos.

A formação de conceitos advém de uma ação mental consciente do sujeito que, mediante a palavra, dissocia propriedades repetidas em um grupo de objetos, usando-a como desenvolvimento da diversidade de outros objetos. Em vista disso, a formação dos conceitos se relaciona à linguagem que, no que lhe concerne, não exerce somente o papel de instrumento de comunicação, porém, oportuniza ao sujeito formular conceitos, abstrair e generalizar a realidade com o uso de atividades mentais complexas (DAVÍDOV, 1988).

Nesses moldes, Vigotski (2000, 2014) organizou e consolidou três estágios para a formação de conceitos. São eles: sincrético, pensamento por complexos e conceitos.

O estágio sincrético é descrito como:

Neste estágio do desenvolvimento, o significado da palavra é um encadeamento sincrético não enformado de objetos particulares que, nas representações e na percepção da criança estão mais ou menos concatenados em uma imagem mista. Na formação dessa imagem cabe o papel decisivo ao sincretismo da percepção ou da ação infantil, razão por que essa imagem é sumamente instável (VIGOTSKI, 2000, p. 175).

O pensamento sincrético (ou estágio do caos) se orienta a partir de conexões subjetivas e, podemos dizer, sem fundamentos suficientes. Neste estágio, a formação de conceitos na criança é produzida com base na apropriação de significados de certa palavra. Nesse sentido, a criança forma conjuntos sincréticos a partir de nexos guiados pela percepção, indefinidos e subjetivos (VIGOTSKI, 2000, 2014; LURIA, 2010).

Fundamentalmente, neste tipo de pensamento, os critérios utilizados para construir uma ideia são frágeis e facilmente mutáveis. Os nexos desta fase são baseados, inicialmente, em tentativa e erro, mas, *a posteriori*, passam a ser determinados por proximidade no tempo ou espaço e por agrupamento nos estágios primitivos.

Um bom exemplo a propósito da formação de conceitos durante o estágio sincrético é do desenho animado “O Fantástico Mundo de Bobby” (1990-98). A história é sobre um garoto de quatro anos, chamado de Bobby Generic, e a sua relação com o mundo. Basicamente, o desenho retrata a incrível imaginação fértil e as percepções infantis e fantasiosas de Bobby.

Vejamos, em um dos episódios o pai de Bobby, Howard Generic, diz ao garoto que tirará “miniférias” com a sua esposa (mãe da Bobby). Bobby rapidamente diz: “Isso parece meio pequeno”. Logo após dizer isso, o garoto imagina os pais saindo de férias em uma ilha pequena³³, ou seja, esta imagem/representação que lhe vem à mente está ligada à palavra “miniférias”:

Figura 6 - O Fantástico Mundo de Bobby



Fonte: Café Nostálgico (YouTube, 2021).

Ao observarmos a Figura 6, podemos analisar que a palavra “miniférias” dita pelo pai, fez com que, na percepção mental de Bobby, surja uma pequena ilha, em que mal cabem os pais de Bobby, e um mini-hotel que mais parece de brinquedo. Para Bobby, o conceito de “miniférias” é disjuncto e desconexo, quer dizer, não tem uma lógica objetiva. O termo “mini” representa o pequeno, o minúsculo: ilha pequena, mini-hotel, guarda-sol minúsculo, prédio miúdo. E férias, para o garoto, tem o significado e sentido de praia.

Ao verificarmos o exemplo mencionado, sob a perspectiva dos estudos de Vigotski (2000, 2014), subentendemos que o significado das palavras configura às crianças um acúmulo sincrético de objetos disjunctos, atrelados a alguma representação de imagem mutável em sua mente. Em função disso, qualquer mediação semiótica (estímulo-meio) pode desmontar a imagem criada, porquanto os nexos subjetivos são imbricados, dialeticamente, com os nexos entre objetos e fenômenos.

No estágio do pensamento por complexos, as relações são guiadas por correspondências concretas e visíveis dos objetos e/ou fenômenos.

³³ Episódio chamado de “A Vingança do Dr. Noo”.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VDvuouCsFU8>. Acesso em: 25 mar. 2020, às 22:05.

Isto significa que as generalizações criadas por intermédio desse modo de pensamento representam, pela estrutura, complexos de objetos particulares concretos, não mais unificados à base de vínculos subjetivos que acabaram de surgir e foram estabelecidos nas impressões da criança, mas de vínculos objetivos que efetivamente existem entre tais objetos (VIGOTSKI, 2000, p. 178-179).

Pode-se inferir, então, que o mais importante para a elaboração de um complexo, não condiz em possuir um substrato abstrato e lógico. Isto significa que um complexo possui uma vinculação concreta e fatural (plano concreto-factual) entre os elementos específicos que associam a sua composição.

Neste estágio, a criança estabelece nexos e vínculos que correlacionam as impressões confusas e organizam elementos discretos da experiência. Existem cinco tipos de pensamento por complexos (ou subestágios): associativo, coleção, cadeia, complexos difusos e pseudoconceitos (LURIA, 2010; VIGOTSKI, 2000, 2014).

Em resumo, estes subestágios evidenciam que a criança cria associações, em que as palavras perdem a sua função denotativa e passam a ter um sentido de generalização. Com isso, atuando na organização de objetos e fenômenos por suas correspondências, diferenças e proximidade no espaço. É precisamente neste estágio que se dá a formação de pseudoconceitos (ou conceitos cotidianos), por intermédio da vivência e da apropriação dos quatro subestágios supracitados que o precede.

A formação de conceitos decorre de uma modificação crucial no pensamento conceitual da criança, graças ao surgimento da possibilidade de atribuir significado fundamentado em vínculos objetivos. A partir disso, desenvolve-se o pensamento por complexos. Neste estágio, a criança começa a unificar objetos análogos em um grupo comum e a “complexificá-los” de acordo com as leis dos vínculos objetivos que ela descobre em tais objetos. Laconicamente, o pensamento por complexos compõe um pensamento coerente e lógico quando comparado ao pensamento sincrético. No mais, tende a estabelecer nexos e relações.

Por outro lado, Vigotski (2000, 2012) alerta que no pensamento por complexos ainda domina o pensamento prático e os pseudoconceitos. Nesse sentido, emerge possibilidade de sínteses em um nível de abstração, que rompe com a totalidade concreta. Todavia, a síntese continua a se concretizar com base em elementos sensórios da situação real.

À guisa de elucidação, podemos indicar a tirinha “Mafalda” (QUINO, 2003) a seguir. Nesta, observa-se um diálogo entre a professora e a personagem Liberdade. Quando esta personagem é questionada pela professora a respeito do tema pontos cardeais, ela simplesmente

dá respostas que fogem do plano do pensamento lógico. Suas respostas são pseudoconceitos, por se pautarem em experiência concretas.

Vejam, quando a professora questiona, “mas por onde?”, referindo-se ao “nascer do sol”, Liberdade responde “pela janela da sala”. Aqui temos, visivelmente, o domínio de um pensamento prático, desprovido de uma abstração lógica. Para Liberdade, o nascer do sol ocorre de manhã, independentemente do ponto cardeal, e, de resto, pode ser visto pela janela da sala de sua casa.

Figura 7 – Mafalda (Pontos cardeais)



Fonte: QUINO (2003, p. 362, tirinha 5).

O exemplo supramencionado coaduna com a concepção de Davídov (1988), de que os pseudoconceitos assemelham-se aos conceitos, contudo, pelo tipo de processo que acarreta a generalização. Quando a criança emprega um pseudoconceito tencionando classificar ou identificar algo, a criança baseia-se em atributos palpáveis, visíveis, sem reconhecer os predicados essenciais do objetivo, ou seja, sem ter ideia do objeto.

No caso do exemplo da tirinha, a personagem Liberdade explica o nascer do sol a partir de uma vivência empírica, palpável, destituída de um conceito científico. Ora, no pensamento por complexos, os vínculos sucedem pela experiência imediata, porque há uma fusão com o objeto real (“o sol nasce de manhã e pode ser visto pela janela da sala”). Em contrapartida, no estágio de formação de conceitos, há um pensamento lógico-abstrato, isto é, um processo de abstração diante de um conceito científico (o sol nasce em um dado ponto cardeal). Ainda que, em ambos os casos, representem um mesmo conteúdo (nascer do sol).

No terceiro estágio, denominado de formação de conceitos, advém o resultado de um ato real e complexo, que incluem operações mentais de sínteses e análises mais elaboradas. Com base nesta análise, a criança já principia a sintetizar os objetos e representações de forma particularizada. Neste estágio, acontece a abstração e a diferenciação, tomando por base os traços essenciais de um objeto e/ou fenômeno no processo de generalização.

Mas o conceito, em sua forma natural e desenvolvida, pressupõe não só a combinação e a generalização de determinados elementos concretos da experiência, mas também a discriminação, a abstração e o isolamento de determinados elementos e, ainda, a habilidade de examinar esses elementos discriminados e abstraídos fora do vínculo concreto e fatural em que são dados na experiência (VIGOTSKI, 2000, p. 220).

Vigotski (2000, 2014) considerou que o desenvolvimento do pensamento verbal nas crianças dá azo à formação de conceitos. Ademais, o autor sintetiza que a evolução conceitual da criança é abalizada por duas formas de experiência: uma na vida cotidiana e a outra no âmbito escolarizado.

Com isso, existem os conceitos cotidianos, que são aqueles construídos por meio da experiência sensorial e direta com o mundo (pensamento empírico). À vista disso, os conceitos espontâneos são sempre incutidos de experiências cotidianas, no que corresponde às ações do sujeito com as coisas em seu meio, mediadas pela utilização da linguagem na tentativa de apreender o seu contexto sociocultural (VIGOTSKI, 2000, 2014).

Os conceitos científicos são aqueles relacionados a eventos não acessíveis às experiências sensoriais ou às ações da criança no seu meio social. Estes conceitos são sistematizados, construídos e transmitidos pelas interações escolarizadas (pensamento teórico). No mais, são parte de sistemas explicativos mais amplos, sendo organizados logicamente. Por esta razão, os conceitos científicos requerem, em sua formação, operações lógicas complexas (VIGOTSKI, 2000, 2014).

O desenvolvimento de um conceito científico começa com a definição verbal. Como parte de um sistema organizado, essa definição verbal desce para o concreto; desce para fenômenos que o conceito representa. Em contraste o conceito cotidiano tende a se desenvolver fora de qualquer sistema definido; tende a mover-se ascendentemente rumo à abstração e generalização, a fragilidade do conceito cotidiano está em sua incapacidade para abstração, na incapacidade da criança de operar sobre ele de uma maneira voluntária (DANIELS, 2011, p. 30).

De acordo com Vigotski (2000, 2014), a criança desenvolve uma generalização abstrata quanto às propriedades essenciais dos conceitos, distinguindo-os da experiência concreta. Este processo de síntese torna-se a forma principal do pensamento, gerando à criança uma tomada de consciência acerca da realidade a sua volta. Em outros termos, a tomada de consciência está fundada na generalização dos processos psíquicos. Estes processos, por sua

vez, estão ligados ao desenvolvimento dos conceitos científicos (entendidos como um sistema de conceitos³⁴ sistematizados, formais, organizados e testados cientificamente).

Vejamos como exemplo a tirinha da Mafalda a seguir. Nesta tirinha, a personagem Mafalda usa de um experimento empírico simples para explicar um conceito cientificamente comprovado, trata-se da rotação da Terra.

Figura 8 - Mafalda (iluminação da terra)



Fonte: QUINO (2003, p. 125, tirinha 2).

Ao lermos as falas dos personagens, a partir dos estudos de Vigotski (2012) e Davidov (1988), podemos afirmar que formar um conceito significa saber reproduzir mentalmente seu conteúdo, construindo-o. Cabe aludir que o termo reproduzir não condiz com a ideia de um ato mecânico, mais do que isso, concerne a um ato produtivo. Assim, o ato de desenvolver um conceito é uma ação de apropriação e transformação do objeto mental (signos), o qual se constitui pelo processo de significação.

Conforme Luria (2010), os conceitos científicos apropriados no processo de aprendizagem escolar da criança, fundamentalmente, são formulados verbalmente mediante a organização de situações sociais de ensino pelo professor. *A posteriori*, a criança terá condições de organizar estes conceitos de modo mais abrangente, tal qual apresentado na tirinha anterior. Este autor também salienta que a criança, ao tomar consciência dos seus conceitos espontâneos (pseudoconceitos), passa a defini-los por intermédio de palavras, operacionalizando os conceitos em diferentes situações-problemas, com isso, avançando os pseudoconceitos rumo aos conceitos científicos.

³⁴ O sistema de conceitos aparece mediante a sistematização de relações entre variados tipos de conceitos, de maneira que, entre eles, exista uma conexão maior, ou seja, que permita aos diversos conceitos se subordinarem a um conceito superior. Nesse viés, o processo de formação do conceito científico volta-se à vinculação de um conceito com outros. Por isso, é um sistema, o qual acarreta novas estruturas de generalização (VIGOTSKI, 2001).

Ao tomarmos a figura anterior como exemplo, recorreremos a Vigotski (2000, 2014), ao explicar que os conceitos científicos (escolarizados) são ensinados, na maioria das escolas brasileiras, com base na formalização de regras lógicas, em que um conceito se organiza e submete a outros. Destarte, são constituídas relações entre conceitos (rotação da Terra) e a criança (Mafalda) que, por seu turno, é forçada a dirigir sua atenção a seus atos intelectuais de generalizar e abstrair (capacidade de Mafalda em explicar teoricamente a rotação da Terra usando um exemplo prático). Nesse entendimento, a criança entra em contato com algum outro conceito que será mediador da relação entre objeto/fenômeno e o indivíduo (uso por Mafalda de uma esfera para representar fisicamente a Terra e de uma luminária para representar fisicamente o Sol).

Ratifica Davídov (1988) ao aludir que o pensamento se concretiza com o auxílio das abstrações e generalizações de caráter lógico-formal, que engendram a formação de conceitos empíricos. A apropriação de Mafalda (figura citada anteriormente) de um conceito não revela um ato passivo, menos ainda uma reprodução mecânica do que foi inculcado ou aprendido. Mais do que isso, no processo de apropriação, aquilo que é reproduzido não se repercute tão somente, porém, forma-se de certa maneira. O ato de pensar e explicar se constitui por via de elaboração linguística.

Mafalda (Figura 8) ao pensar e explicar, não só está reproduzindo uma teorização, porém demonstrando uma apropriação que abrange o conteúdo de modo mais preciso, generalizando-o e sistematizando-o (demonstrando uma teoria via exemplo empírico), além de ressignificá-lo (uso dos elementos bola e luminária; uso dos termos “acordado” para “dia” – luz do Sol – e “dormindo” para “noite”). Abreviadamente, ao reproduzir o conceito para si, basicamente, o sujeito se apropria deste conceito, de sua significação, produzindo uma espécie de representação conceitual.

Por este motivo, a escolarização, segundo Vigotski (2012), favorece um desenvolvimento psíquico com base na acumulação e na formação de conceitos. Este autor infere que a formação de conceitos escolarizados propicia o desenvolvimento cultural que, igualmente, está coadunado ao processo de significação, uso consciente dos conceitos, resolução de problemas. De resto, o aludido autor também esclarece que a escola não se resume à aquisição de um conjunto de conceitos. Para além disso, ela é uma das fontes principais de desenvolvimento, proporcionando às crianças o contato com conceitos, instrumentos, operações intelectuais-afetivas e, enfim, a capacidade de utilizar esses processos em diferentes contextos socioculturais.

Davídov (1988) discute que, durante uma atividade humana prática (real), ao intencionar algo em particular, o sujeito emprega referências, ou seja, meios gerais para a aquisição desse algo. Essas referências (meios gerais) não pertencem a esse algo visado, entretanto, pertencem a sua universalidade, isto é, ao seu conceito. Isto posto, ao aprender um objeto científico, o seu conceito vem, *a priori*, de sua forma particular.

À guisa de esclarecimento, uma criança, ao aprender o conceito de número, na qualidade de conceito mais geral e expressivo das relações de quantidade, essencialmente, recebe a condição para que possa trabalhar com todos os tipos particulares de número e suas respectivas expressões de relações de quantidade.

A figura, a seguir, serve de mote a esses preceitos arquitetados por Vigotski (2000, 2014), Luria (2010) e Davídov (1988). Há uma série de informações dadas ao cavaleiro, que poderíamos comparar com um conjunto de informações oferecidas a uma criança. Entrementes, o cavaleiro não estabelece a junção dos conceitos junto às informações. Em outros termos, conceitos que permitem ao mesmo operacionalizar a realidade, isto é, sua forma particular. Ora, os conceitos precisam ser apropriados e, igualmente, os sujeitos precisam atribuir significação a eles. Senão, os conceitos não formarão inter-relações que permitirão a ele agir em sua realidade.

Figura 9 – Cavaleiro



Fonte: Hoffmann (2010, p. 19).

Poderíamos considerar este cavaleiro como uma criança que tem o conceito cotidiano, ou seja, tem conhecimento imediato do objeto ao qual o conceito concerne, com base no uso da

linguagem. Contudo, ela não está consciente do seu próprio ato de pensamento, isto é, do uso do conceito frente à realidade.

Em resumo, entendemos que para se desenvolver os conceitos científicos, deve existir certo nível de apropriação dos conceitos cotidianos. Sob este viés, o domínio dos conceitos científicos está associado à existência de uma elaboração conceitual. Esta elaboração progride e responde a uma atividade espontânea do pensamento, que não provém meramente por meio de elos mecânicos entre uma palavra e o objeto, ou do fenômeno em si.

A memorização da palavra e a sua concatenação ao objeto ou ao fenômeno, não necessariamente guiam a uma formação conceitual (VIGOTSKI, 2000, 2014; LURIA, 2010). Nesse contexto, a apropriação da linguagem se torna imprescindível, de tal modo que propicie um avanço quanto à percepção imediata da realidade externa. Sendo assim, o pensamento reflexivo, a organização das ideias e a utilização de conceitos científicos para explicar e entender objetivos e fenômenos tornam-se fundamentais durante a infância. A linguagem é o alicerce do processo de construção do pensamento, como também o meio em que se constroem os conceitos, dando condições à criança de analisar a sua realidade.

Vigotski (2000, 2012) concebe que o processo de formação de conceitos é mais do que a soma de certos liames associativos formados pela memória e/ou mais do que um simples hábito mental. Os conceitos são atos reais e complexos do pensamento, são atos de generalização. Cabe destacarmos que a utilização consciente e deliberada de um conceito só decorre quando o conceito abrange níveis de abstração e generalização.

Nesse entendimento, Davíдов (1988) diz que a generalização é uma ação mental consciente do sujeito. A partir da palavra, ele pode separar as propriedades repetidas de certo grupo de objetos ou fenômenos. Ademais, pela palavra pode-se organizar a distinção entre outros objetos e fenômenos. Em termos mais específicos, enquanto nos pseudoconceitos as palavras funcionam como uma espécie de “sobrenome” tendo a função de unir um grupo de objetos pela impressão obtida, nos conceitos científicos as palavras têm novos significados, simbolizando o conceito abstrato que proporciona operar com ele.

Assinalamos que, no que corresponde à formação de conceitos, o termo generalização é aplicado para classificar os mais distintos aspectos do processo de assimilação dos conhecimentos escolares e científicos. Num sentido geral, a generalização empírica é depreendida como o movimento que indica as particularidades comuns de um objeto e/ou fenômeno no que concerne a toda uma categoria de objetos e fenômenos análogos. Por esta razão, a generalização consiste na ação de encontrar e distinguir alguns atributos estáveis que se repetem nesses objetos (DAVYDOV, 1982).

Na generalização há o componente da abstração. Nas palavras de Davydov (1982), a abstração é a superação do geral e sua confrontação com o particular, sendo um elemento criativo da atividade mental generalizadora do sujeito. A abstração é uma atitude que evidencia um conjunto de ideias abstratas, que nascem na atividade mental do sujeito. Se olharmos novamente para a figura anterior, podemos analisar que a personagem Mafalda abstraiu, generalizou e organizou uma ação (atitude explicativa sobre a teoria da rotação da Terra) associada a um conceito científico construído historicamente.

Vigotski (2000, 2014) complementa ao dissertar que a formação conceitual será o resultado de uma complexa e ativa operação intelectual com a palavra e/ou signo em conjunto com as funções psíquicas.

O processo de formação de conceitos é irreduzível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo, às tendências determinantes, embora todas essas funções sejam participantes obrigatórias da síntese complexa que, em realidade, é o processo de formação dos conceitos (VIGOTSKI, 2000, p. 169).

Resumidamente, o conceito advém quando uma série de atributos abstraídos torna a sintetizar-se. Destarte, a síntese abstrata (abstração e generalização) modifica-se em uma forma basilar de pensamento com o qual a criança percebe e toma conhecimento da realidade que a cerca. Por este motivo, o conceito é uma generalização, isto significa uma maneira de dar significado aos objetos e fenômenos, expressando-se na linguagem, nomeadamente, na palavra. Além do mais, um conceito é aprendido mediante um estímulo-meio, quer dizer, uma mediação semiótica (algo vindo de fora, um signo) com sentido e significado do geral para o particular.

Portanto, o conceito (cotidiano e científico) é uma estrutura orgânica e complexa do pensamento e seu escopo é a comunicação, a compreensão, a organização, a sistematização e a resolução de problemas cotidianos. Os conceitos, como foi dito, têm relação intrínseca com o real, porquanto derivam do contato direto entre sujeito e realidade social. Em virtude disso, a formação de conceitos se norteia na abstração, na generalização, na atenção voluntária, na discriminação de elementos singulares, na síntese. Ora, a formação de conceitos se faz presente em diferentes condições, consideradas internas (usos dos conceitos pelas pessoas) e externas (trata-se da formalidade dos conceitos, ou seja, são formais e descritos pela língua (VIGOTSKI, 2000, 2014)).

Enfim, a formação de conceitos está presente nas atividades humanas que, de modo dialético, mudam historicamente em concordância com as transformações nas condições materiais de existência. Em função disso, o sujeito constrói seus conceitos mediante as suas experiências históricas e culturais (visão de mundo) coadunadas às produções das gerações anteriores. Esse conjunto histórico-cultural de experiências e conceitos, no transcurso do tempo, assinala possibilidades de cisão com o senso comum. Ora, pela construção de conceitos, o sujeito desenvolve a sua consciência crítica que, por sua vez, proporcionará a criação de novas formas de comunicação, a produção de tecnologias e uma maior participação na sociedade.

4.2.1 NEXOS CONCEITUAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM CONCEITO

É necessário transpor as fronteiras da aparência (o fenômeno) das coisas para atingir sua essência (ou noumeno).

Angel Pino (2004)

Em sua prática social, o sujeito dispõe de domínios teóricos e práticos para agir em sua realidade. Nesse sentido, quando o sujeito pensa e age diante de sua realidade, tentando nela interferir, a sua intervenção dependerá dos domínios conceituais, quer dizer, de seu pensamento. Dessa maneira, não é suficiente ao sujeito atuar, em seu contexto sociocultural, só de modo empírico. Faz-se basilar para ele se apropriar de sistemas explicativos referentes à realidade. Nesta esteira teórica, Kopnin (1978, p. 24) reforça que “[...] a passagem do nível empírico ao teórico não é uma simples transferência de conhecimento da linguagem cotidiana para a científica, mas uma mudança de conteúdo e forma do conhecimento”.

Mas, o que significa pensamento teórico e empírico?

Para que seja possível a compreensão de nexos conceituais, precisaremos, de antemão, conceituar “pensamento empírico” e “pensamento teórico” de forma lógica.

O pensamento empírico e o pensamento teórico, sinteticamente, são níveis do movimento do pensamento. A distinção entre ambos reside na forma pela qual se toma o conteúdo do conhecimento e por sua importância prática e teórica. Precipualemente, todo esse processo de diferenciação pode ser sintetizado via movimento, que tem como ponto de partida a comparação, a análise e a síntese.

Corroborando Kopnin (1978) ao aludir que o desenvolvimento lógico do conhecimento científico pode ser classificado em empírico e teórico.

Se a abordagem gira em torno do desenvolvimento lógico do conhecimento científico independentemente do lugar em que ele se realiza, na ciência em geral ou na cabeça de um pensador isolado, então não se pode dividi-lo em dois níveis: em conhecimento sensorial e racional. Essa divisão histórica se apresenta na lógica como o empírico e o teórico (KOPNIN, 1978, p. 152).

Nesses termos, entendemos que o empírico e o teórico se distinguem em função da organização lógica do conhecimento acerca do objeto. Quer dizer, em como é adquirido o conteúdo básico do conhecimento e pela dimensão prática e teórica que ocupam. Vejamos, se por um lado o pensamento empírico compara, classifica, arrola objetos e/ou fenômenos a partir de abstrações dos seus aspectos externos, por outro lado, o pensamento teórico expõe as suas leis de movimento, respeitantes à análise de suas vinculações no sistema. Dito isso, quando as transformações do objeto apontam às suas modificações externas, nota-se um modo empírico do saber. Em contrapartida, se o conhecimento de uma transformação demonstra o porquê acontece, no que procede, em se tratando de qual fundamento e por qual motivo a possibilidade se resume no que é e não em outro objeto, tem-se, então, o pensamento teórico.

À guisa de elucidação, analisamos que conhecer a definição de pensamento computacional, uma síntese de seu conceito, não denota que este sujeito se apropriou desse conceito teórico. Ora, isso dependerá da forma em que ele obteve tal conhecimento. Em outros termos, isso pode ter ocorrido por meio da leitura dessa síntese que, no que lhe concerne, caracteriza uma maneira empírica de conhecimento. Depreendemos, então, que esse movimento resulta, fundamentalmente, da atividade objetiva e sensorial do sujeito, no qual se sustenta no preceito da analogia puramente formal e abstrata. Vale pontuar que esta é uma das peculiaridades do pensamento empírico.

Davídov (1988) subentende que a distinção de conteúdo entre o pensamento empírico e o pensamento teórico repercute na diferença das referidas formas. No pensamento empírico, assinala-se pela descrição de observações sensoriais, já no pensamento teórico, emerge pelas interrelações (nas mediações) no sistema de sua formação. Com isso, concatenando os díspares, os multifacetados, os não coincidentes.

Em resumo, o pensamento empírico se revela por meio da categoria de existência. Sabe-se que, ainda, pode-se ter generalizações do pensamento empírico, já que o que determina o pensamento não são os excessivos níveis de raciocínio, mas sim a sua sustentação. Dessa maneira, um dos modos de síntese do pensamento empírico é por via das palavras-determinações ou palavras-termo (DAVÍDOV, 1988).

Diante disso, o pensamento empírico oportuniza ao sujeito realizar uma atividade cognitiva que lhe garanta a segregação dos atributos dos objetos e/ou fenômenos e sua representação, englobando, nesse contexto, aqueles que, em certo momento, não são possíveis de serem vistos e que tão somente podem ser conhecidos indiretamente mediante deduções (ROSA, MORAES, CEDRO, 2016).

Kopnin (1978) reforça tal ideário, ao indicar que a forma lógica do pensamento empírico é estabelecida a partir do juízo apreendido à parte, em que verifica o fato ou por certo sistema de fatos que distingue um fenômeno. O conteúdo do pensamento empírico, assim sendo, é proveniente da experiência imediata. Nesses moldes, o objeto é concebido no aspecto de suas relações e manifestações exteriores, assumindo vieses de juízos e ideários sobre a realidade.

De acordo com Davídov (1988), o movimento de construção do conceito empírico implica em duas vias de obtenção. A primeira progride embasada nas relações sensoriais à construção de abstrações que são sintetizadas no conceito. A segunda emerge da abstração, da produção conceitual e é carregada de imagens visuais materiais dos objetos.

Em resumo, compreendemos que, com base nestas duas vias de obtenção, o pensamento empírico ocupa-se da análise quanto às particularidades externas dos objetos. Representa uma forma de elaboração racional, porque é derivada das relações de significação na atividade humana. Entrementes, o conteúdo basilar do pensamento é construído por intermédio da experiência imediata com o objeto e/ou fenômeno, seja ele material ou conceitual.

Em linhas gerais, o pensamento empírico é caracterizado, conforme Rosa, Moraes e Cedro (2016), da consequente maneira:

- a) materializa-se mediante a escolha de exemplos concernentes a certa classe formal;
- b) é constituído por intermédio da comparação dos objetos e/ou fenômenos às suas representações, valorizando, destarte, as particularidades comuns aos objetos;
- c) é apresentado a partir de um único termo;
- d) é baseado na observação dos objetos e/ou fenômenos;
- e) sua propriedade formal comum é similar às propriedades dos objetos e/ou fenômenos;
- f) no seu âmago, a generalização formal das propriedades dos objetos e/ou fenômenos possibilita dispor os objetos específicos no âmago de certa classe formal;
- g) o pensamento concreto refere-se a representações concretas do objeto e/ou fenômenos.

Por outro lado, depreendemos que o pensamento teórico diz respeito ao objeto ou aos fenômenos a partir das suas leis de movimento e suas relações internas. A forma lógica desse nível de movimento do pensamento é composta pelo sistema de abstrações, que elucida o objeto e/ou fenômenos. Isto significa, mediante conceitos, que se visa reproduzir o seu processo de transformação.

Segundo Davydov (1982), o pensamento teórico é uma forma de idealização do aspecto estrutural da atividade prática-objetiva. Nesse sentido, é na atividade de trabalho que a reprodução dos modos gerais dos objetos e/ou fenômenos ocorre no formato de experimento sensório-objetivo. Em contrapartida ao pensamento empírico, o conteúdo do pensamento teórico é detectado na própria existência mediatizada, refletida e substancial do ser.

À vista disso, analisamos que o pensamento teórico não opera com representações gerais, mas sim com os próprios conceitos, que reproduzem o desenvolvimento, tal qual o processo formativo do sistema, da integridade, do concreto e só dentro desse desenvolvimento é que se explicitam as particularidades e as conexões dos objetos singulares.

Conhecer a essência denota achar o geral como base, como fonte singular de dada variedade de objetos e/ou fenômenos. A partir disso, pode-se expor como o geral determina o aparecimento e as relações bilaterais dos objetos e/ou fenômenos, isto é, a existência do concreto (DAVYDOV, 1982).

Conforme Núñez (2009, p. 50):

Na via de cima para baixo, o processo se inicia pela própria definição dos conceitos (o abstrato) para as suas manifestações concretas, na dialética do geral ao particular, do abstrato ao concreto. Sendo assim, o conceito teórico se apoia na generalização teórica.

Nessa visão, a formação do pensamento teórico acontece quando a formação dos conceitos vai do universal (geral) às manifestações particulares. Quer dizer, o trajeto é do abstrato ao concreto, dado que o conceito científico evidencia os processos de mutação da relação universal em suas distintas formas específicas.

Em função destas especificidades, ao tratarmos do pensamento teórico consideramos que todos os conceitos precisam ser apropriados mediante a análise das condições de sua origem. Ora, os conceitos não se veiculam como um conhecimento pronto e acabado. De resto, a apropriação dos conhecimentos gerais e abstratos provêm da apropriação dos conhecimentos

mais particulares e concretos. Estes dois últimos devem ser suprimidos do abstrato como sua base singular.

Por esta razão, ideamos que no pensamento teórico se incutem os conceitos como sua base, engendrando, assim, a resolução de um conjunto de situações-problemas do mesmo tipo (que se resolver por meio de um procedimento geral). Por exemplo, um aluno não necessita apropriar-se de todos os conhecimentos como casos característicos. No entanto, necessita apropriar-se da essência que concatena e esclarece esses casos, bem como a sua resolução no âmbito de uma dada situação-problema.

Com base nestas discussões, pode-se delinear o pensamento teórico, de acordo com Rosa, Moraes e Cedro (2016), da seguinte forma:

- a) Intercorre mediante a transformação do saber em teoria desenvolvida por via de dedução e explicação. Sua construção se dá a partir da análise do escopo e da função de dada relação entre as coisas no cerne de um sistema;
- b) Manifesta-se por variados sistemas semióticos;
- c) É alicerçado na transformação dos objetos e/ou fenômenos;
- d) Apresenta-se de maneira universal (geral), em que particulariza, concomitantemente, um representante de uma classe e um objeto particular;
- e) Realiza-se na conexão entre o geral e o particular;
- f) Configura a relação entre as especificidades de um objeto e/ou fenômeno e as suas correlações internas.

Perante este ponto de vista, o pensamento empírico e o teórico são, então, visivelmente independentes e a transição de um ao outro é um processo complexo e contraditório:

O empírico e o teórico são níveis relativamente independentes, a fronteira entre ele é até certo ponto condicional; o empírico se transforma em teórico e, ao contrário, o que em certa etapa da ciência se considerava teórico torna-se empiricamente acessível em outras etapas mais elevadas. No entanto a separação de dois níveis diferentes tornou-se possível somente no período do pensamento científico maduro; até para a ciência antiga a divisão do conhecimento em empírico e teórico perde o sentido (KOPNIN, 1978, p. 153).

O quadro, a seguir, ilustra as diferenças fundamentais entre o conhecimento empírico e o conhecimento teórico:

Quadro 6 - Comparação entre o conhecimento empírico e o conhecimento teórico

Características	Conhecimento empírico	Conhecimento teórico
Elaboração	Mediante a comparação dos objetos às suas representações, valorizando-se, assim, as propriedades comuns aos objetos.	Por meio de análise do papel e da função de uma certa relação entre as coisas no interior de um sistema.
Tipo de generalização	Generalização formal das propriedades dos objetos que permite situar os objetos específicos no interior de uma dada classe formal.	Forma universal que caracteriza simultaneamente um representante de uma classe e um objeto particular.
Fundamentação	Observação dos objetos.	Transformação dos objetos.
Tipos de representação	Representações concretas do objeto.	Representa a relação entre as propriedades do objeto e as suas ligações internas.
Relações	A propriedade formal comum é análoga às propriedades dos objetos.	Estabelece uma ligação entre o geral e o particular.
Concretização	Por meio de escolha de exemplos relativos a certa classe formal.	Mediante a transformação do saber em uma teoria desenvolvida por meio de uma dedução e uma explicação.
Forma de expressão	Um termo.	Diferentes sistemas semióticos.

Fonte: Rosa; Moraes; Cedro (2016, p. 77).

Kopnin (1978), Kosik (2002) e Davydov (1982) desconstruem a ideia de que o movimento do pensamento teórico incorre por intermédio da transição do concreto manipulável ao abstrato, do pensamento empírico-discursivo ao pensamento teórico. Ora, estes autores rechaçam a visão empírico-discursiva do pensamento, a qual entende o estudo do isolamento das propriedades as quais formam o pensar humano. Nessa perspectiva, o conhecimento possui conceitos provenientes de conexões internas e não tão somente constructos exteriores do objeto e/ou fenômeno.

Vale destacar que outra peculiaridade que diferencia o pensamento empírico e o teórico é referente ao nível de abstração e de concreticidade. Assumindo a lógica dialética, Kopnin (1978) explana que a diferença advém da maneira como cada uma das duas formas de pensamento consegue inserir-se na essência de um objeto e/ou fenômeno, categorizando-os de modo mais amplo e profundo.

Para Kopnin (1978), quando o pensamento evidencia só as particularidades exteriores de certo objeto e/ou fenômeno, pode-se inferir que este estaria em um grau abstrato de compreensão da realidade. Em contrapartida, quando o pensamento consegue inserir-se na essência dos objetos e/ou fenômenos, então, estaria em um grau mais concreto.

Sob este viés, analisamos que o pensamento teórico pressupõe que saibamos a respeito do processo de origem e desenvolvimento de determinado objeto com base na lógica dialética.

O pensamento teórico tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos de formação dos conceitos e operações com eles. Justamente, a formação de tais conceitos abre aos escolares o caminho para dominar os fundamentos da cultura teórica atual. [...] A escola, a nosso juízo, deve ensinar as crianças a pensar teoricamente (LIBÂNEO, 2004, p. 3).

Isto posto, ao tratarmos do pensamento teórico no âmbito da Educação Matemática, este se constitui como escopo principal da atividade de ensino, visto que é mediante a sua apropriação que se arquiteta a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento das funções psíquicas do aluno.

Em relação ao que diz respeito ao pensamento computacional no contexto da Educação Matemática, para que este cumpra com a sua função pedagógica (formação do pensamento teórico), faz-se basilar organizar princípios didáticos para nortear seu uso em sala de aula. Nesse caso, é precípua a construção do conceito de pensamento computacional de forma teórica, de modo apriorístico. Com o conceito estabelecido, pode-se, então, desenvolver estratégias metodológicas com o pensamento computacional, com vistas a superar o ensino tecnicista, mecânico, reprodutivo, superficial e com ênfase na memorização. É preciso elaborar o conceito de pensamento computacional para nortear a construção de conhecimentos científicos em sala de aula, colocando o aluno como sujeito ativo do seu conhecimento. Para isso, precisamos definir os nexos conceituais do pensamento computacional.

Os nexos conceituais de um elemento (conceito) são divididos em nexos internos e externos, segundo Kopnin (1978) e Davydov (1982). Dessa forma, os nexos conceituais são as diferentes relações de microelementos, que o sujeito precisa conhecer e vivenciar para desenvolver o conceito (elemento como um todo).

Ante o deslindado, Kopnin (1978) e Davydov (1982) analisam os nexos conceituais que se consolidam no pensamento teórico. Os nexos internos são díspares dos nexos externos, uma vez que estes últimos focam-se nos elementos perceptíveis do conceito. Já os nexos internos constituem o lógico-histórico do conceito. Dito de outra forma, os nexos externos limitam-se à língua (designações verbais), porque são formais e compõem uma unidade abstrata, delimitados por um conjunto de características observáveis do conceito.

Como exemplo, ao analisarmos o pensamento computacional na Educação Matemática, o nexo externo seria referente às características formais do objeto (pensamento computacional), ou seja, as suas particularidades, sua estrutura, sua formalidade. Assim, focando no processo de descrição e classificação dos objetos cognoscíveis. Resumidamente, os

nexos externos do pensamento computacional são uma espécie de linguagem de comunicação do conceito.

Os nexos internos que alicerçam os conceitos possuem os elementos lógicos, históricos e as formalizações do pensar humano diante do conhecimento. Portanto, o nexo interno é a relação que há entre os modos de se pensar o conceito e a formalidade do conceito (nexos externos – designações verbais/características) (KOPNIN, 1978; DAVYDOV, 1982).

O nexo interno do pensamento computacional, nessa perspectiva, trata-se das generalizações do sujeito empregando o conceito. Em outras palavras, o nexo interno do pensamento computacional é uma espécie de operacionalização do nexo externo. Isto denota o uso do conceito no cotidiano para resolver problemas, entender situações, interpretar a realidade, elaborar processos de síntese, pesquisar etc.

Destarte, inferimos que no âmago dos nexos conceituais do pensamento computacional, o nexo interno se inicia pelo nexo externo (conceito formalizado), a partir do momento em que um sujeito o utiliza, objetivando à compreensão de uma dada situação e à aplicação em diferentes contextos e objetos da realidade. Com isso, potencializando a tomada de consciência do sujeito no âmbito da ação. Defendemos, então, que o pensamento computacional, conquanto tenha uma dinâmica conceitual formalizada (nexo externo), o seu nexo interno se fundamenta pela ação concreta do sujeito no mundo objetivo. Apropriar-se do conceito de pensamento computacional subsidia não somente socializar sentidos e significados sobre ele, mas permite o ato de significação, o qual corrobora para que o sujeito utilize o pensamento computacional em conjunturas particulares, as quais demandem o seu uso, sistematizando as suas formas de ação.

Ademais, os nexos conceituais, segundo Jesus e Sousa (2011), fazem parte do pensamento teórico e empírico, representando “[...] elos que nos ajudam a construir os conceitos, continuamente” e “[...] são constituídos de aspectos socioculturais, históricos e filosóficos” (JESUS; SOUSA, 2011, p. 115).

Por exemplo, voltando na operação que apresentamos anteriormente (seção 1.2), para desenvolver o conceito subtração, a criança necessita conhecer e desenvolver relações entre outros elementos (microelementos da subtração), como a ideia de juntar, de tirar, de somar, de transformar unidade em dezena e vice-versa (nexos externos). Afora outros elementos que darão suporte para que essa criança compreenda o que está acontecendo, qual é a necessidade em aprender a respeito da subtração e como usar o conceito de subtração em diferentes contextos (nexos internos).

Sendo assim, os nexos conceituais movimentam-se dos aspectos perceptíveis do elemento, fazendo parte do pensamento empírico. Por consequência, auxiliam na tomada de consciência dos elementos perceptíveis do conceito, como o “emprestar” e “sobe um” no exemplo da subtração (seção 1.2). Por esta razão, os nexos conceituais compõem o lógico-histórico do conceito, abrangendo um movimento de ascensão do abstrato ao concreto.

No exemplo da operação subtração, seria a preocupação com o porquê preciso emprestar? O que é emprestar? O que acontece quando fazemos determinada operação, por que calculamos desse jeito? Entre outros questionamentos.

Dessa forma, inferimos que os nexos conceituais são habilidades essenciais que o sujeito precisa desenvolver, visando o desenvolvimento teórico (abstrato) e metodológico (concreto) do conceito. Ou seja, para que o sujeito desenvolva um conceito sobre um determinado objeto de conhecimento precisa, primeiramente, desenvolver os nexos conceituais deste objeto. Teoricamente, ele necessita ter contato com o pensamento empírico e teórico que envolve esse objeto. Estas formas de pensamento darão suporte ao desenvolvimento das habilidades essenciais mencionadas. Por conseguinte, viabilizarão a formação do pensamento teórico, sendo este o orientador da generalização do conceito. Por este motivo, defendemos um ensino sustentado no lógico-histórico do conceito, favorecendo a apropriação do conhecimento via nexos conceituais (gênese do conceito, seu movimento de formação e sua utilização prática no cotidiano). Em síntese, são nos nexos conceituais que estão arraigadas as representações individuais e coletivas da realidade objetiva, em consonância com as práticas histórico-culturais acumuladas pelo ser humano.

Durante esse processo de desenvolvimento do conceito, no qual o sujeito passa pelos pensamentos empírico e teórico, tal qual pelos nexos conceituais internos e externos, o conhecimento adquirido (histórico e cultural) pelo sujeito deve ser considerado. Por este ângulo, cabe ao professor, no desenvolvimento do conceito em sala de aula, o papel de desencadeador desse processo, atuando na organização de elos de mediação semiótica. Essa ação pedagógica, no que lhe cabe, é indispensável, pelo fato de agir como um movimento permanente de desenvolvimento de conceitos, abrangendo os sujeitos (alunos e professor) e o seu meio sociocultural em uma relação dialética.

A partir destes pressupostos, para que fosse possível desenvolvermos o conceito de pensamento computacional, consideramos: o conceito de pensamento na perspectiva histórico-cultural, pois essa teoria está diretamente atrelada à perspectiva lógico-histórica; o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional e, finalmente, o movimento lógico-histórico do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática.

Essa tríade supracitada e suas relações dialéticas auxiliou-nos na definição dos nexos conceituais historicamente organizados para o pensamento computacional. No mais, subsidiou-nos a compreensão do conhecimento científico do conceito de pensamento computacional, servindo de fundamento ao entendimento sobre este pensamento no âmbito teórico.

Cabe enfatizar que o desenvolvimento de um conceito de pensamento computacional, no bojo da Educação Matemática, precisa dar ensejo ao seu desenvolvimento em sala de aula. Nesse sentido, intenciona-se transpor o ensino da Matemática de maneira tecnicista e fossilizada (ERNEST, 1991), faz-se indispensável organizar o ensino sob a égide do movimento lógico-histórico de formação dos conceitos. Dessa forma, esta perspectiva pode auxiliar na superação de um ensino unicamente formal e empírico (focado só nos nexos externos). *Pari passu*, esta vertente teórica pode oportunizar ao aluno se envolver em uma atividade de ensino, em que se considera a significação do conceito pelo próprio sujeito. Quer dizer, os meios pelos quais os alunos podem desenvolver o conceito de pensamento computacional (nexos internos), mediante uma apropriação dos nexos externos, no sentido de usar o conceito para resolver situações-problemas, analisar a realidade, interpretar informações e propor soluções etc. Esse movimento toma como base os pensamentos empírico e teórico, como modo de compreensão da realidade objetiva.

Para findar esta seção, ressaltamos que todo esse levantamento e estudos teóricos, leitura e releitura sistemática e criteriosa, apreciação e crítica aos dados, considerando como eixo norteador o problema e o objetivo da presente pesquisa, nos levaram a elencar pelo menos três nexos conceituais (nexos externos e internos), que podem se apresentar no conceito de pensamento computacional:

- a) A resolução de problemas na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural;
- b) O pensamento algébrico;
- c) O pensamento algorítmico.

Os nexos conceituais aludidos, essencialmente, estão em constante movimento. São dialéticos e, portanto, são históricos, lógicos e culturais. Na seção a seguir justificamos e especificamos, detalhadamente, cada um deles.

5 NEXOS CONCEITUAIS DO CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O aspecto histórico associa-se ao aspecto lógico no processo de conhecimento de um determinado objeto de estudo e é só nessa unidade dialética que o conhecimento desse objeto é possível.

Vanessa Dias Moretti (2011)

A escola, pensando a Educação Matemática como uma área de conhecimento que é abarcada pela Educação Escolar, é um meio sociocultural dinâmico e dialético e, portanto, há necessidade de fazer presente, nesse meio, uma formação ativa e transformadora, em que o sujeito (aluno) não seja preconcebido como passivo nos processos de ensino e de aprendizagem. O que significa que o aluno precisa ser ideado como um sujeito ativo em sua história nas suas relações com esse meio, sendo capaz de agir no mundo conscientemente. Em outras palavras, o aluno deve ser compreendido como sujeito social, ativo e histórico, que produz e se apropria da cultura, reproduz e produz significações sobre esta cultura de acordo com as suas necessidades.

Sob a égide da Teoria Histórico-Cultural, enfatizamos que, no contexto da Educação Matemática, não há desenvolvimento sem ensino, sem formação humana, quer dizer, desprovido de intencionalidade pedagógica organizada, refletida e planejada, com vistas a desenvolver a dinâmica cultural dos conhecimentos matemáticos produzidos historicamente pela humanidade. O professor, enquanto organizador do meio social de ensino e aprendizagem, mediante a práxis (ação e reflexão), regula e oportuniza aos alunos diferentes vivências com os conhecimentos. Contudo, não de maneira passiva (como mero receptor) e, sim, a partir de uma relação dialética de construção e desconstrução do conhecimento, continuamente.

Por esta razão, destacamos que o convívio sociocultural em aulas de Matemática Escolar pode proporcionar aos alunos a experiência intersubjetiva que, subsequentemente, viabilizará o processo de construção e reelaboração de significações de conhecimentos. Esse processo de significação e produção de conhecimentos pode ser entendido como acontecimento dialético (ativo, contraditório e multidimensional) que transpõe toda a complexa dinâmica sociocultural no contexto escolar.

Tomando estes preceitos teóricos como mote e em contraposição às definições criadas sobre o pensamento computacional, no contexto da Educação, e às pesquisas que ratificam estas definições no campo da Educação Matemática, cujo foco é pautado em um discurso que valoriza mais os aspectos que alicerçam a computação e a linguagem de programação,

defendemos a essencialidade em se desenvolver esse tipo de pensamento não de modo instrumental, utilitário e unicamente aplicado no processo de ensino com o uso de TDIC (plugado). Isto significa que defendemos o pensamento computacional como um meio potencial de expandir as capacidades de resolução de problemas, de interpretar a realidade desenvolvendo o pensamento algébrico e algorítmico e, enfim, de ampliar as formas de ação dos alunos diante de seu contexto sociocultural, seja de maneira plugada (TDIC), seja desplugada.

Dessa forma, mais do que pensar “o que é” pensamento computacional (nexos externos), é fundamental pensarmos “como podemos usá-lo no cotidiano” e “como podemos desenvolvê-lo para interpretar informações e resolver problemas” (nexos internos). 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 consciência³⁵.

Como foi explicitado nas seções anteriores, as pesquisas mostram que o termo pensamento computacional está diretamente relacionado à Ciência da Computação. Por outro lado, alguns estudos, inclusive indicados por Wing (2006, 2011), expõem uma tentativa de dissociá-lo da Ciência da Computação.

No âmago dessa ambiguidade, acrescentando a dificuldade em se desenvolver um conceito de pensamento computacional, variados estudos (ISTE/CSTA, 2011; BARR, STEPHENSON, 2011; MESTRE, 2017; KAMPFF, 2016; COSTA, 2017; BARCELOS, 2014) propuseram uma série de conceitos (ou elementos) vinculados ao termo. Todavia, tais conceitos, em sua maioria, voltam-se ao âmbito da Ciência da Computação, por indicar os processos de automação, linguagem de programação, paralelização, algoritmização e robótica. Além de não haver uma explicitação sobre quais ou quantos desses conceitos deveriam ser desenvolvidos para o posterior desenvolvimento do pensamento computacional.

³⁵ Vigotski (1996) explana que trabalhar no âmbito escolar com o conteúdo concreto dialeticamente, em suma, pressupõe-se criar situações pedagógicas propícias à formação dos conceitos científicos, à reflexão e à tomada de consciência. Kosik (2002) complementa ao proferir que o ser consciente é o ser da *práxis*, dotado de ação e reflexão. Então, entendermos os conteúdos escolares de maneira concreta e dialética, subentende formar conceitos com os alunos para que possam compreender e enfrentar a realidade. Os alunos precisam, aos formarem conceitos, apropriarem-se do que foi aprendido visando ressignificar este conhecimento para o seu uso cotidiano. Kosik (2002) reforça nosso ideário, ao aludir que o pensamento dialético se manifesta na ação concreta, sendo um meio de o sujeito intervir objetivamente na sua realidade.

Nessa perspectiva, defendemos que, para se desenvolver um conceito de pensamento computacional, especificamente na área da Educação Matemática, é relevante compreender os conhecimentos que compõem esta área de conhecimento, especificamente no contexto escolar, e quais destes conhecimentos podem servir de base à construção do conceito.

Moura (2007) salienta que os conhecimentos matemáticos escolares são construídos com base nas relações sociais, culturais e históricas, sendo um meio utilizado pelo sujeito para compreender a realidade e resolver situações-problema cotidianas. Dessa forma, o conhecimento matemático escolar é composto por um conjunto de ideias e objetos que são essenciais ao entendimento de diversos fenômenos (socioculturais ou naturais), sendo sistematizado por intermédio da construção de representações simbólicas significativas, conceitos e argumentações lógicas.

Considerando-se a perspectiva da Teoria Histórico-Cultural, Lanner de Moura (2007) afirma que os conhecimentos matemáticos escolares são constituídos por signos sistematizados por regras, operados de maneira lógica e que produzem resultados voltados à realidade objetiva. Destarte, ao serem utilizados na resolução de problemas concretos, os conhecimentos matemáticos e seus conceitos possibilitam ao sujeito agir objetivamente na realidade. Em resumo, para depreender a realidade e seus fenômenos, o ser humano desenvolveu conhecimentos matemáticos pautados em uma linguagem aritmética, algébrica, algorítmica, geométrica, estatística, combinatória, probabilística, de padrões e sequências.

Retomando Vigotski (1996), o conceito retrata uma coisa objetiva em sua complexidade. É apenas quando chegamos a conhecer o objeto em todos os seus nexos e relações que realmente construímos um conceito. Conforme a lógica dialética, o conceito não engloba só o geral, como também, o singular e o particular.

Diante deste viés vigotskiano, do referencial teórico e das pesquisas analisadas que tratam do pensamento computacional na Educação Matemática, elegemos três nexos conceituais que compõem o conceito de pensamento computacional:

- a) Resolução de problemas (do ponto de vista da Teoria Histórico-Cultural);
- b) Pensamento algébrico;
- c) Pensamento algorítmico.

Estes nexos conceituais fazem parte dos conhecimentos matemáticos escolares e, na sua relação inseparável e dialética, do nosso ponto de vista, permite depreender o movimento do pensamento computacional. Trataremos de cada um desses nexos nas subseções que se seguem.

Para tanto, fundamentamo-nos nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e do movimento lógico-histórico, os quais referenciam o método dialético como fundamento à construção de conceitos. De acordo com este método, a análise do processo (movimento) deve suplantar uma análise direcionada somente ao objeto (puramente descritiva e estática). Ademais, é preciso organizar os nexos de tal modo que revelem as relações dinâmicas, reais e concretas, em contraposição ao arrolamento de características externas (somente descritas, mas não explicadas). De resto, este método enfoca em uma análise semântica (o que os nexos conceituais significam – nexos externos) e, ao mesmo tempo, sistêmica (como estes nexos se situam e funcionam no campo das interações sociais – nexos internos), cujo escopo é tomar o fenômeno em seu movimento, em sua historicidade e complexidade.

Neste embasamento, estes três nexos conceituais que elaboramos resistem à operacionalização, ou seja, opõem-se ao determinismo engendrado pela tendência dos elementos construídos para o pensamento computacional, no contexto da Ciência da Computação. Estes elementos, quando voltados à Educação Matemática, mostram-se puramente descritivos, estáticos e externos à realidade lógico-histórica desta área de conhecimento e de seus respectivos conhecimentos.

Kosik (2002) orienta que, para se apreender um fenômeno dialeticamente, é necessário atingir a sua essência. Portanto, a essência do pensamento computacional, na Educação Matemática, é constituída por intermédio da construção de nexos conceituais, que tem concatenação com os conhecimentos matemáticos. Estes nexos oportunizam desvelar o movimento do pensamento computacional, isto é, a sua essência.

Neste sentido, defendemos que a natureza destes três nexos conceituais elegidos para compor e fundamentar o pensamento computacional na Educação Matemática, não se demonstra por meio da contemplação direta de um ou outro objeto de forma fragmentada (imediaticidade ou aparência do fenômeno). Em outras palavras, estes nexos têm relações intrínsecas com a dinâmica lógico-histórica dos conhecimentos matemáticos, constituindo uma unidade dialética.

Nas seções a seguir, especificamos, sucintamente, os três nexos conceituais já elencados.

5.1 NEXO CONCEITUAL: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA PERSPECTIVA DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Onde o meio não cria os problemas correspondentes, não apresenta novas exigências, não motiva e nem estimula com novos objetivos o desenvolvimento do intelecto, o pensamento não desenvolve todas as potencialidades que efetivamente contém.

L. S. Vigotski (2000)

O ser humano é um típico resolvidor de problemas, já que sua vida cotidiana demanda, continuamente, envolvimento assíduo em determinadas situações-problemas. Por este motivo, resolver problemas é uma necessidade humana, posto que a maior parte do nosso pensamento consciente está direcionado para algum tipo de situação-problema. Um problema é algo que intentamos ou necessitamos resolver, por intermédio de uma dificuldade inicial. Em regra, é uma situação que, *a priori*, o sujeito não tem uma estratégia para resolvê-la. Por isso, deve elencar estratégias para transpor o problema.

Cabe frisar que há diferentes visões do que seja um problema. Em uma perspectiva filosófica, Saviani (1996, p. 14) indica a que a “[...] essência de um problema é a necessidade”. Isto significa que o problema é uma questão cuja resposta é desconhecida e há uma essencialidade em conhecê-la. Por isso, é uma dificuldade que exige uma transposição, ou seja, “[...] uma necessidade que se impõe objetivamente e é assumida subjetivamente” (SAVIANI, 1996, p. 16). 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”.

Já na perspectiva Histórico-Cultural, Majmutov (1983), Moisés (1999) e Marco (2004) argumentam que um problema, para ter esta conotação, deve ser assumido como uma necessidade pelo sujeito, a tal ponto deste querer resolvê-lo. Em termos mais específicos, um problema requisita que o sujeito se conscientize de sua essencialidade. Ademais, estes autores enfatizam que um problema não é puramente uma questão intelectual, mas também afetiva e sociocultural. À vista disso, um problema necessita afetar o sujeito, demandando envolvimento subjetivo (afetividade), corporal e intelectual (mobilização de funções psíquicas), na busca por uma solução³⁶.

³⁶ Vigotski (1995) considera que toda forma de ação intelectual de um sujeito, não está desatrelada de uma ação motora e afetiva. Em outras palavras, este autor analisa que o processo de significação, por exemplo, é um modo de produção e utilização de signos, em que é materializado pela vinculação entre o sujeito (corpo, unidade intelectual-afetiva) com seu o meio sociocultural (integrado por outras pessoas, variados conceitos e conhecimentos culturais, signos, relações afetivas etc.). Nesses moldes, o agir é psíquico, motor e afetivo, sendo influenciado fatores socioculturais, como situações-problema.

Nesse sentido, analisamos que um problema cria uma espécie de relação dialética entre o conhecimento que se tem e quais conhecimentos ou funções psíquicas e afetivas precisam ser mobilizadas para se resolver uma situação-problema no bojo de uma conjuntura sociocultural. Um problema está situado em uma espécie de zona intermediária que, em um ponto está algo desconhecido (aquilo que não se sabe) e, em outro extremo, um conhecimento já apropriado, o qual propicia estabelecer analogias.

No âmbito da Educação Matemática, a resolução de problemas, sob o viés da Teoria Histórico-Cultural, é vista como um meio para envolver os alunos em situações-problema concretos, estimulando o desenvolvimento do pensamento matemático. Quer dizer, a resolução de problemas possibilita 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 (MOISÉS, 1999; MARCO, 2004; KRAVTSOV, 2019; GÓMEZ-LÓPEZ, 1997).

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

Desse modo, o conhecimento matemático, pela ótica da Resolução de Problemas, rompe o paradigma de um conhecimento a ser meramente reproduzido. Esta compreensão pode ser encontrada nos estudos de autores como Carrillo e Contreras (2000) que, no que lhes cabe, ideiam que a resolução de problemas pode ser entendida como a “força motriz” na construção do conhecimento matemático.

[...] aprender a resolver problemas es el principal motivo para estudiar matemáticas. La resolución de problemas es el proceso de aplicar el conocimiento previamente adquirido a las situaciones nuevas y no familiares. [...] Las estrategias de resolución de problemas envuelven proponer cuestiones, analizar situaciones, traducir resultados, ilustrar resultados, dibujar diagramas, y usar ensayo y error (CARRILLO; CONTRERAS, 2000, p. 14)³⁷.

³⁷ **Tradução:** “[...] aprender a resolver problemas é o principal motivo para estudar matemática. A resolução de problemas é o processo de aplicar o conhecimento previamente adquirido a situações novas e familiares. [...] As estratégias de resolução de problemas envolvem propor questões, analisar situações, explicar resultados, ilustrar resultados, criar diagramas e usar o teste e erro.

Entretanto, vale destacar que no contexto da resolução de problemas, a função do professor é essencial, já que é o responsável pela organização, condução e manutenção de um ambiente investigativo para se produzir matemática. Nestes termos, a resolução de problemas requer o professor como um organizador do processo de ensino, porquanto nada adianta se ele apresentar aos alunos certos problemas e esperar que tudo se resolva por si só.

Defendemos que o papel do professor, no que compete à resolução de problemas, é de organizar um ambiente de aprendizagem, que desencadeie desafios, argumentações, debates, reflexões, investigações, questionamentos, problematizações, legitimações em relação às produções dos alunos e aos espaços de diálogos. Enfim, a valorização dos conhecimentos dos alunos (leitura de mundo), na sua ligação com os conhecimentos trabalhados no bojo da sala de aula.

Na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural, Majmutov (1983) sustenta que a resolução de problemas é pautada em dois preceitos básicos e visa, sobretudo, o desenvolvimento de conhecimentos. O primeiro preceito é o analítico-lógico, o qual se liga à resolução de problema por intermédio da linguagem algorítmica, algébrica e/ou da relação entre padrões e sequências. Nessa acepção, os processos de interpretação de dados, análise e síntese, generalização, abstração e concretização, em síntese, são formas de operações mentais que decorrem como etapas, porém não de forma linear e estanque. Isto significa que intercorrem em um sentido dialético, porquanto o movimento de resolução de problemas é algo complexo e dinâmico. O segundo preceito concerne ao pensamento heurístico, que está concatenado ao pensamento intuitivo, por esta razão, a elaboração de procedimentos de resolução é baseada no levantamento/criação de hipóteses.

Sob a perspectiva Histórico-Cultural, postulamos que a resolução de problemas é entendida como um processo pedagógico ativo realizado pelo professor e seus alunos, que requer que estes alunos se constituam como atores de sua aprendizagem, moldando para si um poder fazer. Em outros termos, a resolução de problemas intenta que os conhecimentos matemáticos objetivem provocar um movimento nos alunos, no sentido do saber fazer e do poder fazer. Destarte, concebemos que a resolução de problemas é um dos primeiros nexos conceituais do pensamento computacional.

Isto posto, delineamos, formalmente, algumas características da resolução de problemas (nexos externos), na concepção da Teoria Histórico-Cultural, visando ao pensamento computacional:

- a) é uma situação que requer leitura e interpretação do problema, objetivando o processo de identificação das informações presentes no enunciado da atividade;

- b) demanda decomposição do problema, ou seja, análise e síntese sobre as informações dadas, com vistas à sistematização das ideias;
- c) requisita o processo de levantamento de hipóteses: mobilização de conhecimentos para a elaboração de possibilidades e testagem das conjecturas;
- d) promove a elaboração de uma estratégia de resolução: processo de utilização da estratégia, ou seja, a tomada de decisão;
- e) promove reflexão sobre a resolução.

Para exemplificar o uso dos nexos externos da resolução de problemas, segue uma ilustração intitulada “O enigma das seis peças”.

Figura 10 - O enigma das seis peças

	I			S	
				A	
		4			
2	O	3		E	
		L			

Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

A situação-problema supracitada tem o seguinte enunciado: Nesta parte de um tabuleiro de xadrez (6x6) há 36 casas e 6 peças: Rei, Rainha/Dama, Torre, Bispo, Cavalo e Peão. O local de cada peça está indicado por uma letra. Os números presentes no tabuleiro referem-se às casas que essas peças atacam. Pergunta-se, **é possível identificar as peças representadas pelas letras?**

Em linhas gerais, essa situação-problema fechada, embora admita somente uma resposta, tem diferentes maneiras de ser resolvida e de registrar a resolução. Em resumo, este problema demanda, de antemão, conhecer o movimento das peças do xadrez. Nesse caso, se utilizado em aula, seria necessário o professor ceder aos alunos um tutorial com os movimentos das peças. A partir daí, temos uma leitura e interpretação da situação, com a finalidade de identificar as informações presentes e que serão úteis para resolver o problema. Elencadas as

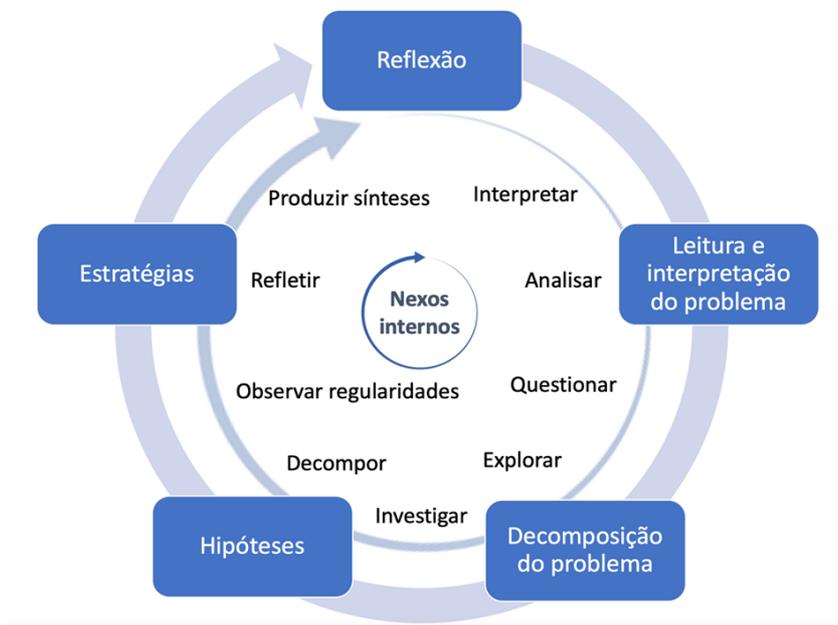
informações, inicia-se o segundo momento, que é decompor o problema. Sabemos que há 6 peças no tabuleiro (letras) e que três casas estão ameaçadas por estas peças. Estas três casas possuem duas, três e quatro ameaças respectivamente (números). Aqui principia o movimento de levantamento de hipóteses e análise das possibilidades de ação, quer dizer, conjectura-se o posicionamento das peças partindo das casas atacadas. Na sequência, a construção de uma estratégia de resolução e, enfim, a reflexão sobre a resolução (momento de verificação).

Cabe ressaltar que estes nexos externos da resolução de problemas não podem ser vistos como elementos estanques e estruturados, mas sim dialéticos. Isto significa que é preciso analisar esse processo sendo composto por partes, as quais dialogam e se complementam. Em um problema, existe uma conjuntura que dá *corpus* para estes nexos se desenvolverem, mediante a relação sujeito e situação-problema.

Nesse sentido, esta relação decorre da ligação da resolução de problema com o pensamento algorítmico e algébrico. Em suma, os processos de resolução abarcam a interpretação de dados, análise e síntese, generalização, abstração e concretização. Em outros termos, são formas de operações mentais que acontecem como etapas, porém não de forma linear e estagnada. Ademais, existe o pensamento heurístico que está concatenado ao pensamento intuitivo. Por esta razão, a construção de procedimentos de resolução é baseada, sobretudo, no levantamento e criação de hipóteses.

No que corresponde aos nexos internos, trata-se de toda situação em que o sujeito se vale dos nexos externos na resolução de problemas. Portanto, concerne ao agir humano como uma experiência significativa (unidade intelectual-afetiva), ao ato de produção de conhecimentos e à utilização das funções psíquicas para analisar e entender determinadas situações-problemas (leitura e observação crítica), criar estratégias, argumentar, comunicar ideias, avaliar resultados e mobilizar diferentes habilidades e conceitos. Como já foi dito, se os nexos externos se voltam ao aprender a resolver problemas (aplicar conceitos e conhecimentos previamente apropriados), os nexos internos referem-se ao aprender matemática resolvendo problemas (compreender e saber fazer), para ampliar a leitura de mundo (poder fazer), como ilustrado na imagem a seguir.

Figura 11 - Relação entre nexos externos e internos da Resolução de Problemas



Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

Nesses moldes, a vinculação entre nexos externos e internos da resolução de problemas deriva de um processo dinâmico e cíclico. Cabe assinalar que, na contextura desse movimento dialético, os conceitos e conhecimentos matemáticos desempenham, em alternância, a função de meio para resolver problemas e de fim (intenta a produção de conhecimentos matemáticos).

Por este motivo, a resolução de problemas (no contexto da Teoria Histórico-Cultural) é um nexo conceitual relevante ao pensamento computacional na Educação Matemática, posto que está relacionado à produção de conhecimentos matemáticos no âmbito da sala de aula. Em sua configuração conceitual, visa conduzir os alunos em um movimento dialético de interpretar, analisar, questionar, explorar, investigar, decompor, refletir, observar regularidades e produzir sínteses, tendendo à criação de resoluções e/ou estratégias.

5.2 NEXO CONCEITUAL: PENSAMENTO ALGÉBRICO

O conhecimento que o aluno adquire não só amplia sua consciência, como também modifica seu próprio modo de pensar.

Lucia Moysés (2009)

Na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural de Vigotski (1995, 2000, 2018, 2021), como visto na seção 2.3, a linguagem (conjunto de signos sistematizados em palavra verbal, gestos etc.) é um instrumento de pensamento, de igual modo, o pensamento tão apenas existe

pela linguagem. Nesse sentido, o pensamento é formado pela linguagem, isto é, por signos produzidos histórica e culturalmente. Vale enfatizar que um signo é um elemento que representa, explana ou expressa fenômenos, objetos, eventos e/ou situações. Os signos são orientados ao próprio sujeito, na sua vinculação com os outros sujeitos (fala, escrita, gestos etc.) e com a sua realidade sociocultural (modos de agir, significação etc.). À vista dessa particularidade, a linguagem, na condição de sistema semiótico, é necessária à formação do pensamento, posto que propicia ao sujeito operar intelectualmente diante da realidade.

Nesse contexto, pela apropriação da linguagem, dá-se a constituição da consciência. Dito isso, pode-se perceber que o pensamento é um processo semiótico constituído por signos e pela significação. Sinteticamente, a relação entre sujeito e realidade é mediada pela linguagem (sobretudo pela palavra), sendo esse um produto da própria atividade humana materializada “na” e “pela” cultura, veiculada e ressignificada de geração para geração.

Todo pensamento procura unificar alguma coisa, estabelecer uma relação entre coisas. Todo pensamento tem um movimento, um fluxo, um desdobramento, em suma, o pensamento cumpre alguma função, executa algum trabalho, resolve alguma tarefa (VIGOTSKI, 2000, p. 409).

Assim, compreendemos que o pensamento institui um conjunto de operações mentais que possibilita entender a realidade. Em síntese, o pensamento pode ser apreendido como uma prática sociocultural materializada no corpo/movimento cinestésico, a partir de gestos, ações motoras etc. Como também, na aplicação de signos, como a palavra, símbolos matemáticos ou geométricos, oralidade etc., e no uso de instrumentos culturais, como computadores, calculadoras, ábacos etc.

No caso do pensamento algébrico, este tem por peculiaridade o estabelecimento de regularidades entre coisas, via percepção mais abstrata e generalizada a qual propicia organizar a realidade. Consideramos o pensamento algébrico como uma atividade puramente humana, sendo um modo de produção de significados. O pensamento algébrico é um meio profícuo de sistematizar a realidade, moldar conjunturas e desenvolver modelos.

Desse modo, mediante a unidade pensamento-signo, compreendemos que o pensamento algébrico corrobora na formação e apropriação de conceitos, na organização do contexto sociocultural, na mediação entre sujeitos e o objeto de conhecimento, na constituição da consciência. Ou, como propõem Kaput (2007) e Radford (2014), o pensamento algébrico

seria, então, composto de elementos materiais e ideais, quer dizer, por formas de imaginação na sua relação com ações concretas diante de artefatos culturais.

Isto posto, delineamos formalmente algumas características do pensamento algébrico (nexos externos), na concepção da Teoria Histórico-Cultural, intencionando ao pensamento computacional:

- a) o pensamento algébrico é resultado da produção e uso de modelos algébricos (representações);
- b) o pensamento algébrico representa a construção e utilização de estruturas e procedimentos algébricos, como algoritmos, regras, símbolos, incógnitas, medidas, números, propriedades de operações, sequência etc.;
- c) o pensamento algébrico diz respeito à operacionalização da linguagem algébrica (por exemplo, expressões algébricas, registros escritos, esquemas, reconhecimento de padrões etc.).

Kaput (2007) e Radford (2014) preconizam que o pensamento algébrico é uma maneira profícua de generalizar e formalizar padrões dentro ou fora da Matemática, mediante o uso (ou não) da linguagem algébrica em sua forma materializada (signos escritos). Ademais, estes autores afirmam que o pensamento algébrico igualmente abarca as ações de sistematizar cálculos e relações, analisar funções e variações, modelar e aplicar a linguagem para estudar e controlar fenômenos.

Analisamos que estes nexos externos se fundamentam do modo apresentado, pela razão de idearmos o pensamento algébrico como um movimento da realidade física e sociocultural que produzimos e vivenciamos. É um movimento que, nas palavras de Radford (2014), representa o ato de pensar e simbolizar algebricamente. Em outros termos, o pensamento algébrico engloba conceitos e ações estratégicas aprendidas e desenvolvidas no contexto escolar ou não, contudo, muitas vezes, esse tipo de pensamento não tem uma formalização algébrica (escrita). Quando há ocorrência de formalização, então, usa-se da linguagem como meio de representação simbólica (aplicação de um sistema de signos).

Pontuamos que estes nexos externos do pensamento algébrico não podem ser analisados como elementos estáticos e estruturados, mas sim dialéticos. Por esta razão, é essencial concebermos esse movimento sendo composto por partes, as quais dialogam e se complementam. No pensamento algébrico, há uma sistematização das ideias e um ato de pensar analiticamente para resolver um problema, em que se pode, ou não, usar a linguagem algébrica.

Com isso, há uma conjuntura que dá *corpus* para estes nexos se desenvolverem, por intermédio da relação sujeito e realidade.

No que compete aos nexos internos do pensamento algébrico, depreendemos, como toda situação em que o sujeito faz uso dos nexos externos como forma de descrever sua compreensão sobre a realidade, organizar o pensamento e resolver problemas. Com base nos nexos internos do pensamento algébrico, os alunos analisam, generalizam e abstraem relações, regras e estruturas, tal qual, operam a linguagem algébrica.

Nessa perspectiva, os nexos internos do pensamento algébrico refletem a relação intrínseca entre abstrato e concreto. Isto denota um movimento que age nos conceitos, no processo de abstração. Dito de outra maneira, do abstrato ao concreto, no pensamento algébrico, não condiz com uma transposição do plano sensível ao plano racional. Pelo contrário, corresponde a um movimento dialético “no” e “do” pensamento. Em suma, para que o pensamento algébrico possa se tornar concreto, precisa de um movimento do plano abstrato (contestação do plano sensível, imediato e evidente). Portanto, a dialética do pensamento algébrico concerne à superação do abstrato pelo concreto, em que a concreticidade visa à sua ascensão diante do abstrato. Ora, o pensamento algébrico é um conhecimento sobre a realidade, por isso a sua totalidade concreta precisa reproduzir a realidade em todas as suas facetas e dimensões.

Entendemos o pensamento algébrico 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). Defendemos que o pensamento é alicerçado pela linguagem e seus simbolismos, sendo basilar para subsidiar e comunicar ideias, resultados, percepções. Por conseguinte, o pensamento algébrico materializado em uma linguagem algébrica formal, sustenta a construção de significações a respeito de símbolos e operações algébricas da aritmética e, subsequentemente, a resolução de problemas que demandem a utilização do pensamento algébrico para a sua solução.

Vejam, como exemplo, o jogo pega-varetas. Trata-se de um jogo em que um feixe de varetas, de diferentes cores, é solto em uma mesa, objetivando que caiam desordenadamente umas sobre as outras. Um jogador, de cada vez, elege uma vareta para ser retirada do monte e deve fazer isso sem mover as demais. Se nenhuma das varetas se movimentar, então, pega a sua vareta capturada e continua jogando até errar (se isso ocorrer, passa a vez para o outro). Ao

final da partida, calcula-se a pontuação para as varetas segundo a sua cor: verde – 5 pontos; azul – 10 pontos; amarela – 15 pontos; vermelha – 20 pontos; preta – 50 pontos.

Se, no contexto da sala de aula, fosse solicitado aos alunos registrarem as suas varetas capturadas e respectivas pontuações, como seria? Por exemplo, se Alice capturasse quatro varetas da cor verde, duas da cor amarela, duas da cor vermelha e uma da cor azul. Como ela poderia organizar esses dados, para exibir e justificar a sua pontuação diante da turma de modo escrito?

Uma das maneiras seria: 4×5 (verde) = 20 pontos; 2×15 (amarela) = 30 pontos; 2×20 (vermelha) = 40 pontos; 1×10 (azul) = 10 pontos. Agora, basta Alice somar estes valores: $20 + 30 + 40 + 10 = 100$ pontos. Então, Alice conseguiu 100 pontos, capturando, ao todo, nove varetas. Podemos perceber que ela calculou o valor de cada vareta capturada conforme a sua pontuação, usando de símbolos matemáticos, especificamente, números e dos símbolos da adição e multiplicação. No entanto, poderia, também, sistematizar as pontuações, desenhando as varetas e, para cada qual, poderia produzir uma representação numérica escrita ou verbalizada oralmente, sobre os valores obtidos no jogo. Por exemplo, desenhar duas varetas amarelas, na frente de cada vareta colocar o valor respectivo (15 pontos) e findar com o valor total da soma destas duas varetas (30 pontos) ou mencionar oralmente.

A partir de uma vivência de jogo como conteúdo, pode-se explorar os nexos internos do pensamento algébrico, mediante as formas de se interpretar e produzir simbolizações numéricas, conjecturas, análises de regularidades e possibilidades de jogadas, com o uso da linguagem escrita e oral, de registros informais e da linguagem algébrica. Cabe pontuar que o pensamento algébrico abrange estratégias de cálculo mental, escrito, por estimativa ou exato, pelo qual se aplicam as propriedades das operações e da linguagem matemática. Dito isso, o pensamento algébrico caracteriza-se por possibilitar aos alunos um movimento que vai da observação de situações à generalização e sistematização de uma estratégia (com formalização de uma linguagem algébrica ou não).

A partir da perspectiva da Teoria Histórico-Cultural, entendemos que o pensamento algébrico tem um duplo aspecto, posto que, por um lado, remete-se aos sistemas de significação construídos histórica e culturalmente pelas sociedades (aspecto coletivo da linguagem algébrica), por outro, tange à experiência individual e social de cada sujeito em cada ato de pensamento (aspecto individual).

Nesse entendimento, analisamos que o pensamento algébrico, intermediado pelos processos de significação (relação dialética entre nexos externos e internos), proporciona ao sujeito apropriar-se dos meios de acesso atinentes ao universo dos sistemas semióticos criados

historicamente pelas pessoas, nesse caso, a linguagem algébrica, bem como os seus desdobramentos e usos.

O pensamento algébrico se concretiza e atua desde que ele mesmo seja um conjunto especial de relações interfuncionais entre pensamento e linguagem. Quer dizer, trata-se de um ato humano consciente mediado por signos, que engloba e mobiliza um conjunto complexo de concatenações interfuncionais de origem sociocultural. O pensamento algébrico pode decorrer a partir de diferentes linguagens: oralidade, escrita, gestual etc.

Em síntese, o pensamento algébrico assume a linguagem algébrica formal (letras, números, expressões numéricas, sequências), bem como de outros elementos de linguagem (gráficos, tabelas, desenhos, quadros etc.), sendo aplicados com vistas à generalização, sobretudo na análise de relações entre quantidades, nos estudos sobre estruturas, na resolução de problemas, na modelagem etc. Por isso, o processo de generalização, pertencente ao pensamento algébrico, intercorre com base em situações individuais (pensamento matemático) e externas (uso da linguagem matemática).

O pensamento algébrico abarca habilidades de representação, de resolução de problemas, de operações e análises matemáticas de situações, tendo as ideias e os conceitos algébricos como suporte. Assim, os nexos conceituais (externos e internos) do pensamento algébrico são habilidades fundamentais, que o sujeito precisa desenvolver a fim de agir teórica (abstrata) e concretamente.

Concebemos que pensamento computacional e pensamento algébrico avançam por intermédio de um ensino sustentado no movimento lógico-histórico dos conceitos, oportunizando a apropriação do conhecimento intermediado pelos nexos conceituais externos e internos (gênese do conceito, seu movimento de formação e sua aplicação prática no cotidiano).

Dessa maneira, são nos nexos conceituais que estão radicadas as representações individuais e coletivas da realidade objetiva, em concordância com as práticas histórico-culturais acumuladas pelo ser humano no que tange ao pensamento algébrico.

Um exemplo do desenvolvimento do pensamento algébrico, tendo como base situações individuais e coletivas da realidade objetiva, no âmbito da Educação Matemática, é o uso de padrões e sequências. Nesse caso, estamos nos referindo a uma disposição ou arranjo de números, formas, cores ou sons em que se constata regularidades. Nesse viés, padrões e sequências representam regularidades que propiciam ordenar algo em meio a desordem. Davis e Hersh (1985, p. 167) argumentam que [...] o próprio objectivo da Matemática é, em certa

medida, descobrir a regularidade onde parece vingar o caos, extrair a estrutura e a invariância da desordem e da confusão”.

Assim, compreendemos que padrões e sequência não se trata de algo linear, mas dialético. Ora, o uso de padrões é um meio de organizar situações cotidianas por intermédio da capacidade de interpretar dados, resolver problemas e estabelecer uma sistematização destas informações. Esse processo representa um movimento, uma espécie de dinamismo, em que o pensamento algébrico representa uma função essencial. Quer dizer, corrobora na interpretação e generalização de ideias e informações, propiciando, *a posteriori*, a sistematização das informações (padrões).

Por esse prisma, defendemos que analisar padrões e sequência, no âmbito da Teoria Histórico-Cultural, é compreendê-los sob a ótica da dialética. Todavia, não concerne a uma linearidade ou um acúmulo sucessivo de dados padronizados e sequenciados. Mais do que isto, é um processo complexo irregular e dinâmico, com continuidades e descontinuidades. Nesse contexto, compreendemos que um padrão pode ser definido como um movimento generalizado de regularidades.

Nesses termos, consideramos que os padrões são igualmente aplicados em processos de resolução de problemas, por exemplo. Vejamos, quando buscamos interpretar uma situação-problema, estamos levantando informações sobre ela, ou seja, estamos procurando padrões (organizar dados relevantes). Destarte, envolve reconhecer padrões (analisar aspectos matemáticos) e, por conseguinte, arquitetar uma solução por meio da generalização do padrão (aplicação da resolução, criando uma sequência).

Borrallho *et al.* (2007) analisam que os estudos com padrões, no âmbito da sala de aula, abrangem: depreender padrões, relações e funções; representar e analisar conjunturas; aplicar modelos matemáticos para representar e entender as relações quantitativas e estudar e sintetizar as mudanças em vários contextos. Por esta razão, as autoras reforçam que o pensamento algébrico é a generalização da aritmética, com base na procura de padrões numéricos.

Nesse sentido, observamos que padrões e sequências se ligam ao desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, porquanto são disposições providas de regras lógicas de sistematização, podendo ser repetitivas ou não. Ademais, analisamos que padrões e sequências envolvem o ato de classificar e de ordenar diferentes informações e dados, objetivando à compreensão da realidade mediante o conhecimento matemático. Em resumo, o pensamento matemático, nessa perspectiva, adquire forma e existência por via dos signos sistematizados (padrões).

No contexto da Matemática escolar, os padrões e as sequências auxiliam os alunos a fazer generalizações e a reconhecer padrões em conjunturas diversas e amplas. Por este motivo, oportuniza analisar relações, encontrar conexões, elaborar generalizações, construir hipóteses, em suma, desenvolvendo um tipo de pensamento matemático profícuo à resolução de problemas e à abstração (VAN DE WALLE, 2009).

Polya (1995) sustentou que existe uma associação entre padrões e a resolução de problemas. Para este autor, o processo heurístico é uma busca por padrões, já que intenciona o movimento de exploração, experimentação, conjecturação, generalização, teste e prova, reflexão e debate sobre a resolução. Toda essa sistemática é, em suma, uma procura por regularidades.

A partir desses pressupostos, esquematizamos, formalmente, algumas características a respeito de padrões e sequências (nexos externos), na concepção da Teoria Histórico-Cultural, intencionando ao pensamento computacional:

- a) utilizar múltiplas representações de um padrão, com objetos concretos, de modo pictórico (desenhos, esquemas etc.) e/ou simbólico (números, letras, palavras), visando à resolução de uma atividade;
- b) constatar regularidades;
- c) encontrar um padrão em uma sequência;
- d) registrar o padrão verbalmente (oralidade) e/ou por escrito;
- e) seguir uma sequência;
- f) antecipar signos em uma sequência;
- g) desenvolver uma sequência a partir de um padrão;
- h) generalizar.

À guisa de exemplo, analisamos uma possível atividade sendo desenvolvida em aula, nomeada “jogo cooperativo da ordenação”. Neste jogo, os alunos são dispostos aleatoriamente, lado a lado, sobre uma linha, ficando enfileirados. Ao sinal, estes alunos devem organizar-se criando um padrão. Pode ser do maior para o menor em termos de estatura ou, ainda, organizarem-se de acordo com a idade, do mais novo ao mais velho (ou vice-versa). Vamos supor que estes alunos queiram organizar-se alfabeticamente, de A a Z, tomando a letra inicial de seus respectivos nomes como norte para se disporem. Suponhamos que temos os alunos: Maria, José, Pedro, Elena, Helena, Rômulo, Carlos, Carina, Elaine, Elizeu, Marta. Estes estão dispostos lado a lado e precisam organizar-se pois essa é a situação-problema, qual seria o

padrão? Basicamente, seria assumir uma organização mediante a letra inicial de cada nome, dispostos segundo os critérios de ordenamento do alfabeto.

Dessa maneira, por meio deste padrão ideado pelos alunos, pode-se constatar regularidades e desenvolver, assim, uma sequência a partir deste padrão. A sequência seria a distribuição dos alunos sobreditos, conforme aludido na situação-problema. Porém, e se dois alunos tiverem a mesma letra? Esta faceta geraria a criação de outra regra: tomar a sílaba como referência e, caso persistisse a igualdade, poder-se-ia seguir o restante das letras do nome dos alunos até perceber qual viria antes. Nesse sentido, a sequência, neste exemplo, ficaria neste formato: **Carina**, **Carlos**, **Elaine**, **Elena**, **Elizeu**, **Helena**, **José**, **Maria**, **Marta**, **Pedro**, **Rômulo** (usamos negrito para indicar as diferenciações na sequência de nome). No mais, cabe destacar que este padrão pode ser generalizado para outros contextos.

Com base no exemplo e nos nexos externos elucidados, reforçamos que padrões e sequências provêm de um movimento dialético da realidade física e sociocultural que produzimos e experienciamos cotidianamente. Nesse entendimento, padrões e sequências representam um movimento generalizado de regularidades, que abrangem conceitos e ações estratégicas aprendidas e aplicadas no âmbito escolar ou não. Para a sua formalização, empregase a linguagem, quer dizer, a oralidade, o pictórico, a língua escrita ou até mesmo como uma maneira de representação simbólica.

Assim, os nexos externos dos padrões e sequências não são entes estanques e estruturados, porém, dialéticos, pois, estes elementos dialogam e se ligam intrinsecamente. É este fator que enseja a estes nexos se desenvolverem, mediante a vinculação sujeito e realidade, na resolução de problemas ou na interpretação de conjunturas cotidianas.

Correspondente aos nexos internos dos padrões e sequências, analisamos que se trata de toda situação em que um sujeito emprega os nexos externos como maneira de entender e organizar a sua realidade sociocultural, interpretar informações, estruturar dados, sistematizar o seu próprio pensamento e/ou resolver problemas. Por isso, alicerçados nos nexos internos dos padrões e sequências, no contexto escolar, os alunos podem interpretar, analisar, ordenar, criar regularidades e generalizar situações, conhecimentos, dados de problemas e regras, outrossim, utilizar a linguagem matemática como modo de registro.

Consideramos que os nexos internos dos padrões e sequências concernem à concatenação entre abstrato e concreto. Isto denota uma relação de reciprocidade entre o sujeito e o objeto, perfazendo um movimento dialético pelo qual o sujeito atua, conscientemente, diante deste objeto, com base em conhecimentos produzidos e apropriados em seu contexto sociocultural. Assim sendo, a dialética dos padrões e sequências propendem à superação do

abstrato pela concreticidade (realidade objetiva). É um ato de pensar matematicamente, buscando regularidades a respeito de evidências e informações numéricas, geométricas, mapas, diagramas, desenhos, simbolismos algébricos etc., por meio do raciocínio lógico, das propriedades de igualdade da generalização e da construção de sequências, a fim de resolver problemas.

Portanto, inferimos que estabelecer padrões e sequências, no bojo da Teoria Histórico-Cultural, é sistematizar o pensamento, generalizando diferentes ideias matemáticas a partir da observação de um conjunto de dados. Para tal, faz-se basilar empregar signos como forma de explicar e depreender a realidade objetiva. Nesse embasamento, os padrões e as sequências compõem um modo de linguagem, sendo precípuos ao agir e ao pensar do sujeito. Por este motivo, ideamos que os padrões e as sequências, afora possuírem relação com a Resolução de Problemas, estão atrelados, intrinsecamente, ao desenvolvimento do pensamento algébrico.

O reconhecimento de padrões e a generalização através de regras que os próprios alunos podem formular, recorrendo a linguagem verbal e à simbologia matemática, permitindo que o ensino da álgebra se processe de modo gradual e ajudem a desenvolver a capacidade de abstracção essencial na aprendizagem matemática (VALE, 2012, p. 194-195).

Diante dessa elucidação, podemos constatar que a exploração de padrões e sequências, no contexto do pensamento computacional em Educação Matemática, proporciona aos estudantes experienciar, também, o pensamento algébrico. Padrões e sequências estão interligados ao pensamento algébrico e à resolução de problemas, dado que promove a generalização, com vistas à busca por regularidades. Por intermédio desse processo, pode-se reflexionar acerca da ligação entre a disposição dos padrões e a elaboração de generalizações.

5.3 NEXO CONCEITUAL: PENSAMENTO ALGORÍTMICO

A compreensão dialética da totalidade significa não só que as partes se encontram em relação de interna interação e conexão entre si e como o todo não pode ser petrificado na abstracção situação por cima das partes, visto que o todo se cria a si mesmo na interação das partes.

Karel Kosik (2002)

Iniciamos esta seção enfatizando, *a priori*, do que se trata um algoritmo. A pesquisadora Martignon (2015), descreve que a palavra “algoritmo” provém do nome do matemático persa al-Khwarizmi, que viveu no século IX e afirma que, em termos matemáticos, um algoritmo seria:

An algorithm is an instruction formulated as a finite set of rules to be performed sequentially or in parallel for obtaining a solution or an approximation to the solution of a well-specified problem. It may contain subroutines that are algorithms in themselves. An algorithm can be strictly deterministic or stochastic in nature. Fundamental features of an algorithm are its complexity and its amenability to implementation (MARTIGNON, 2015, p. 529).³⁸

Sintetizando, no sentido apresentado, um algoritmo pode ser considerado como uma sistematização matemática, que consiste em um conjunto finito de regras a serem desempenhadas metodicamente, com vistas a encontrar um resultado (resolução de um problema) ou, ainda, para se buscar uma organização do pensamento visando à resolução de um dado problema.

Martignon (2015) também ressalta que os algoritmos podem ser sequenciais ou paralelos. Quer dizer, nos algoritmos sequenciais, os passos que formam o algoritmo são ordenados e devem ser efetivados um após o outro. Já nos algoritmos paralelos, algumas das regras e operações devem ser executadas, simultaneamente, de modo não linear.

Para Chabert (1999, p. 455), [...] *an algorithm is defined as a finite and organised set of instructions, intended to provide the solution to a problem, and which must satisfy certain conditions*³⁹. Nessa concepção, o algoritmo pode ser aplicado em alusão a qualquer método usual, que objetive a solução para um dado problema. Vale pontuar que um algoritmo não é sinônimo de solução de um problema. O algoritmo é um processo para a resolução de um dado problema que, comumente, aceita várias vias para a sua resolução.

Destarte, um algoritmo tem estreita relação com a ideia de procedimentos, processos e/ou métodos a serem seguidos.

³⁸ Tradução: “Um algoritmo é uma espécie de instrução formulada, como um conjunto finito de regras a serem executadas sequencialmente ou em paralelo para obter uma solução ou uma aproximação para a solução de um problema bem especificado. Ela pode conter sub-rotinas que são algoritmos em si mesmos. Um algoritmo pode ser estritamente determinístico ou estocástico por natureza. As características fundamentais de um algoritmo são sua complexidade e sua facilidade de implementação”.

³⁹ Tradução: “[...] um algoritmo é definido como um conjunto finito e organizado de instruções, destinadas a fornecer a solução para um problema, e que devem satisfazer certas condições”.

À guisa de exemplo, podemos relembrar o modo (regras) como resolvemos o cálculo $18 - 9$, ilustrado na subseção 1.2, muitas vezes a maneira como aprendemos e ensinamos aos alunos não faz sentido, mas é uma regra que decoramos (decodificamos) para resolver determinados problemas. Portanto, ao mesmo tempo em que o pensamento algorítmico traz benefícios e seja totalmente usual em determinadas situações, faz-se necessário que nos atentemos sobre o seu uso e sua linguagem para a Educação Básica.

A fim de elucidarmos mais exemplos práticos do dia a dia, podemos observar seu desenvolvimento com uma receita de preparo de um bolo, um tutorial passo a passo para a junção de partes de um brinquedo, um manual para instalar um móvel em casa, um guia de instalação de um objeto eletrônico, os estágios de um tratamento médico, as estratégias máximas que permitem sempre vencer um jogo, descobrir o melhor trajeto para se locomover na cidade ou viajar. Estes exemplos são espécies de algoritmos.

Nessa linha de pensamento, compreendemos que um algoritmo pode ser caracterizado como a representação de uma sequência de ações ou processos a serem tomados para a concretização da resolução de um problema e/ou tarefa. Assim, se o algoritmo representa uma sequência, então, o pensamento algoritmo seria o uso consciente dos algoritmos pelas pessoas, na organização de ações, dados, acontecimentos ou na resolução de problemas.

Portanto, no contexto escolar, por exemplo, um aluno que aplica um algoritmo para resolver um problema tido como complexo, está exercendo seu pensamento algorítmico. Nesses moldes, o pensamento algorítmico exercido por este aluno corrobora na sistematização de um conjunto de fases sequenciadas para resolver problemas, realizar tarefas ou organizar dados.

No contexto do Pensamento Computacional, ideamos que o conceito de pensamento algorítmico pode ser designado como um método aplicado pelo sujeito na decomposição, resolução e execução de ações, tendendo à busca por um determinado resultado (padrão generalizável, sequência lógica etc.). Dessa maneira, é um tipo de raciocínio matemático ordenado.

Assim, o pensamento algorítmico está interligado ao conjunto de procedimentos de cálculos, ao uso de signos, operações e regras matemáticas, outrossim, à disposição lógica (sequência), à criação de etapas e à busca por regularidades e padrões. Em linhas gerais, o pensamento algorítmico intenciona à resolução de problemas e à procura por regularidades e padrões, voltados à generalização.

No âmbito escolar, um trabalho voltado ao pensamento algorítmico precisa frisar situações de aprendizagem pautadas nos usos dos algoritmos de modo significativo, isto é, provido da construção de significados pelos alunos. Defendemos a problematização de

atividades, que instiguem os alunos a produzirem estratégias, elaborarem hipóteses e resolverem problemas, usando a intuição, a dedução e as analogias. Dessa maneira, contrapomos um ensino que intencione à memorização de padrões e sequências, privilegiando a formalização de conceitos e regras.

Em termos gerais, esses pressupostos evidenciam que um algoritmo não é, essencialmente, um programa de computador e que o pensamento computacional não é sinônimo de linguagem de programação, representada pela algoritmização. Para além desse fator, o pensamento algorítmico é um procedimento lógico, metodizado em etapas com a finalidade de realizar tarefas cotidianas, resolver problemas complexos, criar padrões e generalizar, organizar situações sociais que demandem ordenação.

Stephens (2018) ratifica essa concepção, ao inferir que o pensamento algorítmico é um modo particular de raciocínio matemático, que se alicerça na abstração, na decomposição de uma conjuntura (subproblemas e subtarefas de um problema), na construção de um padrão e na generalização.

O mesmo autor também confere um caráter de produto ao algoritmo. Sua materialidade (registro escrito) pode ser replicada em outros contextos ou em análoga conjuntura em que foi arquitetado. A título de exemplo, se usarmos o pensamento algorítmico para resolver uma tarefa e alcançarmos um triunfo, então, teremos produzido um algoritmo para esta tarefa.

Nesse viés, delineamos, formalmente, algumas especificidades do pensamento algorítmico (nexos externos), na concepção da Teoria Histórico-Cultural, intencionando ao pensamento computacional:

- a) decomposição;
- b) reconhecimento de regularidades;
- c) generalização e abstração;
- d) linguagem algorítmica.

A decomposição representa o processo de interpretação e análise de um problema ou tarefa, decompondo-o em dados específicos (subproblemas ou subtarefas). Já o reconhecimento de regularidades, denota um movimento de reconhecimento de padrões, repetições e similaridades em um problema ou tarefa.

Por generalização e abstração, enfatizamos o processo de identificação de sequências lógicas em um problema ou tarefa e de organização destas sequências em instruções ou parâmetros, com a finalidade de arquitetar uma resolução. A generalização corrobora para a replicação de um modelo algorítmico, como também com a sistematização de padrões e sequências.

Por sua vez, a linguagem algorítmica corresponde à operacionalização do pensamento algorítmico por intermédio da linguagem. Isto significa registrar resoluções de problemas ou tarefas por intermédio de signos matemáticos, pictóricos ou alfabéticos e de representações gráficas (esquemas, infográficos, fluxogramas etc.), assim como expressar oralmente, passo a passo, uma resolução. Abarca, igualmente, o reuso de algoritmos já aplicados e apropriados (analogia).

Enfatizamos que estes nexos externos, relativos ao pensamento algorítmico, não podem ser analisados como itens estanques, porém, como elementos dialéticos. Tais nexos traduzem o movimento do pensamento, por esta razão, dialogam e se completam. No pensamento algorítmico existe uma articulação e um ordenamento das ideias. Em função dessa especificidade, os nexos internos do pensamento algorítmico refletem toda conjuntura em que o sujeito aplica os nexos externos como um meio de entender a sua realidade concreta, criando um padrão ou um procedimento (sequência lógica), que o ajude a esclarecer tarefas e solucionar problemas cotidianos.

Apoiamo-nos em Kopnin (1978) e Kosik (2002) para analisar que o ato de pensar é uma superação da experiência imediata e sensível (experiência empírica), porquanto abrange o abstrato e o concreto. Nesses termos, os nexos internos, no pensamento algorítmico, propiciam a exploração dos nexos externos para atingir o pensamento concreto (pensar a realidade de modo significativo). Em outros termos, é valer-se dos nexos externos (abstração, generalização, decomposição etc.) como mediação semiótica entre o sujeito e a realidade. Neste caso, emprega o pensamento algorítmico como meio de transpor a experiência empírica rumo ao pensamento.

Nesse sentido, os nexos internos do pensamento algorítmico englobam: o ato de reconhecer uma situação-problema ou tarefa (investigação e interpretação dos dados); a elaboração e execução de regras para resolver ou sistematizar a situação-problema ou tarefa; criar e seguir uma sequência lógica e, por conseguinte, desenvolver o padrão criado ou preestabelecido (condensado de regras) conforme a exigência da situação-problema ou tarefa; a ação de reformular ou generalizar o algoritmo aplicado em um problema ou tarefa (criar etapas parametrizadas).

À guisa de elucidação, se uma criança tem um conjunto de brinquedos, de todos os tamanhos, formatos e cores, e, por conseguinte, almeja encontrar o menor brinquedo. Como ela poderia usar o pensamento algorítmico para resolver este problema?

A priori, valeria da decomposição e do reconhecimento de padrões para simplificar o problema: a criança pegaria dois brinquedos e os compararia. Feito isso, colocaria o brinquedo maior de um lado e permaneceria de posse do brinquedo menor. Assim, continuaria repetindo

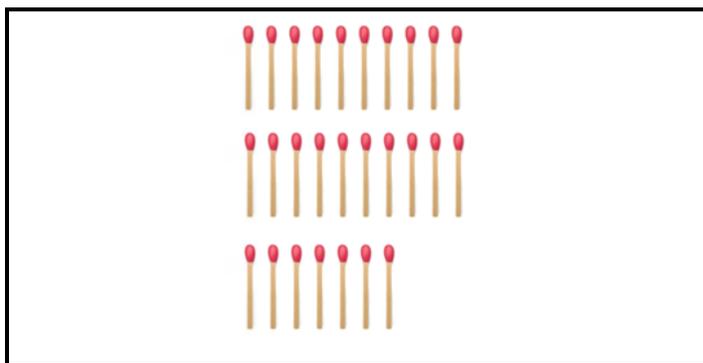
estas etapas de comparação, até sobrar apenas um brinquedo. Este será o menor brinquedo. Com este algoritmo, não importa quantos brinquedos a criança possua, pois sempre acabará com o menor.

Outra aplicação do pensamento algorítmico pode ser vista na atitude de cozinhar um bolo de milho, por exemplo. Para produzir este bolo não basta misturar todos os ingredientes juntos em uma vasilha e depois assar no forno. Mais do que isto, há toda uma sequência lógica:

- a) pré-aquecer o forno;
- b) juntar todos os ingredientes necessários para produzir a massa do bolo de milho;
- c) separar os ingredientes que serão adidos à massa (queijo);
- d) misturar os ingredientes secos e molhados, seguindo a ordem e a quantidade certa para gerar a massa;
- e) despejar a mistura em uma forma;
- f) assar o bolo de milho.

Outro exemplo que podemos elucidar, trata-se do jogo chinês Nim, o qual foi pesquisado por Grandó (2000), em sua tese de doutorado. Sinteticamente, este jogo é composto por 27 palitos de fósforo. Estes palitos são dispostos sobre uma mesa, lado a lado, como na imagem, por exemplo:

Figura 12 - Palitos de fósforo para jogo “Nim”



Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

Os jogadores jogam alternadamente. Cada jogador, na sua vez de jogar, retira uma determinada quantidade de palitos, tendo que retirar, no mínimo, 1 palito e, no máximo, 4 palitos. O jogador que retirar o último palito, perderá a partida. Destarte, o escopo do jogo é fazer com que o jogador adversário retire o último palito (GRANDO, 2000).

Uma peculiaridade deste jogo é que ele possui uma estratégia máxima, isto é, uma estratégia que garante ao jogador sempre vencer, desde que inicie a partida. Então, como seria o uso do pensamento algorítmico neste caso?

Este tipo de pensamento reside no desenvolvimento da observação de regularidades, da decomposição, da abstração e da construção de um padrão (estratégia máxima). Vejamos, se o jogador A faz inicialmente a divisão “27/5”, ele organizará 5 grupos de 5 palitos (25 palitos), sobrando, assim, somente 2 palitos. Com estes dois palitos, o jogador A separa 1 palito para a sua primeira jogada e 1 palito para a última jogada do jogador B – seu adversário (decomposição, abstração e observação de regularidades).

Seguindo esta estratégia, o jogador A será o vencedor, pois retirará 1 palito e, nas jogadas subsequentes, qualquer quantidade de palitos que o jogador B (adversário) retirar, o jogador A deverá retirar a quantidade de palitos para completar 5 (observação de regularidades e construção de um padrão). Nesta conjuntura, se o jogador B (adversário) retirar 4 palitos, o jogador B então retirará somente 1 palito. Se o jogador B (adversário) retirar 2 palitos, então, o jogador A deverá retirar 3 palitos e, assim, sucessivamente. Nesta sequência lógica, o jogador B (adversário) ficará com 1 palito para retirar, com isso, perdendo a partida (construção de um algoritmo generalizável).

Entendemos que o sujeito, ao empregar o pensamento algorítmico em seu cotidiano, tende a realizar uma atividade orientada por um motivo, uma necessidade. Aprender e usar algoritmos no cotidiano escolar, ou não escolar, requer que os alunos defrontem-se com o seu meio sociocultural, para compreender situações, interpretar eventos, organizar dados, raciocinar matematicamente para resolver problemas etc.

Na essência da Teoria Histórico-Cultural, não se trabalha com o pensamento algoritmo somente com fundamento nos nexos externos de modo estanque e linear. Pelo contrário, intenta-se, no contexto escolar, avançar do pensamento teórico ao pensamento concreto, em uma relação dialética entre a abstração e a realidade concreta (nexos internos). Todavia, tal relação não se estabelece de modo imediato e efêmero. É basilar depreender que o pensamento algorítmico surge da necessidade de resolver um problema, atividade ou tarefa prática. Por consequência, demanda-se um sistema semiótico para coordenar todo processo de resolução (reconhecimento de regularidades, decomposição, generalização, sistematização de padrões etc.).

Reforçamos que o pensamento algorítmico (suas formas e leis) deriva da ação dialética do sujeito, que se encontra no liame entre o campo abstrato (operação com significados) e o

situacional (realidade concreta). Dito de outro modo, é a atuação do sujeito com o objeto (problema, tarefa etc.), visando a agir de maneira prática (elaborar um algoritmo).

Nesse viés, argumentamos que o pensamento computacional e o pensamento algorítmico avançam mediante um ensino alicerçado no movimento lógico-histórico dos conceitos, favorecendo a apropriação do conhecimento pelos nexos conceituais externos e internos (gênese do conceito, seu movimento dialético de constituição e sua aplicação prática na realidade concreta). Sendo assim, são nos nexos conceituais que residem as representações individuais e coletivas da realidade objetiva, em convergência com as práticas histórico-culturais acumuladas pelo ser humano no que compete ao pensamento algorítmico.

Para findar esta subseção, sustentamo-nos em Kopnin (1978), para propugnar que o pensamento algorítmico emerge mediante a interligação entre várias facetas, porém, todas advindas da relação sujeito-realidade sociocultural.

Vejam: a sistematização ou tomada de um conceito matemático para resolver um problema (uso de um algoritmo generalizável), o ato de vislumbrar um objeto no pensamento (abstração), as formas de reconhecimento de regularidades em eventos cotidianos, a decomposição de uma tarefa em subtarefas, a representação gráfica como registro de um algoritmo são ações do pensamento que servem de mote para emprendermos uma organização conceitual a respeito do pensamento computacional na Matemática escolarizada, tomando o pensamento algorítmico no bojo da Teoria Histórico-Cultural, como umnexo conceitual.

5.4 SÍNTESE A PROPÓSITO DOS NEXOS CONCEITUAIS DO PC

A escola deve ensinar os alunos a pensar, ou seja, desenvolver ativamente neles os fundamentos do pensamento contemporâneo, para o qual é necessário organizar um ensino que impulsiona o desenvolvimento.

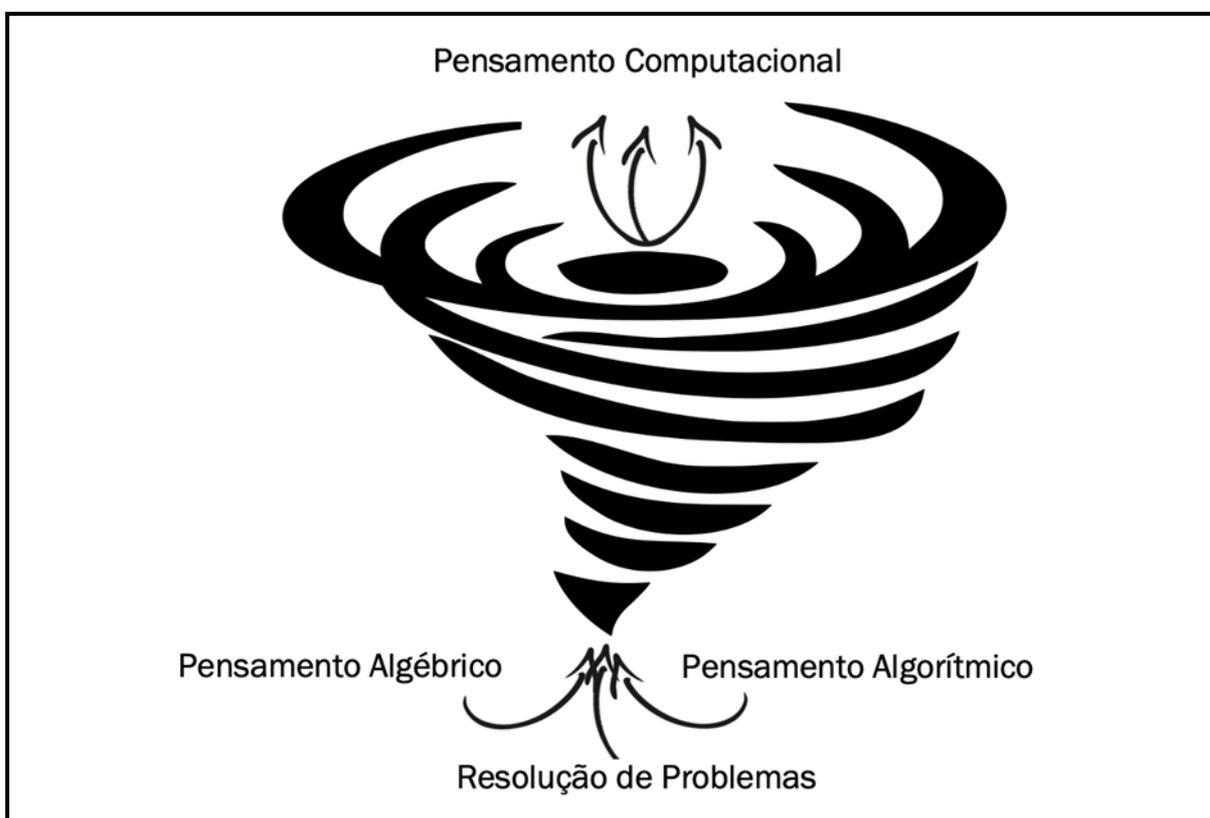
Vasily V. Davidov (1988)

O estudo aprofundado das pesquisas, a partir dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, nos permitiu desenvolver os nexos conceituais do pensamento computacional (Resolução de problemas; Pensamento algébrico; Pensamento Algorítmico) de forma a compreendermos que estes são elementos dialéticos, que dialogam entre si, complementam-se e, ainda assim, possuem algumas singularidades. É por este motivo que reafirmamos que o termo pensamento computacional, a partir do movimento lógico-histórico, adquire um novo *status*: o de conceito.

Em nossos estudos e indagações, refletimos sobre a diferença, se é que ela existe, entre o pensamento computacional e o pensamento algébrico. Ficamos estarecidas por não conseguirmos responder nossas próprias dúvidas e isso nos colocou em posição de investigação.

Após a análise dos trabalhos (teses, dissertações e artigos) sobre o pensamento computacional, realizado e registrado até aqui, da configuração dos nexos conceituais e o aprofundamento deles, podemos afirmar que pensamento algébrico não é sinônimo de pensamento computacional, assim como não é de resolução de problema e do pensamento algoritmo. No entanto, os três nexos conceituais formam uma unidade dialética para o desenvolvimento do pensamento computacional, como ilustrado na imagem a seguir.

Figura 13 - Síntese dos nexos conceituais de Pensamento Computacional



Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

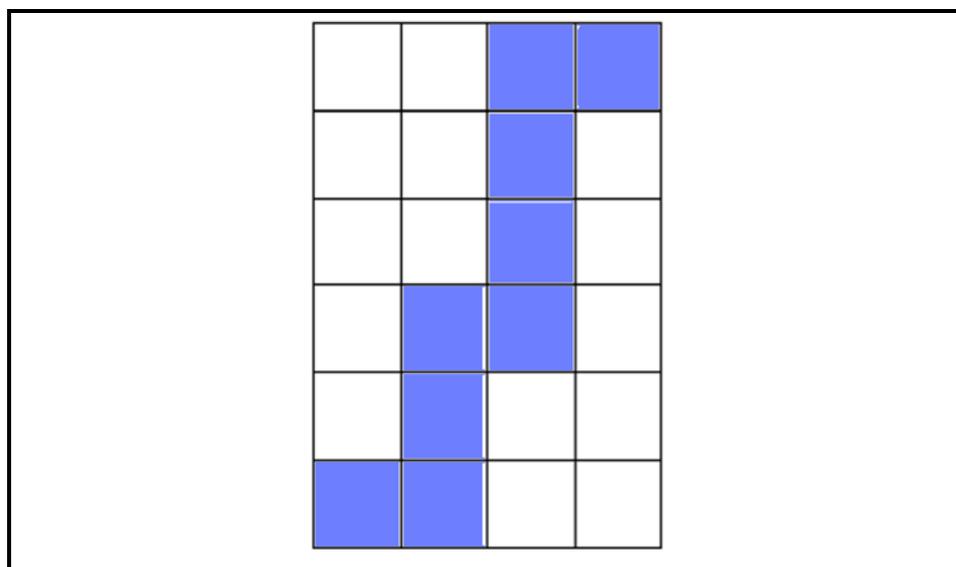
Na imagem, ilustramos o fato de que, para que seja possível o desenvolvimento do pensamento computacional na Educação Básica, faz-se necessário o desenvolvimento dos três nexos conceituais, os quais são interligados de forma simultânea e dialética, pois, não são estanques, lineares ou prontos, mas estão em constante movimento, cultural e socioculturalmente, assim como o pensamento computacional. Ou seja, o pensamento computacional é constituído pelos três nexos conceituais, havendo interdependência entre eles.

Portanto, 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, segundo os pressupostos de Davydov (1982).

À guisa de exemplo, vamos ilustrar esses movimentos com uma situação problema intitulada “Qual o caminho?”. Primeiramente, é interessante que o professor apresente aos alunos um trajeto feito em um papel quadriculado (4x6), como o da imagem a seguir, e convide os alunos a descreverem o trajeto feito nesse quadriculado.

Figura 14 - Trajeto pronto



Fonte: Elaborada pelas pesquisadoras (2021).

O ideal seria o professor ouvir a maior quantidade de alunos possível, para que cada um possa interpretar seus dados e os dados dos demais. Com isso, é possível concretizar o primeiro movimento que é interpretar dados, classificando-os e ordenando-os para uma posterior análise e síntese.

Em seguida, ideamos que o professor solicite aos alunos que desenhem um quadriculado (4x6) e um trajeto diferente do apresentado. E, em uma folha, separada do desenho, descrevam esse trajeto. É importante, nesse momento, deixar explícito aos alunos que o objetivo é descrever um trajeto para que outro aluno, através apenas da leitura da descrição desse trajeto, consiga fazer o mesmo desenho. Nesse momento não é permitida a troca de ideias entre os alunos, para que o desenho do trajeto e/ou as possíveis dicas não influenciem na descrição.

Após realizar o desenho de um trajeto em uma folha e a descrição desse trajeto em outra folha, os alunos deverão guardar o desenho, identificar-se (escrever o nome) na folha da descrição do trajeto e trocar com outro aluno. Com o apoio apenas da descrição (sem dicas, ou oralidade) os alunos tentarão desenhar o trajeto do colega. Com isso, é possível concretizar o movimento 2: levantar e sistematizar hipóteses, utilizando diferentes linguagens e construindo modelos.

Para dar continuidade à situação problema, os alunos deverão devolver o desenho que fizeram para que possa haver a conferência do desenho (trajeto) realizado com o desenho (trajeto) original de cada aluno.

É importante que o professor possa ouvir os alunos e refletir com eles se todos conseguiram resolver a situação problema, se foi fácil, se todos utilizaram a mesma linguagem, se todos indicaram por onde começar, se na contagem consideraram a casinha (quadra, passo) onde estavam e, por fim, se alguém utilizou o plano cartesiano (pares ordenados). Dessa forma, é possível concretizar o movimento 3: buscar regularidades.

Vale ressaltar que essa situação problema pode facilitar a abordagem do movimento da “álgebra retórica” e “sincopada” para a “álgebra simbólica” (MOURA; SOUSA, 2005, p. 11), argumentando sobre a padronização da escrita dos pares ordenados (x, y) e a importância do reconhecimento de movimentos regulares que levam à definição de padrões, para que possamos utilizar a mesma linguagem. Há, aqui, a possível concretização do movimento 4: apropriar-se de abstrações que se apresentam em alguns tipos de generalização, segundo os pressupostos de Davydov (1982).

Dessa forma, a resolução de problemas, o pensamento algébrico e o pensamento algorítmico, quando associados ao processo de ensino, na busca de que o aluno compreenda os quatro movimentos para a compreensão, elencadas anteriormente, pode concatenar no desenvolvimento do aprender a utilizar o pensamento computacional, com o desenvolvimento de conceitos e conhecimentos dessas áreas para atingir um objetivo preestabelecido.

A posterior compreensão da aprendizagem de tais conceitos (reflexão, abstração, generalização) acarretará, conseqüentemente, no desenvolvimento do pensamento computacional, instituindo um conjunto de operações mentais que facilita a compreensão da realidade. Portanto, para que seja possível compreender os quatro movimentos que consideram os três nexos conceituais, explicitaremos, na seção a seguir, as considerações e o conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática.

5.5 POR UM CONCEITO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O homem deve ser o sujeito de sua própria educação.

Paulo Freire (1979)

O ponto de partida para se desenvolver um conceito de pensamento computacional, no âmbito da Educação Matemática, é tomarmos como pressuposto que a história não se sintetiza em fatos estanques, nem mesmo é ilustrativa e meramente cronológica. O conhecimento de que trata a história do pensamento computacional, faz-se relevante para depreendermos as interfaces essenciais para desenvolver seu conceito (lógico do histórico). Dessa maneira, é o lógico da história do conceito que nomeamos como dinâmica histórica ou lógica conceitual.

Considerando, historicamente, o termo pensamento computacional, para além das pesquisas que analisamos, observamos que em Wing (2006) temos uma concepção de pensamento computacional, com a finalidade de ser uma possibilidade de “resolver problemas, desenhar sistemas e entender o comportamento humano, utilizando conceitos de ciência da computação” (WING, 2006, p. 33). Ademais, ela também inferiu que a essencialidade desse pensamento reside em processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções, de tal maneira essas sejam representadas de modo que possam ser, efetivamente, realizadas por um agente de processamento de informações, ou seja, uma linguagem de programação computacional.

Podemos notar que as definições arquitetadas por Wing (2006), alavancaram um movimento na busca por sistematizar o pensamento computacional. À guisa de exemplo, a *The Royal Society* (2012), entendeu este termo como um processo de reconhecimento de aspectos da computação e de aplicação de ferramentas e técnicas da Ciência da Computação. Em outras palavras, o intuito era compreender e analisar sistemas e processos naturais e artificiais.

Tais definições, bem como as já debatidas nas pesquisas brasileiras e que investigamos no decorrer da presente tese, conquanto sejam operacionais, demonstraram que o entendimento de pensamento computacional está muito ligado à linguagem de programação e à estruturação do pensamento por etapas estanques, isto é, procedimentos lineares. Nota-se, também, a ausência de um conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática, que considere as especificidades e conhecimentos históricos dessa área de conhecimento como algo dialético.

Nesses moldes, inferimos que as definições (ou tentativas) e possíveis conceituações erigidas sobre o pensamento computacional, que foram dilucidadas na presente pesquisa, não foram pensadas para o contexto da Matemática escolar. Ora, se a BNCC introduz o pensamento computacional na Educação Matemática, por conseguinte, faz-se essencial à construção de um conceito, como também a organização teórica que possibilite essa inserção e uma diretriz para se desenvolver um trabalho pedagógico.

Ademais, as tentativas de definições, estruturações e conceitos sobre o pensamento computacional que foram criadas, historicamente, foram articuladas de modo estanque e não dialético, tomando por base a Ciência da Computação. Isso deu ensejo para se conceber o pensamento computacional de forma empirista, tecnicista e utilitarista em sala de aula.

Sendo assim, concluímos que o pensamento computacional, no contexto da Educação Matemática, foi pensado de modo fragmentado, não contemplando, de forma dialética e combinada, as nove (9) características, que foram sugeridas e traçadas por vários autores (WING, 2006, 2014; ISTE/CSTA, 2011; BARR, STEPHENSON, 2011). Pelo contrário, estas características foram elaboradas como estrutura segmentada, mas sem construir articulações ou nexos conceituais entre elas, como foi exposto nas pesquisas que analisamos.

Não podemos considerar o pensamento computacional 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. Não devemos preconceber o pensamento computacional, como exposto em alguns dos trabalhos analisados, como um pensamento pautado na reprodução de regras, axiomas, modelos e esquemas, os quais pouco contribuem para que os alunos possam resolver problemas significativamente. É preciso levar em conta que o conhecimento matemático é um modo de apreender e organizar a realidade, de explicar fenômenos, de sistematizar dados, de instigar a formação do pensamento crítico e criativo. Em suma, a matemática é uma forma de leitura de mundo.

Nesses termos, o pensamento computacional, sob os moldes expostos, mostra-se desvinculado da realidade dos alunos e do desenvolvimento das funções psíquicas concatenadas ao processo de resolução de problemas. Assim, elementos importantes como a criatividade, a tomada de decisões, a autonomia intelectual, a imaginação e o raciocínio lógico-estratégico, são destituídos de valor.

Nesse embasamento, em contraposição a estes estudos, defendemos uma perspectiva dialética de pensamento computacional. Ora, assumimos a dialética sob a égide do Lógico-Histórico (KOPNIN, 1978; KOSIK, 2002) e da Teoria Histórico-Cultural (VIGOTSKI, 1996, 2000, 2012, 2014), como uma maneira de analisarmos as contradições contínuas no que corresponde à realidade e às formas de entendê-la como algo contraditório e em constante transformação. Ora, a dialética, conforme Kopnin (1978), é um movimento que intenciona penetrar no próprio processo de aquisição do conhecimento, isto é, no próprio movimento de pensamento e na forma em que nele se reflete a realidade objetiva.

Dito isso, percebemos a dialética como um processo dinâmico que não diz respeito à uma linearidade e/ou a um acúmulo seguido de elementos da cultura. Em resumo, a dialética concerne à análise do todo, ou seja, mas sem considerar as partes descontextualizadas ou abstraída do seu todo. Nesse entendimento, a dialética se acastela nas contradições entre as partes e entre essas e o todo, engendrando um conhecimento totalizante da atividade humana.

Sob essa perspectiva, o pensamento computacional é um tipo de pensamento composto por três nexos conceituais (resolução de problemas, pensamento algébrico e pensamento algorítmico). Por isso, demanda articulações entre algumas funções psíquicas responsáveis pela organização, descoberta e decodificação das relações e dos nexos dinâmico-causais entre as nossas ações diante da realidade concreta. Pensar, no sentido do pensamento computacional, é estabelecer vinculações entre ideias e hipóteses, que são representações abstratas da realidade concreta, mas que se materializam na linguagem (nos signos).

O pensamento computacional, no contexto da Matemática escolar, exerce a função de pensamento generalizante. Isto significa que seus nexos conceituais (externos e internos) atuam na ordenação e categorização conceitual do real em conjuntos de objetos, dados, informações, hipóteses, situações, fenômenos dados etc., que são fundamentais à interpretação e resolução de situações-problemas.

Iteramos que:

Os nexos externos e internos são níveis relativamente independentes, a fronteira entre ele é até certo ponto condicional; o nexo externo se transmuta em interno e, ao contrário, o que em certa etapa da ciência se considerava teórico torna-se empiricamente acessível em outras etapas mais elevadas. (KOPNIN, 1978, p. 153).

Dessa forma, sistematizamos os três nexos conceituais (internos e externos) do pensamento computacional, de tal maneira que foram pensados de forma inseparável, dinâmica e concreta. Isto é, com a finalidade de tomar o fenômeno em seu movimento, em sua historicidade e complexidade. Assim, contrariando as definições sugeridas pelas pesquisas que analisamos, as quais propõem características externas e puramente descritivas, e que não explicam seus nexos.

Nesse sentido, o pensamento computacional é um processo de resolução de situações problemas, plugadas e/ou desplugadas, que abarcam a interpretação e organização de dados, a análise e a síntese, a generalização, a abstração e a concretização (produzida de conhecimentos matemáticos). Desse modo, reputamos o pensamento computacional como um tipo de pensamento que expressa uma prática sociocultural, em que os alunos dispõem de domínios teóricos e práticos (sistemas explicativos) para entender e agir em sua realidade concreta.

O pensamento computacional, no âmbito da Educação Matemática, é formado pela concatenação inseparável entre os nexos conceituais da resolução de problemas e dos pensamentos algébrico e algorítmico, visando à produção de conhecimentos matemáticos no contexto da sala de aula. Destarte, em sua configuração conceitual, o pensamento computacional é um movimento dialético do pensamento, que objetiva conduzir os alunos nas ações de interpretar, analisar, questionar, explorar, investigar, decompor, refletir, observar regularidades e produzir sínteses, tendendo à criação de resoluções e/ou estratégias, com o uso da linguagem algébrica e/ou algorítmica.

Sob esse ponto de vista, consideramos que o pensamento computacional se consolida, conceitualmente, por intermédio de relações interfuncionais entre pensamento e linguagem, que representam um conjunto de fases sequenciadas para resolver problemas, realizar tarefas ou organizar dados. Em outras palavras, pode decorrer via diferentes formas de linguagens (oralidade, escrita, gestual etc.), simbolizadas pelos signos, operações e regras matemáticas. Essas linguagens do pensamento computacional são utilizadas visando à generalização, sobretudo, no movimento de análise e interpretação de informações, decomposição e síntese, nos estudos sobre estruturas, na resolução de problemas, na solução e execução de ações etc.

Ideamos que o uso do pensamento computacional propende à busca por um determinado resultado, ou seja, um padrão generalizável, uma regularidade, uma sequência lógica, uma resolução exequível, uma disposição em etapas etc. Resumidamente, é um tipo de raciocínio matemático ordenado, fundamentado em situações individuais (pensamento matemático) e externas (materialização de estratégias mediante linguagem matemática).

Por este motivo, sustentamos a necessidade de se compreender o pensamento computacional não de modo instrumental, utilitário e unicamente trabalhado com o uso de TDIC (plugado). Mais do que isso, defendemos o pensamento computacional como um meio potencial de expandir as capacidades de resolução de problemas, de interpretar a realidade e de ampliar as formas de ação dos alunos diante de seu contexto sociocultural, seja de maneira plugada (TDIC), seja desplugada. Destarte, mais do que pensar “o que é” pensamento computacional (nexos externos), é essencial pensarmos “como posso usá-lo no cotidiano” e “como posso aplicá-lo para interpretar e resolver problemas” (nexos internos). Essa mudança de questionamento corresponde ao movimento lógico-histórico do pensamento computacional, dado que estamos tratando da objetivação deste tipo de pensamento, na sua relação com seus usos e apropriação por parte dos alunos.

Dito isso, argumentamos que o pensamento computacional na Matemática escolarizada, sob a perspectiva lógico-histórica e da Teoria Histórico-Cultural, assume duas funções basilares: uma para o professor e outra para os alunos. Para o professor, corresponde à organização didático-metodológica dos nexos internos e externos, que engloba o estudo e a investigação sobre a criação e a compreensão dos conceitos, para compor a problematização na atividade pedagógica com o pensamento computacional. Para os alunos, o pensamento computacional representa o uso do pensamento crítico, da tomada de consciência epistemológica e da produção de conhecimentos matemáticos por intermédio da correlação entre nexos internos e externos.

Portanto, o professor precisa criar condições para que os nexos internos do pensamento computacional se concretizem em sala de aula, especificamente, na Matemática escolar. Para tanto, reforçamos que o pensamento computacional provém da ação dialética do sujeito, que se encontra no liame entre o campo abstrato (operação com significados) e o situacional (realidade concreta). Ora, trata-se da ação do sujeito com um objeto de conhecimento ou uma conjuntura (problema, tarefa etc.), com vistas a atuar de forma prática, ou seja, criar uma resolução, uma sequência lógica e/ou um padrão (conhecimentos matemáticos), por exemplo. Esse conhecimento é produzido pela própria atividade dos alunos de modo crítico, consciente e

autônomo, intermediado por atividades concretas atreladas à realidade sociocultural e à leitura de mundo que eles possuem.

Isto posto, o pensamento computacional, no âmbito da Matemática escolar, tem a função de auxiliar os alunos a produzirem conhecimentos matemáticos (pensamento algébrico e algorítmico), 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 apreender a realidade em sua totalidade.

Para finalizar esta seção, defendemos que o conceito de pensamento computacional no bojo da Educação Matemática, que desenvolvemos, não intenciona criar uma série de estruturas ou fases que simbolizam uma espécie de mecanização do ensino, focando somente na memorização, ou seja, no quanto os alunos armazenam. Nosso conceito objetiva ao que os alunos podem fazer com o pensamento computacional, como usam esses conhecimentos apropriados e construídos em diversas situações cotidianas para entender dados, interpretar informações, criar padrões e regularidades, ressignificar conhecimentos e resolver problemas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada passo do movimento real é mais importante do que uma dúzia de programas.

Karl Marx (2012)

Na presente tese, mostramos a nossa preocupação em relação ao conceito de pensamento computacional, visto que esse termo está inserido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Todavia, sem uma indicação pedagógica de como, quando, onde e com quais recursos, especialmente, os didáticos, os professores da Educação Básica podem desenvolvê-lo em sala de aula.

Nesse sentido, defendemos, no decorrer desta pesquisa, a essencialidade de se desenvolver um conceito de pensamento computacional para a Educação Matemática. Assim, reconhecendo uma possibilidade de organizar uma prática pedagógica, superando a mera transmissão de conhecimentos, o tecnicismo tecnológico e o treino de habilidades, tal qual constatamos nas bases teóricas do pensamento computacional sob a égide da Ciência da Computação. Nosso intuito, então, foi contribuir para a constituição de nexos conceituais (internos e externos) para o pensamento computacional, de modo a estarem alinhados aos conteúdos matemáticos.

Tomando como ponto de partida a aludida problemática, elaboramos a seguinte tese: **o desenvolvimento do conceito de pensamento computacional, a partir de nexos conceituais, orientará a sua organização teórica e o seu desenvolvimento no contexto do ensino de Matemática e, conseqüentemente, na sala de aula.** Mediante esta tese, assumimos como problema de pesquisa: **Quais são os possíveis nexos conceituais que contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática?** E, enfim, traçamos o seguinte objetivo para a presente pesquisa: **desenvolver, a partir de nexos conceituais e dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, o conceito teórico de pensamento computacional para o seu desenvolvimento na Educação Matemática.**

Para que fosse possível a realização desta tese, ideamos como sustentação metodológica, o movimento lógico-histórico do pensamento computacional na Educação Matemática, com vistas a subsidiar quais seriam os nexos conceituais do pensamento computacional, visando o seu desenvolvimento no ensino da Matemática na Educação Básica.

Em um primeiro momento, fizemos uma pesquisa do tipo Estado do Conhecimento, com pesquisas publicadas no período de 2009 a 2019, que empregaram o termo pensamento computacional. Nosso escopo foi averiguar os usos e as formas de entendimento dos autores a

respeito do que vem a ser o aludido termo. Sendo assim, utilizamos como suporte o banco de teses e dissertações da Capes, o banco de artigos atinente à plataforma de periódicos da *Scielo* (artigos) e o banco de artigos da plataforma de periódicos da Capes. Empregamos como descritor a expressão “Pensamento Computacional”, no intuito de investigar o que os estudos dizem sobre o assunto.

Desse modo, encontramos, nas sobreditas plataformas, a quantidade de 125 trabalhos, sendo 15 teses, 68 dissertações e 42 artigos. Dentro desse total de 125 pesquisas encontradas (recorte temático), no período de 2009 a 2019 (recorte temporal), tivemos a quantidade de 16 pesquisas, cuja temática é o “pensamento computacional na Educação Matemática”. Afora essas pesquisas, fizemos, também, uma análise da BNCC (BRASIL, 2018), por se tratar de um documento curricular nacional que, hodiernamente, orienta os currículos da Educação Básica brasileira. E, analisamos, também, o Currículo Paulista, a fim de termos uma ideia de como o termo foi empregado em, ao menos, um currículo estadual. Fundamentalmente, este tipo de pesquisa nos permitiu uma compreensão quanto ao termo pensamento computacional, em específico, no que se refere ao movimento histórico (acontecimentos e fenômenos). E, o que as pesquisas indicadas e os documentos supracitados nos dizem a respeito do pensamento computacional?

Em nossa categoria de análise “Pensamento Computacional e Linguagem de Programação (algoritmização e robótica)”, analisamos, ao todo, 12 (doze) trabalhos. Estes trabalhos indicam que o pensamento computacional, seja como uma atividade plugada, ou como uma atividade desplugada, está em conformidade com os preceitos teóricos de Wing (2006, 2014) e do CSTA (2011). Porém, vale pontuar que estes trabalhos, até o momento, não desenvolveram ou construíram nenhum tipo de conceito/definição de pensamento computacional. Resumidamente, tais pesquisas propuseram algumas características e habilidades do pensamento computacional, tendendo a uma possível interligação entre resolução de problemas, algoritmo e linguagem de programação.

Compreendemos que estes estudos se apoiaram, sobretudo, em Wing (2006, 2014) como referência teórica. Demarcando o pensamento computacional como um processo de pensamento, que conduz à formulação e à resolução de problemas, utilizando para essa ação o computador. Por este motivo, tais trabalhos se alinham à ideia de que o pensamento computacional é análogo à linguagem de programação computacional.

Para justificar esta assertiva, sustentamos que boa parte destes estudos que analisamos, fizeram uso de linguagem de programação do tipo *Scratch*, como um modo de trabalhar e preceituar o pensamento computacional como linguagem de programação no contexto da área

de Matemática escolar. Com base no Construcionismo, percebe-se, nessas pesquisas, que o sustentáculo teórico basilar foi o construtivismo de Piaget e o construcionismo de Papert. Somado a isso, temos os estudos de Blikstein (2008), Wing (2006, 2014) e Brackmann (2017), os quais tratam o pensamento computacional no desenvolvimento de algoritmos com o uso do computador e/ou de outras TDIC. Ademais, os estudos analisados sugerem que o pensamento computacional é uma capacidade (ou habilidade) criativa, crítica e estratégica de aplicar os fundamentos da computação na Matemática.

Nesse viés, ao analisarmos as 12 (doze) pesquisas desta categoria de análise, averiguamos que elas se fundamentam nos preceitos da Ciência da Computação para buscar uma possível definição de pensamento computacional. Portanto, constatamos que a computação, mais propriamente a linguagem de programação, a algoritmização e a robótica, fez-se presente nestes estudos e o pensamento computacional, por consequência, abreviou-se a ações básicas da computação e da programação. Portanto, inferimos que, nesta categoria de análise, as pesquisas tratam do pensamento computacional sob a perspectiva da linguagem de programação.

Na segunda categoria, “Pensamento Computacional e Resolução de Problemas”, analisamos ao todo 4 (quatro) pesquisas. Não obstante os estudos versarem sobre a resolução de problemas, consideramos que eles ainda se pautam em uma relação entre a Matemática e a Ciência da Computação. Em síntese, os autores dessas pesquisas analisaram quais competências e habilidades da Matemática e do Pensamento Computacional podem ser mobilizadas e desenvolvidas com o emprego do computador, como um recurso precípuo de mediação.

Além disso, constatamos que tais pesquisas estruturaram um discurso sobre o pensamento computacional com a resolução de problemas, mediante um trabalho com o raciocínio lógico, a modelagem e a simulação, a decomposição de problemas, a robótica, a criação de jogos digitais e a utilização de *softwares* de programação.

Basicamente, nesta categoria de análise, entendemos que houve tentativas de se justificar e desenvolver o pensamento computacional na Educação Matemática, por meio da vertente da resolução de problemas arquitetada por Pólya (1978). Cabe dizer que essa vertente de resolução de problemas foi vinculada à programação, valendo-se de algoritmos, da álgebra, da aritmética e do raciocínio lógico. Sendo assim, a resolução de problemas serviu de mote para se defender um trabalho com o pensamento computacional na Matemática escolar. Entretanto, o que constatamos foi uma prática de exploração das potencialidades advindas das TDIC, por intermédio da utilização de habilidades para resolver problemas. Isto significa que a programação, a abstração, a computação desplugada e o pensamento algorítmico devem se

voltar à resolução de problemas, no âmbito da Matemática Escolar, contudo, sem abandonar os preceitos teóricos da Ciência da Computação que subsidiam o pensamento computacional.

Conquanto enfatize que o pensamento computacional esteja alinhado à resolução de problemas, as pesquisas ainda subjazem à linguagem de programação. Quer dizer, o discurso sobre o pensamento computacional, no contexto da resolução de problemas, está concatenado à utilização de computadores e ao pensar com TDIC, vinculando, para tanto, autores que tratam da resolução de problemas na Matemática escolar a autores da área da Ciência da Computação.

Em linhas gerais, podemos afirmar que todos esses trabalhos analisados, em ambas as categorias de análise, trazem algumas explicações a propósito do termo pensamento computacional. No entanto, são explanações que atrelam o desenvolvimento desse pensamento com a Ciência da Computação, não como uma área que será inserida no currículo, porém como outra área introduzida na Matemática.

Com a leitura e análise dessas pesquisas, em ambas as categorias de análise, notamos que há uma lacuna teórica, no que diz respeito ao conceito de pensamento computacional, haja vista que as definições levantadas são díspares e multifacetadas. De igual modo, os pesquisadores não se preocuparam em desenvolver conceitos ou pressupostos que mostrem como esse pensamento se desenvolveria em sala de aula, designadamente, na Matemática escolar.

No que compete à nossa análise concernente à BNCC (BRASIL, 2018), constatamos que parece existir uma tentativa de correlação entre a álgebra e o pensamento computacional, todavia, em nenhum momento do documento essa relação é exemplificada ou estruturada pedagogicamente. Entendemos que essa forma de pensar impossibilita o professor, por exemplo, a criar ou precisar como e quando o pensamento computacional se faz presente na organização do ensino de Matemática. No mais, o referencial teórico da BNCC não traz, em seu âmago, estudos ou pesquisas que sistematizem o pensamento computacional como tema curricular ou, ainda, uma referência teórica que explicita, ao menos, uma definição a respeito do termo.

A BNCC parece concordar, de maneira implícita, que o pensamento computacional deve se atrelar ao algoritmo, bem como com algum tipo de padronização e de situações-problema. Em resumo, tanto na BNCC quanto no Currículo Paulista a forma como aparece distribuído no texto, o termo pensamento computacional se efetiva fora de contexto e dificilmente será abordado em sala de aula, em função desta descontextualização.

Os trabalhos analisados nesta pesquisa evidenciam que, na Educação Matemática, o pensamento computacional ainda está muito ligado à utilização de computadores e a linguagem

de programação. Mas, pelos estudos teóricos concretizados, podemos afirmar que o pensamento computacional, no contexto da Matemática escolar, vai muito além da programação, mesmo que essa possa fazer parte do processo.

Em conformidade com os dados compilados e analisados no Estado de Conhecimento que realizamos, levantamos alguns elementos que compõem o pensamento computacional na Educação Básica: computador, algoritmo, jogo, computação desplugada, construcionismo, programação, máquina, raciocínio matemático, *scratch*, engenharia, procedimento, análise de dados, decomposição de problemas, abstração, raciocínio lógico e resolução de problemas.

Assim, resumidamente, na perspectiva das pesquisas estudadas, o termo pensamento computacional está vinculado ao emprego de computadores e ao pensar “com” tecnologias. Com isso, esses conceitos indicados nas pesquisas, conquanto possam ser úteis para a elaboração de situações problemas que englobem o pensamento computacional, ainda são incipientes e ambíguos. Ou seja, não há estudos que sistematizem quais e/ou quantos desses conceitos devem estar presentes no contexto da prática docente escolarizada. Dito de outro modo, não há explicitação de quais conceitos podem oportunizar, aos professores, recursos pedagógicos para se desenvolver o pensamento computacional nos alunos.

Em vista de tudo o que foi dilucidado, defendemos que investigar o movimento lógico-histórico do termo pensamento computacional, sumariamente, denotou conceber que este tipo de pensamento está em constante movimento, adaptação e transformação social, tornando-se, destarte, 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.

Com base nos pressupostos de Kopnin (1978), Kosik (2002) e Vigotski (1996, 2000, 2012, 2014), defendemos que a Matemática escolar não se reduz à aquisição de um conjunto de informações. Ela é uma ciência que nos propicia ampliar a leitura de mundo, desenvolver formas de pensamento, organizar a nossa realidade, resolver problemas etc. Por esta razão, ao refletirmos acerca do pensamento computacional, defendemos que o seu escopo, no âmbito escolar, é o de proporcionar o desenvolvimento dos alunos, dando-lhes instrumentos, operações intelectuais-afetivas e capacidade de aplicar variados conhecimentos em diferentes contextos socioculturais.

Neste sentido, defendemos que o pensamento computacional, no bojo da Matemática escolar, tem a função primordial de auxiliar os alunos a produzirem conhecimentos matemáticos (pensamento algébrico e algorítmico), a desenvolverem capacidades de investigação e resolução de problemas, bem como de ampliar a leitura de mundo e o

pensamento crítico. 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.

Diante dessas elucidações, faz-se necessário questionarmos: Qual seria o conceito de pensamento computacional no contexto da Educação Matemática?

Na presente pesquisa, desenvolvemos um conceito de pensamento computacional sob a égide da concatenação entre resolução de problema, pensamento algorítmico e pensamento algébrico. Consideramos que o pensamento computacional é um processo de resolução de situações-problemas plugadas ou desplugadas, que englobam a interpretação e a organização de informações, a análise e a síntese, a generalização, a abstração e a produção de conhecimentos matemáticos. Destarte, o pensamento computacional é uma forma de pensamento que representa uma prática sociocultural, na qual os alunos dispõem de domínios teóricos e práticos (sistemas explicativos) para depreender, organizar e agir em sua realidade concreta.

Nesse sentido, concebemos que o pensamento computacional, na Educação Matemática, é constituído pela ligação inseparável entre os nexos conceituais (externos e internos) da resolução de problemas e dos pensamentos algébrico e algorítmico, com vistas à produção de conhecimentos matemáticos. 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.

A elaboração desta tese proporcionou-me⁴⁰ entender que toda e qualquer proposta que se construa na Educação Matemática deve, prioritariamente, sustentar-se em uma formação mais ampla dos alunos, primando não somente os aspectos teóricos, mas também os aspectos concretos, psíquicos, sociais, críticos, culturais e afetivos de modo inseparável.

Sendo assim, ao desenvolver um conceito de pensamento computacional, busquei alicerçá-lo mediante os três nexos conceituais elegidos, de modo inseparável. Quer dizer, o pensamento computacional na Educação Matemática não se consolida pelo uso de um ou outro nexo de forma estanque e fragmentada (imediatez ou aparência do fenômeno). Mais do que isso, estes três nexos escolhidos e sistematizados possuem relações intrínsecas com a

⁴⁰ A partir deste momento, optamos pela utilização da primeira pessoa no singular.

dinâmica lógico-histórica dos conhecimentos matemáticos, formando uma unidade dialética. Portanto, compondo os nexos conceituais do pensamento computacional na Educação Matemática.

Em linhas gerais, reflexionando acerca do problema de pesquisa e respectivo objetivo, infiro que ambos foram devidamente alcançados. Em primeiro lugar, foi desenvolvido, nesta tese, um conceito de pensamento computacional no bojo do ensino de Matemática escolar. Em segundo lugar, para que este conceito fosse elaborado, foi necessário arquitetar três nexos conceituais basilares para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Matemática. Cabe dizer que estes nexos foram organizados sob os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e do Movimento Lógico-Histórico, considerando, sobretudo, os conhecimentos matemáticos.

Esta tese pode contribuir, significativamente, com futuras pesquisas e com a prática docente, posto que o conceito de pensamento computacional, no âmbito da Matemática escolar, que foi desenvolvido, assume, *a priori*, a escola como um espaço sociocultural crítico, dialético, complexo e dinâmico, composto por sujeitos histórico-culturais. Nesses moldes, defendo, nesta tese, que o pensamento computacional deve ter como finalidade, afora a produção de conhecimentos matemáticos, a formação crítica, ativa e transformadora. Com isso, proporcionando aos alunos serem sujeitos ativos nos processos de ensino e de aprendizagem, agindo no mundo, conscientemente, para transformá-lo.

Não posso olvidar da importância das trocas simbólicas na construção desta tese. Os movimentos de socialização foram materializados em diversos intercâmbios de ideias, tais como: reuniões de orientação, grupos de pesquisa, eventos, formação de professores, práticas docentes, palestras, rodas de conversa e qualificação. Todo esse processo propiciou-me entender que o conhecimento não é transferido ou depositado. Ele é problematizado, analisado, investigado e ressignificado.

Enfim, há outros caminhos a serem trilhados no âmbito do pensamento computacional na Educação Matemática, tendo como orientação os nexos sistematizados na presente tese. Como, por exemplo, a criação de práticas pedagógicas (plugadas ou desplugadas) com o pensamento computacional na Matemática escolar, em diferentes níveis de ensino. Dessa forma, a esperança é que os resultados desta tese possam auxiliar os professores no planejamento do processo metodológico de ensino, visando o desenvolvimento do pensamento computacional nas aulas de Matemática.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. M. **Aspectos do Pensamento Computacional na Construção de Fractais com o software GeoGebra**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2019.

BARCELOS, T. S. **Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais**. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

BARR, V.; STEPHENSON, C. 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: http://www.amanyadav.org/CEP991A/wp-content/uploads/2014/08/Barr_Stephenson_2011.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

BASAWAPATNA, A.; KOH, K. H.; REPENNING, A.; WEBB, D. C.; MARSHALL, K. S. Recognizing computational thinking patterns. *In: SIGCSE, Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*. New York: ACM, 2011. p. 245-250.

BLIKSTEIN, P. **O pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação**. 2008. Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html. Acesso em: 20 ago. 2021.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora. 1994.

BORRALHO, A.; CABRITA, I.; PALHARES, P.; VALE, I. Os Padrões no Ensino e Aprendizagem da Álgebra. *In: VALE, I.; PIMENTEL, T.; BARBOSA, A.; FONSECA, L.; SANTOS, L.; CANAVARRO, P. (Orgs.). Números e Álgebra*. Lisboa: SEM-SPCE, p. 193-211. 2007.

BOSSUET, J.B. **Discours Sur L'histoire Universalle**. Sidney: Wentworth Press, 2018.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF, 2018.

BRINQUEDOS E LIVROS EDUCATIVOS CATAVENTO. **Ábaco**. Disponível em: <https://www.cataventobrinquedos.com.br/brinquedos-pedagogicos/abaco-aberto-com-5-hastes-50-argolas-em-e-v-a>. Acesso em: 13 jul. 2020.

CAFÉ NOSTÁLGICO. O fantástico mundo de Bobby: A vingança do Dr Noo. **1 vídeo** (total de 22 minutos, imagem disponível no período 04:56 – 05:22). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VDvuouCsFU8>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Catálogo de Teses e Dissertações**. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>. Acesso em: 2 nov. 2020.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portal de Periódicos Capes/MEC**. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 2 nov. 2021.

CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da matemática**. 4.ed. Lisboa: Gradiva, 1998.

CARRILLO, J.; CONTRERAS, L. C. **Resolución de problemas en los albores del siglo XXI: una visión internacional desde múltiples perspectivas y niveles educativos**. Huelva (Espanha): Hergué, 2000.

CARVALHO, F. J. R. de. **Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.

CHABERT, J.-L. **A History of Algorithms: From Pebble to the microchip**. Berlin: Springer, 1999.

COSTA, E. J. F. **Pensamento computacional na educação básica: uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

CSOBANKA, Z. E. The Z Generation. **Acta Technologica Dubnicae**, v. 6, n. 2, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307851870_The_Z_Generation. Acesso em: 20 ago. 2021.

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

DANIELS, H. **Vygotsky and pedagogy**. London: Routledge, 2011.

DAVYDOV, V. V. **Tipos de generalización em la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVÍDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación teórica y experimental**. Moscú: Progreso, 1988.

DAVIS, P. J.; HERSH, R. **A Experiência Matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

DENNING, P. 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: 20 ago. 2021.

diSESSA, A. A. **Changing Minds: Computers, Learning, and Literacy**. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.

EGIDO, S. V. **Educação Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional no 3º ano do Ensino fundamental: Crianças programando jogos com Scratch**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal do Paraná, 2018.

ERNEST, P. **The philosophy of mathematics education**. Bristol: The Palmer Press, 1991.

EVARISTO, I. S. **O pensamento computacional no processo de aprendizagem da matemática nos anos finais do ensino fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019.

FERRAROTTO, Luana. **Percepções e usos das avaliações externas em larga escala no contexto da avaliação institucional participativa na Rede Municipal de Ensino de Campinas**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2018.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, ano XXIII, n. 79, agosto, 2002.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Bookman, 2004.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 12. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1979.

FREITAS, L. C. Os reformadores empresariais da educação e a disputa pelo controle do processo pedagógico na escola. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 35, n. 129, p. 1085-1114, out.-dez., 2014.

FRIEDRICH, J. **Lev Vigotski: mediação, aprendizagem e desenvolvimento (uma leitura filosófica e epistemológica)**. Campinas: Mercado de Letras, 2012.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre, Artmed; 2009.

GINZBURG, C. Sinais: raízes de um paradigma indiciário. *In: Mitos, emblemas, sinais: Morfologia e História*. 1ª reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

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

GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GUARDA, G. F.; GOULART, I. F.; GONÇALVES, C. S.; CUNHA, L. R. R. O circuito quatro desafios – atividade lúdica apoiada pelo pensamento computacional. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 606 – 617, jan. 2019.

HOFFMANN, J. **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. 30. ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2010.

HU, C. Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. In: ITICSE '11, 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: 20 ago. 2021.

IFRAH, Georges. **Os números**: a história de uma grande invenção. Tradução: Stella Maria de Freitas Senra. 4ª ed. São Paulo: Globo, 1992.

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: 2 nov. 2021.

JESUS, W. P. de; SOUSA, M. D. C. Reflexões sobre os nexos conceituais do número e de seu ensino na Educação Básica. **BOLETIM GEPEM**, n. 58 – JAN. / JUN. 2011, p. 115–127. Disponível em: [http://www.ufrj.br/SEER/index.php?journal=gepem&page=issue&op=view&path\[\]=43](http://www.ufrj.br/SEER/index.php?journal=gepem&page=issue&op=view&path[]=43). Acesso em: 20 ago. 2021.

KAMPFF, A. J. C.; LOPES, T. R. C.; ALVES, I. M. da R.; SOUZA, V. C. de; MARSON, F. P.; RIGO, S. J. Pensamento Computacional no Ensino Superior: relato de uma oficina com professores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2016. p. 1316. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/download/7057/4931>. Acesso em: 20 ago. 2021.

KAPUT, J. 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.

KRAVTSOV, L.G. 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.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Multimodal Discourse**: the modes and media of contemporary communication. London: Arnold; New York: Oxford University Press, 2001.

KOPNIN, Pável Vassílyevitch. **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.

LANNER DE MOURA, A. R. Movimento conceptual em sala de aula. In: MIGUEIS, M.; AZEVEDO, M. G. **Educação Matemática na Infância**. Vila Nova de Gaia: Gailivros, 2007. LEE, I.; DENNER, J.; MARTIN, F. L.; COULTER, B. Computational thinking for youth in practice. **ACM Inroads**, v. 2, n. 1, p. 32-37, fev. 2011.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Livros Horizonte, Lisboa, 1978a.

LEONTIEV, A. N. The problem of activity and psychology. *In*: LEONTIEV, A. N. **Activity, consciousness and personality**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice, 1978b. p. 45- 74. Disponível em: <http://communication.ucsd.edu/MCA/Paper/leontiev/Leontiev3.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LEONTIEV, A. N. **Problems of the Development of the Mind**. Moscou: Progress Publishers, 1981.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LÉVY, P. **O que é virtual?** São Paulo: Ed. 34, 1996.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-Cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**. N. 27, p. 5-27. Set /Out /Nov /Dez, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n27/n27a01.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LUMMERTZ, R. S. **As potencialidades do uso do *software scratch* para a construção da literacia digital**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

LURIA, A. R. **Curso de Psicologia Geral** (Vol. 1). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

LURIA, A. R. **Desenvolvimento cognitivo: seus fundamentos culturais e sociais**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

MAJMUTOV, M. J. **La Enseñanza Problemática**. Habana: Pueblo y Revolución, 1983.

MARCO, F. F. **Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.

MARCO, F. F. **Atividades computacionais de ensino na formação inicial do professor de Matemática**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MARTIGNON, L. Algorithms. *In*: P. Baltes and N. Smelser (Eds.). **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. 2. ed. p. 529-533. Elsevier: Oxford, 2015.

MARX, K. O capital: crítica da economia política. Livro I: **o processo de produção do capital**. São Paulo: Boitempo, 2011.

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

MOURA, M. O. Matemática na Infância. *In*: MIGUEIS, M.; AZEVEDO, M. G. **Educação Matemática na Infância**. Vila Nova de Gaia: Gailivros, 2007.

NAGY, Ádám; KÖLCSEY, Attila. Generation Alpha: Marketing or Science? **Acta Technologica Dubnica**, v. 7, n. 1, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316326529_Generation_Alpha_Marketing_or_Science. Acesso em: 20 ago. 2021.

NASCIMENTO, R. M. A matemática e o VisuAlg: lógica de programação no Ensino Médio. 2019. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2019.

NAVARRO, E. R. **Lousa Digital**: Investigando o uso na Rede Estadual de Ensino com o apoio de um curso de formação. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciência e em Matemática) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

NAVARRO, E. R.; KALINKE, M. A. **Lousa digital**: investigando o uso na rede estadual de ensino com o apoio de formação continuada. Curitiba: CRV, 2018.

NICHOLAS, A. J. Preferred Learning Methods of Generation Z. **Salve Regina University**. Jan. 2020. Disponível em: https://digitalcommons.salve.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=fac_staff_pub. Acesso em: 20 ago. 2021.

NOVIKOFF, C. Dimensões Novikoff: um constructo para o ensino-aprendizado da pesquisa. *In*: ROCHA, J.G. e NOVIKOFF, C. (orgs.). **Desafios da práxis educacional à promoção humana na contemporaneidade**. Rio de Janeiro: Espalhafato Comunicação, p. 211-242, 2010.

NUNES, C. B. **Introdução à computação**: uma proposta para o ensino básico. 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, 2013.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

O FANTÁSTICO Mundo de Bobby (**Bobby's World** (Season 1) (Original). Direção: John Callas (I). Roteiro: Howie Mandel. Elenco: Howie Mandel – Bobby Generic, Kevin Smets – DereK Generic. Estados Unidos da América, 1990.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**. Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

ONUCHIC, L de la R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2912/291223514005.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. 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, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. An exploration in the space of mathematics educations. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 1, n. 1, p. 95-123, 1996.

PEREIRA, J. P. L. **Programação e Pensamento Computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental: um estudo de caso**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - ProfMat) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2019.

PETROVSKY, A. V. A imaginação. *In*: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. Ensino Desenvolvidor: **Antologia**, livro 1. Uberlândia: EDUFU, 2017.

PINO, A. Ensinar-Aprender em situação escolar: perspectiva histórico-cultural. **Contrapontos**, v. 4, n. 3, p. 439-460, Itajaí, set./dez. 2004.

PINO, A. **As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski**. São Paulo: Cortez, 2005.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

QUINO, J. L. **Toda Mafalda**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

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

RAVITCH, Diane. **Vida e morte do grande sistema escolar americano: como os testes padronizados e o modelo de mercado ameaçam a educação**. Trad. de Marcelo Duarte. Porto Alegre: Sulina, 2011.

REIS, T. A.; CARNEIRO, C. G.; BEZERRA, F. de M.; CREMONEZI, G. O. G. . Study on The Alpha Generation and The Reflections of Its Behavior in the Organizational Environment. **Journal of Research in Humanities and Social Science**, v. 6, n. 1, p. 9-19, 2018. Disponível em: <http://www.questjournals.org/jrhss/papers/vol6-issue1/C610919.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

RIBOLDI, S, M. O. **A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó, 2019.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R.T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set. 2006.

ROSA, J. E.; MORAES, S. P. G. M.; CEDRO, W. L. A formação do pensamento teórico em uma atividade de ensino de matemática. A atividade orientadora de ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. *In: MOURA, M. O. (Org.). A atividade pedagógica na teoria Histórico-Cultural*. Brasília: Liber Livro, 2016.

ROSA, M. **Role playing game eletrônico**: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Rio Claro: UNESP, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, , Rio Claro, 2004.

ROSA, M. **A Construção de Identidades online por meio do Role Playing Game**: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso a distância. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

SÃO PAULO. **Currículo paulista**. 2020. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SANTANA, A. C. M.; ROTHEN, J. C. As avaliações externas no âmbito do modelo neoliberal: o caso do Saesp. **Revista Educação e Políticas em Debate**, v. 3, n. 2, 9 jul. 2015.

SAVIANI, D. **Educação**: do senso comum à consciência filosófica. 12. ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

SCHULZ, C. M. **Peanuts completo**: 1950 – 2000. São Paulo: L&PM Pocket, 2016.

SciELO - Scientific Electronic Library Online. **Periódicos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 2 nov. 2021.

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

SILVA JR, A. M. **Microgênese do desenvolvimento sociocultural do raciocínio lógico-matemático mediado por tecnologias educacionais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2018.

SOUSA, Maria do Carmo de. O Ensino de Matemática da Educação Básica na Perspectiva Lógico-Histórica. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 7, n. 13, 1 jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/490/305>. Acesso em: 20 ago. 2021.

STEPHENS, M. Developing Algorithmic Thinking in the Primary and Junior Secondary Years. **Proceedings of the 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education**. Taipei, Taiwan, pp. 350-362, 2018. Disponível em: [https://directorymathsed.net/public/Ireland/IrelandPapersPDF&Docx/Stephens%20\(6\).pdf](https://directorymathsed.net/public/Ireland/IrelandPapersPDF&Docx/Stephens%20(6).pdf). Acesso em: 20 ago. 2021.

TEIXEIRA, C. R. O “estado da arte”: a concepção de avaliação educacional veiculada na produção acadêmica do programa de pós-graduação em educação: currículo (1975- 2000). **Cadernos de Pós-Graduação**: educação, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 59-66, 2006.

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: 20 ago. 2021.

VALE, I. As tarefas de padrões na aula de matemática: um desafio para professores e alunos. **Interacções**, n. 20, 181-207, 2012.

VALENTE, J. A. Por que o Computador na Educação? **In:** Valente, J. A. (org.). **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP/NIED, 1993.

VALENTE, J. A. **O professor no ambiente Logo: Formação e atuação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP/NIED, 1996.

VALENTE, J. A. A Espiral de Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: Repensando Conceitos. *In:* JOLY, M. C. R. A. (org). **A Tecnologia no Ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo, SP: Editora Casa do Psicólogo. pp. 15-37, 2002.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista e-Curriculum**, n. 3, v. 14, p. 864 – 897. 2016.

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no Ensino Fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VIGOTSKI, L. S. Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores. **Obras Escogidas. Tomo III**. Madrid: Visor/MEC, 1995.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas IV**. Madrid: Visor, 1996.

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

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criação da infância**. São Paulo: Ática. 2009.

VIGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas, Tomo III**. Madrid: Antonio Machado - Nuevo Aprendizaje, 2012.

VIGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas, Tomo II**. Madrid: Antonio Machado - Nuevo Aprendizaje, 2014.

VIGOTSKI, L. S. **Sete aulas de L. S. Vigotski sobre os fundamentos da pedologia**. Organização: Zoia Prestes e Elizabeth Tunes; Tradução: Cláudia da Costa Guimarães Santana. Rio de Janeiro: E-Papers, 2018.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia, educação e desenvolvimento**: escritos de L. S. Vigotski. Organização e tradução: Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. São Paulo: Expressão Popular, 2021.

WERLE, Flávia Obino Corrêa. Políticas de avaliação em larga escala na educação básica: do controle de resultados à intervenção nos processos de operacionalização do ensino. **Ensaio: avaliação e políticas públicas na Educação**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 73, out./dez. 2011, p. 769-792. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/KnxbVPCbHDBHKzHXwh66vkz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jul. 2021.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. 2. ed. Barcelona: Paidós, 1995.

WING, J. M. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, n. 3, v. 49, p. 33-35. 2006. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

WING, J. M. 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: 20 ago. 2021.

WING, J. M. Computational Thinking: what and why. **The link**. 2011. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>. Acesso em: 20 ago. 2021.

WING, J. M. **Computational thinking benefits society**. Social issues in computing. New York: Academic Press, n. 40. Jan. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>. Acesso em: 20 ago. 2021.

APÊNDICES41

Apêndice 1: Teses e Dissertações da Plataforma Capes por ano de publicação

	Autores	Título	Doutorado/Mestrado em:	Instituição de Ensino	Ano
1	NUNES, João Fernando Igansi	Design computacional: comunicação do in-visível	Doutorado Em Comunicação E Semiótica	PUC ⁴²	2009
2	NUNES, Cinthia Batista	Introdução à computação: uma proposta para o ensino básico	Mestrado Profissional Em Matemática Em Rede Nacional	UESB ⁴³	2013
3	BARCELOS, Thiago Schumacher	Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais	Doutorado Em Ensino De Ciências	Universidade Cruzeiro Do Sul	2014
4	ANNA, Hugo Cristo Sant	Ação, computação, representação: Uma investigação psicogenética sober o desenvolvimento do pensamento computacional'	Doutorado Em Psicologia	UFES ⁴⁴	2014
5	SANTIN, Mateus Madail	Desenvolvimento do pensamento computacional através da robótica: Fluidez digital no ensino fundamental	Doutorado Em Educação Em Ciências Química Da Vida E Saúde	FURG ⁴⁵	2014
6	RIBEIRO, Mirian Regina Pereira	Mídia & educação: análise da percepção de um grupo de estudantes acerca de ações educativas voltadas à convivência com as mídias digitais	Mestrado em Educação	UNIVALI ⁴⁶	2014
7	CARNEIRO, Ana Carolina Rocha	Um estudo de caso sobre informática na educação infantil: a transformação de caça-níqueis em computadores no município de Balneário Camboriú	Mestrado Em Educação	UNIVALI	2014

⁴¹ A cor cinza indica as pesquisas na Educação Matemática

⁴² Pontifícia Universidade Católica

⁴³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

⁴⁴ Universidade Federal Do Espírito Santo

⁴⁵ Universidade Federal Do Rio Grande

⁴⁶ Universidade Do Vale Do Itajaí

8	JUNIOR, Valdir Jose Correa	Uma experiência de uso do geogebra na identificação de padrões em trigonometria	Mestrado Em Educação	UNIVALI	2014
9	SILVA, Gladys Soraia	Mediação da aprendizagem com uso de tecnologia: um estudo a partir da modificabilidade cognitiva	Mestrado Em Educação	UNIVALI	2014
10	JENICHEN, Natalia Mueller	Os “padrões de competência em tic para professores” estabelecidos pela unesco: investigando o desejável e o provável na percepção de docentes do ensino superior de santa catarina para o decênio 2014-2024'	Mestrado Em Educação	UNIVALI	2014
11	MOTA, Marcelle Pereira	Polifacets: um modelo de design da metacomunicação de documentos ativos para apoiar o ensino e aprendizado de programação	Doutorado Em Informática	PUC	2014
12	GONCALVES, Filipe Augusto	Um instrumento para diagnóstico do pensamento computacional'	Mestrado Em Computação	UNIVALI	2015
13	SANTANA, Andre Luiz Maciel	Análise do processo metodológico de montagem de um brinquedo de programar	Mestrado Em Computação	UNIVALI	2015
14	FRANCA, Rozelma Soares de	Um modelo para a aprendizagem do pensamento computacional aliado à autorregulação	Mestrado Em Ciências Da Computação	UFPE ⁴⁷	2015
15	CAETANO, Gustavo Abreu	Habilidade de computar e o desempenho de crianças na educação infantil	Mestrado Em Ciência Da Computação	UNIFACCAMP ⁴⁸	2015
16	BASTOS, Joao Antonio Dutra Marcondes	Apoio à transferência de conhecimento de raciocínio computacional de linguagens de programação visuais para	Mestrado Em Informática	PUC	2015

⁴⁷ Universidade Federal De Pernambuco

⁴⁸ Faculdade Campo Limpo Paulista

		linguagens de programação textuais			
17	AMARAL, Erico Marcelo Hoff do	Processo de ensino e aprendizagem de algoritmos integrando ambientes imersivos e o paradigma de blocos de programação visual	Doutorado Em Informática Na Educação	UFRGS ⁴⁹	2015
18	LUMMERTZ, Ramon dos Santos	As potencialidades do uso do software scratch para a construção da literacia digital	Mestrado Em Ensino De Ciências E Matemática	Ulbra ⁵⁰	2016
19	ZANCHETT, Guilherme Alexandre	Framework para auxiliar o desenvolvimento de jogos que abordem o pensamento computacional	Mestrado Em Computação	UNIVALI	2016
20	ROCHA, Jose Rafael Moraes Garcia da	Developing programming skills on digital native children through the interaction with smart devices	Mestrado Profissional Em Ciências Da Computação	UFPE	2016
21	CARBAJAL, Marleny Luque	Design e desenvolvimento de um ambiente de programação tangível de baixo custo para crianças	Mestrado Em Ciência Da Computação	Unicamp ⁵¹	2016
22	BOZOLAN, Sandra Muniz	O pensamento computacional: ensino e aprendizagem através do software processing	Mestrado Em Tecnologias Da Inteligência E Design Digital	PUC	2016
23	MORAIS, Anuar Daian de	O Desenvolvimento do Raciocínio Condicional a partir do Uso de Teste no Squeak Etoys	Doutorado Em Informática Na Educação	UFRGS	2016
24	STELLA, Ana Lucia	Utilizando o pensamento computacional e a computação criativa no ensino da linguagem de programação scratch para alunos do ensino fundamental	Mestrado Em Tecnologia	Unicamp	2016
25	BRESSAN, Manuelle Lopes Quintas	Scratch! Um estudo de caso	Mestrado Em Tecnologia E Sociedade	UTFPR ⁵²	2016

⁴⁹ Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul

⁵⁰ Universidade Luterana Do Brasil

⁵¹ Universidade Estadual De Campinas

⁵² Universidade Tecnológica Federal Do Paraná

26	MORAIS, Dyego Carlos Sales de	Modelo de Desenvolvimento Participativo de Jogos Digitais Educacionais no Contexto Escolar	Mestrado Em Ciências Da Computação	UFPE	2016
27	OLIVEIRA, Andre Rosa de	Metadados como atributos da informação estruturada em bases de dados jornalísticas na web	Doutorado Em Comunicação Social	UMESP ⁵³	2016
28	SILVA, Tatyane Souza Calixto da	Um modelo para promover o engajamento estudantil e auxiliar o aprendizado de programação utilizando gamification	Mestrado Em Ciências Da Computação	UFPE	2016
29	TASSANO, Debora Rodriguez Paola	UM OLHAR SOBRE TEORIAS COGNITIVAS: promovendo o aprendizado de lógica e programação	Mestrado Profissional Em Educação E Tecnologia	IFSul ⁵⁴	2016
30	BOUCINHA, Rafael Marimon	Aprendizagem do Pensamento Computacional e Desenvolvimento do Raciocínio	Doutorado Em Informática Na Educação	UFRGS	2017
31	MEIRA, Ricardo Radaelli	Pensamento computacional na educação básica: uma proposta metodológica com jogos e atividades lúdicas	Mestrado Profissional Em Tecnologias Educacionais Em Rede	UFSM ⁵⁵	2017
32	RODRIGUES, Rivanilson da Silva	Um estudo sobre os efeitos do pensamento computacional na educação	Mestrado Em Ciência Da Computação	UFMG ⁵⁶	2017
33	COSTA, Erick John Fidelis	Pensamento Computacional na Educação Básica: Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de Resolução de Problemas na Matemática	Mestrado Em Ciência Da Computação	UFMG	2017
34				PUC	2017

⁵³ Universidade Metodista De São Paulo

⁵⁴ Instituto Federal De Educ., Ciênc. E Tecn. Sul-Rio-Grandense

⁵⁵ Universidade Federal De Santa Maria

⁵⁶ Universidade Federal De Campina Grande

	COUTO, Gabriel Militello	Pensamento computacional educacional: ensaio sobre uma perspectiva libertadora	Mestrado Em Educação		
35	GERALDES, Wendell Bento	O pensamento computacional no ensino profissional e tecnológico	Mestrado Profissional Em Governança, Tecnologia E Inovação	UCB ⁵⁷	2017
36	ACHUTTI, Camila Fernandez	Tree Bark framework: competences and mindset rearrangements for Digital and Technology Literacy in times of exponential rate of changes	Mestrado Em Ciência Da Computação	USP ⁵⁸	2017
37	MESTRE, Palloma Alencar Alves	O Uso do Pensamento Computacional como Estratégia para Resolução de Problemas Matemáticos	Mestrado em Ciência Da Computação	UFCG	2017
38	ROSARIO, Tatiane Aparecida Martins do	As aprendizagens com o uso do brinquedo de programar: um estudo com crianças de cinco e seis anos de idade de uma instituição de educação infantil	Mestrado em Educação	UNIVALI	2017
39	BOMBASAR, James Roberto	Computability Game - Um jogo de lógica inspirado na máquina de turing para apoio ao desenvolvimento do pensamento computacional	Mestrado em Educação	UNIVALI	2017
40	BRACKMANN, Christian Puhlmann	Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica	Doutorado Em Informática Na Educação	UFRGS	2017
41	BENARROS, Cynara Rodrigues	Sequência Didática Para o Ensino-Aprendizagem de Informática no Curso de Assistente Administrativo do Ensino Profissional	Mestrado Profissional Em Ensino Tecnológico	IFAM ⁵⁹	2017
42				FUPF ⁶⁰	2017

⁵⁷ Universidade Católica De Brasília

⁵⁸ Universidade De São Paulo

⁵⁹ Instituto Federal De Educ., Ciência E Tecnologia Do Amazonas

⁶⁰ Fundação Universidade De Passo Fundo

	BARCAROLI, Velcir	Plataforma interativa de aprendizagem de programação voltada a disseminação do pensamento computacional utilizando robótica remota	Mestrado Profissional Em Computação Aplicada		
43	CURASMA, Herminio Paucar	Uma ferramenta de realidade virtual para a introdução à programação e pensamento computacional para jovens	Mestrado Em Informática	PUC	2017
44	QUEIROZ, Rubens Lacerda	DUINOBLOCKS4KIDS: utilizando tecnologia livre e materiais de baixo custo para o exercício do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I por meio do aprendizado de programação aliado à Robótica Educacional	Mestrado Em Informática	UFRJ	2017
45	FERRI, Juliana	Ensino de Linguagem de Programação na Educação Básica: uma proposta de sequência didática para desenvolver o pensamento computacional	Mestrado Profissional Em Ensino	UENP ⁶¹	2017
46	MULLER, Luana	Uma abordagem semiótica para apoiar programadores iniciantes durante o processo de reuso e de apropriação de códigos-fonte	Doutorado Em Ciência Da Computação	PUC	2017
47	FROTA, Vitor Bremgartner da	Arcabouço Conceitual de Adaptação de Recursos Educacionais	Doutorado Em Informática	UFAM ⁶²	2017
48	BALATON, Mariana Cardoso	Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental	Mestrado Em Educação	PUC	2017
49	MINCHILLO, Lais Vasconcellos	Towards better tools and methodologies to teach computational thinking to children	Mestrado Em Ciência Da Computação	Unicamp	2018
50				UFPE	2018

⁶¹ Universidade Estadual Do Norte Do Paraná

⁶² Universidade Federal Do Amazonas

	GOMES, Tancicleide Carina Simoes	Desenvolvimento do pensamento computacional na educação infantil: contribuições de uma pesquisa-ação educacional	Mestrado Em Ciências Da Computação		
51	CASTILHO, Maria Ines	Hiperobjetos da Robótica Educacional como Ferramentas para o Desenvolvimento da Abstração Reflexionante e do Pensamento Computacional	Doutorado Em Informática Na Educação	UFRGS	2018
52	SANTOS, Jose Ribamar Azevedo dos	Gamificação no ensino-aprendizagem de algorítmicos e lógica aplicada a computação	Mestrado Em Ciência Da Computação	UNIFACCAMP ⁶³	2018
53	DUARTE, Ailton Souza	O ensino do pensamento computacional na educação profissional de nível médio no ifes - campus colatina	Mestrado Em Educação Agrícola	UFRRJ ⁶⁴	2018
54	SANTANA, Bianca Leite	Uma Abordagem de Ensino-Aprendizagem de Programação na Educação Superior	Mestrado Em Computação Aplicada	UEFS ⁶⁵	2018
55	BREMM, Cristiane Ines	Mediação do pensamento computacional e programação no processo de interação das crianças na educação infantil	Mestrado Profissional Em Tecnologias Educacionais Em Rede	UFMS	2018
56	ZIMMERMANN, Jussara Siqueira de Oliveira	Aplicação e avaliação de conceitos do pensamento computacional em pacientes de um hospital pediátrico	Mestrado Em Gestão E Informática Em Saúde	UNIFESP ⁶⁶	2018
57	JUNIOR, Augusto Marcio da Silva	Microgênese do desenvolvimento sociocultural do raciocínio lógico-matemático mediado por tecnologias educacionais	Mestrado Em Educação	Unifal ⁶⁷	2018
58				UFPR ⁶⁸	2018

⁶³ Centro Universitário Campo Limpo Paulista

⁶⁴ Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro

⁶⁵ Universidade Estadual De Feira De Santana

⁶⁶ Universidade Federal De São Paulo

⁶⁷ Universidade Federal De Alfenas

⁶⁸ Universidade Federal Do Paraná

	EGIDO, Sidneia Valero	EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO 3º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: CRIANÇAS PROGRAMANDO JOGOS COM SCRATCH	Mestrado Em Educação Em Ciências E Em Matemática		
59	FORQUESATO, Luis Eduardo Thibes	Using a Game to Teach Computational Thinking and Assess Learning	Mestrado Em Ciência Da Computação	Unicamp	2018
60	COUTO, Katiane Cugik	O ensino de programação nos anos iniciais do ensino fundamental: do estudo do pensamento computacional à proposta de mídias educacionais	Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências, Matemática E Tecnologias	Udesc ⁶⁹	2018
61	POLONI, Leonardo	Aprendizagem de programação mediada por uma linguagem visual: possibilidade de desenvolvimento do pensamento computacional	Mestrado Em Educação	UCS ⁷⁰	2018
62	JUNIOR, Paulo Antonio Pasqual	Pensamento computacional e formação de professores: uma análise a partir da plataforma code.org	Mestrado Em Educação	UCS	2018
63	MATTOS, Francielle de	Uma Iniciativa para Estimular o uso de Tecnologias por Meninas no Ensino Médio	Mestrado Em Ciência Da Computação	UFSCar ⁷¹	2018
64	SILVA, Jessica Laisa Dias da	Game Design de Jogos Digitais de Pensamento Computacional inspirados no Instrumento de Avaliação Bebras Challenge	Mestrado Em Sistemas E Computação	UFRN ⁷²	2018
65	COUTO, Carla Machado	“Disciplina informática” na educação fundamental	Mestrado Em Educação	Estácio ⁷³	2018

⁶⁹ Universidade Do Estado De Santa Catarina

⁷⁰ Universidade De Caxias Do Sul

⁷¹ Universidade Federal De São Carlos

⁷² Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte

⁷³ Universidade Estácio De Sá

		a partir de seus professores			
66	FELIX, Douglas Furtado	O pensamento computacional no ensino fundamental: um estudo de caso baseado nas neurociências	Mestrado Em Modelagem Computacional	UFRG	2018
67	JUNIOR, Jose Etiene Bezerra	Investigando o Uso do Extreme Programming como uma Metodologia de Ensino para Aplicações Práticas da Robótica Educacional	Mestrado Em Ciência Da Computação	UERN ⁷⁴	2018
68	LIMA, William Vieira de	PERCEPÇÃO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SCRATCH: Uso da água no pulsar do Rio Juruá – Eirunepé – Amazonas	Mestrado Profissional Em Rede Nacional Para Ensino Das Ciências Ambientais	UFAM	2018
69	SOSTER, Tatiana Sansone	Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas	Doutorado Em Educação	PUC	2018
70	CARVALHO, Felipe Rezende de	Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática	Mestrado Em Ensino	Unioeste ⁷⁵	2018
71	ROUCAS, Marcia de Fatima Duarte	Scratch como ferramenta pedagógica para estimular o processo de letramento na educação de jovens e adultos	Mestrado Profissional Em Diversidade E Inclusão	UFF ⁷⁶	2018
72	PAZINI, Ernani Zandona	ARQUITETURA PARAMÉTRICA: mensuração do fenômeno de engajamento no processo de projeto contemporâneo	Mestrado Em Arquitetura E Urbanismo	IMED ⁷⁷	2018
73	SANTOS, Clodogil Fabiano Ribeiro dos	A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas	Doutorado Em Ensino De Ciência E Tecnologia	UTFPR	2018

⁷⁴ Universidade Do Estado Do Rio Grande Do Norte

⁷⁵ Universidade Estadual Do Oeste Do Parana

⁷⁶ Universidade Federal Fluminense

⁷⁷ Faculdade Meridional

74	FERNANDES, Hugo Batista	Pensamento computacional: uma proposta de curso de extensão on-line para professores que lecionam matemática nos anos iniciais do ensino fundamental	Mestrado Em Ensino De Ciências	UNICSUL ⁷⁸	2018
75	ALVES, Nathalia da Cruz	Codemaster: um modelo de avaliação do pensamento computacional na Educação Básica através da análise de código de linguagem de programação visual	Mestrado em Ciência da Computação	UFSC ⁷⁹	2019
76	BARBOSA, Lara Martins	Aspectos do Pensamento Computacional na construção de fractais com o <i>Software Geogebra</i>	Mestrado em Educação Matemática	Unesp ⁸⁰	2019
77	EVARISTO, Ingrid Santella	O Pensamento Computacional no processo de aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental	Mestrado em gestão e práticas educacionais	UNINOVE ⁸¹	2019
78	NASCIMENTO, Renata Melo	A Matemática e o <i>visualg</i> : Lógica de programação no Ensino Médio	Mestrado profissional em Matemática	UESC ⁸²	2019
79	PEREIRA, Joao Pedro de Lima	Programação e Pensamento Computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso	Mestrado profissional em Matemática	UnB ⁸³	2019
80	RIBOLDI, Sandra Mara Oselame	A linguagem de programação <i>Scratch</i> e o ensino de funções: uma possibilidade	Mestrado Profissional em Matemática	UFFS ⁸⁴	2019

⁷⁸ Universidade Cruzeiro Do Sul

⁷⁹ Universidade Federal de Santa Catarina

⁸⁰ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

⁸¹ Universidade Nove de Julho

⁸² Universidade Estadual de Santa Cruz

⁸³ Universidade de Brasília

⁸⁴ Universidade Federal da Fronteira

81	SILVA, Firmiano Alexandre dos Reis	Cartas à mesa: uma proposta lúdico-didática para o ensino de lógica	Mestrado profissional em Educação Profissional e Tecnológica	IFTM ⁸⁵	2019
82	SILVA, Hélio Moreira da	Pensamento computacional: desenvolvimento do material pedagógico para o ensino de programação de games 2D na Educação Básica auxiliado pelo design de interação	Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação	UNIFATEA ⁸⁶	2019
83	SOUZA, Leandro Delgado de	Instituto de hackers: o pensamento computacional aplicado ao ensino técnico integrado ao ensino médio	Mestrado profissional em Educação profissional e tecnológica	IFPR ⁸⁷	2019

⁸⁵ Instituto Federal do Triângulo Mineiro

⁸⁶ Centro Universitário Teresa D'Ávila

⁸⁷ Instituto Federal do Paraná

Apêndice 2: Artigos da plataforma Capes

	Autores	Título	Revista/Jornal/Congresso	Educação Matemática
1	FLORES, Augusto P.	Development of Computational Thinking in Discrete Mathematics Training	Lámpsakos, n. 5, Jun. 2011	Educação Matemática
2	CAMBRAIA, Adão Caron; SCAICO, Pasqueline Dantas	Os desafios da Educação em Computação no Brasil: um relato de experiências com Projetos PIBID no Sul e Nordeste do país	Revista Espaço Acadêmico, n.148, set. 2013	
3	FRANÇA, Rozelma Soares de; FERREIRA, Victor Afonso dos Santos; ALMEIDA, Luma Cardoso Ferro de; AMARAL, Haroldo José Costa do	A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação	XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC 2014	
4	FRANÇA, Rozelma Soares de; TEDESCO, Patrícia Cabral de Azevedo Restelli	Um modelo colaborativo para a aprendizagem do pensamento computacional aliado à autorregulação	III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014), XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014)	
5	HINTERHOLZ, Lucas Tadeu; PINTO, Cristiane Goulart; DÜREN, Guilherme Machado; OLIVEIRA, Thiago Rebelatto; MARQUES, Samanta Ghislени; HAETINGER, Werner;	Neurociência cognitiva como base para análise do processo do pensamento computacional, através da programação.	Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 2, p. 54-66, 2014	

	CRUZ, Marcia E. J. Kniphoff da			
6	RAMOS, José Luís; ESPADEIRO, Rui Gonçalo	Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem	Educação, Formação & Tecnologias, v.7, n.2, jul. dez. 2014	
7	CANAVILHAS, João; SATUF, Ivan; LUNA, Diógenes de; TORRES, Vitor; BACCIN, Alciane; MARQUES, Alberto	Jornalistas e tecnoatores: a negociação de culturas profissionais em redações on-line	Porto Alegre, v. 23, n. 3, set. dez. 2016.	
8	REINALDO, Francisco; MAGALHÃES, Demétrio R.; REIS, Luis Paulo; GAFFURI, Stefane; FREDDO, Ademir; HALLAL, Renato	Impasse aos Desafios do uso de Smartphones em Sala de Aula: Investigação por Grupos Focais	Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, n. 19, set. 2016	
9	RIBAS, Elisângela; BIANCO, Guilherme Dal; LAHM, Regis Alexandre	Programação visual para introdução ao ensino de programação na Educação Superior: uma análise prática	Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED), v. 14 N. 2, dez. 2016	
10	SANTOS, Elisângela Ribas dos; SOARES, Graciele; BIANCO, Guilherme Dal; FILHO, João Bernardes da Rocha; LAHM, Regis Alexandre	Estímulo ao Pensamento Computacional a partir da Computação Desplugada: uma proposta para Educação Infantil	Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa v. 15, n. 3, 2016	
11	VALENTE, José Armando	Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica:	Revista e-Curriculum, São	

		diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno	Paulo, v.14, n.03, jul. set.2016	
12	BOSSE, Yorah; GEROSA, Marco Aurélio	Why is programming so difficult to learn? Patterns of Difficulties Related to Programming Learning	ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, v. 41, n. 6, Nov. 2017	
13	PAZ, Louise Alessandra Santos do Carmo	O pensamento computacional e a formação continuada de professores: uma experiência com as TICs	RPGE– Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara, v.21, n. esp.3, dez., 2017	
14	RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone André da Costa	Entendendo o Pensamento Computacional	arXiv:1707.00338v1 [cs.CY] 2, jul. 2017	
15	GREFF, Guaraci Vargas; PERES, André; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro	Aprendizagens em movimento: Um relato de experiência de Prática Docente do Pensamento Computacional através de M-Learning e U-Learning	Revista Thema, v. 15, n. 1, 2018	
16	HAUCK, Jean Carlo R.; WANGENHEIM, Christiane Gresse Von; MEDEIROS, Giselle; FILHO, Raul Missfeldt; ALVES, Nathalia; LAURENTINO, Silvia; SANTOS, Vinícius	Jovens tutores de programação: um relato de experiência	Revista Eletrônica de Extensão, Florianópolis, v. 15, n. 29, 2018	
17	HOED, Raphael Magalhães; LADEIRA, Marcelo; LEITE, Leticia Lopes	Influence of algorithmic abstraction and mathematical knowledge on rates of dropout from Computing degree courses	Journal of the Brazilian Computer Society, v. 24, n. 10. 2018	
18	PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante	Letramento digital na cultura digital: o que precisamos compreender?	Revista EDaPECI-Educação a Distância e Práticas Educativas	

			Comunicacionais e Interculturais, São Cristóvão (SE), v.18, n.1, jan. abr.2018	
19	QUEIROZ, João Paulo	Habitats, casas e seus objetos: para uma reatualização da Natureza-Morta	Revista Estúdio, artistas sobre outras obras, v. 9, n. 21, jan. mar. 2018	
20	SILVA, Mercedes Matte da; MIORELLI, Sandra Teresinha; KOLOGESKI, Anelise Lemke	Estimulando o pensamento computacional com o projeto logicando	Revista Observatório, Palmas, v.4, n.3, maio. 2018	
21	ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; VALENTE, José Armando	Pensamento computacional nas políticas e nas práticas em alguns países	Revista Observatório, Palmas, v. 5, n. 1, jan. mar. 2019	
22	COSTA, Roberta Dall Agnese da; WEBBER, Carine Geltrudes; AFFELDT, Bruno Barbosa; WERLE, Cíntia; NUNES, Jeferson; REIS, Kelen Ricardo dos	Desenvolvimento e avaliação de aplicativos para dispositivos móveis por professores da Educação Básica	Scientia cum Industria, v. 7, n. 1, 2019	
23	FELIX, Douglas Furtado; BILLA, Cleo Zanella; ADAMATTI, Diana Francisca	O ensino do pensamento computacional em séries finais do ensino fundamental: uma proposta embasada na neurociências	Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 11, n. 1, Abril. 2019	
24	GONÇALVES, Lina Maria; PORTELLA, Augustus Caeser Frank; LUZ, Mateus dos Santos Limeira	Softwares livres e equipamentos manufaturados: possíveis recursos para a integração curricular das TDIC	Revista Observatório, Palmas, v. 5, n. 1, jan. mar. 2019	
25	GUARDA, Graziela Ferreira; GOULART, Ione Ferrarini; GONÇALVES, Caroline dos Santos;	O circuito quatro desafios – atividade lúdica apoiada pelo pensamento computacional	Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 606-617, jan. 2019.	Educação Matemática

	CUNHA, Lidia Raquel Rocha			
26	MARTINS, Valéria; AMATO, Cibelle; RIBEIRO, Glaucia; ELISEO, Maria	Desenvolvimento de Aplicações Acessíveis no Contexto de Sala de Aula da Disciplina de Interação Humano- Computador	Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Jan. 2019	
27	MEDEIROS, Luciano Frontino de; WÜNSCH, Luana Priscila	Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência	Espaço Pedagógico, v. 26, n. 2, Passo Fundo, maio. ago. 2019	
28	MONJELAT, Natalia	Programación de tecnologías para la inclusión social con Scratch: Prácticas sobre el pensamiento computacional en la formación docente	Revista Electrónica Educare, v. 23, n. 3, set. dez. 2019	
29	PINTO, Sergio Crespo Coelho da Silva; MATTOS, Marcelo Simas	A programação de jogos como um instrumento motivador da aprendizagem	Espaço Pedagógico, v. 26, n. 2, Passo Fundo, maio. ago. 2019	
30	RAABE, André Luís Alice	Diálogo com educadore	Espaço Pedagógico, v. 26, n. 2, Passo Fundo, maio. ago. 2019	
31	SILVA, Flaviana Dos Santos; ALMEIDA, Alisandra Cavalcante Fernandes de; SILVA, Katia Alexandra Godoi e	O desenvolvimento do pensamento computacional com a integração do software scratch no ensino superior	Revista Observatório, Palmas, v. 5, n. 1, jan. mar. 2019	
32	VALENTE, José Armando	Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação	Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 16, n. 43, 2019	

Apêndice 3: Artigos da plataforma Scielo

	Autores	Título	Revista/Jornal	Educação Matemática/ outro assunto
1	Norma Arellano, Jacqueline Fernandez, María Verónica Rosas, Mariela E. Zuñiga	Estratégia metodológica de la enseñanza de la programación para la permanencia de los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación em Tecnología no.13 La Plata jun. 2014	Outro
2	Claudia Carina Fracchia, Pablo Kogan, Silvia Amaro	Competir + Motivar + Hornero = aprender programación	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en tecnología no.18 La Plata dic. 2016	outro
3	Gladys Dapozo, Raquel Petris, Cristina Greiner, María Cecilia Espíndola, Ana María Company, Mariano López	Capacitación en programación para incorporar el pensamiento computacional en las escuelas	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación em Tecnología no.18 La Plata dic. 2016	outro
4	A. M. Chimunja, C. A. Collazos, J. A. Hurtado	ChildProgramming-C: como una mejora de la dimensión colaborativa del modelo ChildProgramming	Entre Ciencia e Ingeniería vol.11 no.22 Pereira July/Dec. 2017	outro
5	Anuar Daian de Moraes, Marcus Vinicius de Azevedo Basso, Léa da Cruz Fagunde	Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática?	Ciência & Educação (Bauru) vol.23 no.2 Bauru Apr./June 2017	Educação Matemática
6	Oscar Danilo Montoya Giraldo	Solving a Classical Optimization Problem Using GAMS Optimizer Package: Economic	Ingeniería y Ciencia vol.13 no.26 Medellín July/Dec. 2017	outro

		Dispatch Problem Implementation		
7	Álvaro Briz Redón, Ángel Serrano Aroca	Aprendizaje de las matemáticas a través del lenguaje de programación R en Educación Secundaria	Educación matemática vol.30 no.1 México abr. 2018	Matemática
8	Noelia Bizarro Torres, Ricardo Luengo González, José Luís Carvalho	Roamer, un robot en el aula de Educación Infantil para el desarrollo de nociones espaciales básicas	RISTI no.28 Porto set. 2018	Matemática
9	Paulo dos Santos Nora, Fabiele Cristiane Dias Broietti	Um estudo das Práticas Científicas em questões do PISA	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias vol.13 no.1 Tandil jun. 2018	otro
10	Natalia Monjelat	Programación de tecnologías para la inclusión social con Scratch: Prácticas sobre el pensamiento computacional en la formación docente	Educare vol.23 n.3 Heredia Sep./Dec. 2019 Epub Oct 30, 2019	otro