

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

FRANCIELLE DE MATTOS

PENSAMENTO COMPUTACIONAL, PENSAMENTO TEÓRICO E
CURRÍCULO ESCOLAR À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

SÃO CARLOS-SP
2024

FRANCIELLE DE MATTOS

PENSAMENTO COMPUTACIONAL, PENSAMENTO TEÓRICO E
CURRÍCULO ESCOLAR À LUZ DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Tese¹, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, como parte dos requisitos para a obtenção de título de Doutora em Educação – Linha: Educação Escolar: teorias e práticas.

Área de concentração: Educação.
Linha de Pesquisa: Educação Escolar: Teorias e Práticas.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Mello.

SÃO CARLOS-SP
2024

¹ Este trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), com bolsa de Demanda Social. Agradecemos à CAPES pelo financiamento.



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 Francielle de Mattos, realizada em 30/07/2024.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Maria Aparecida Mello (UFSCar)

Profa. Dra. Jarina Rodrigues Fernandes (UFSCar)

Prof. Dr. Sérgio Carrazedo Dantas (UNESPAR)

Prof. Dr. Francisco José Carvalho Mazzeu (UNESP)

Prof. Dr. Abel Gustavo Garay González (IFSP)

Profa. Dra. Maria Lucia Panossian (UTFPR)

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

Francielle, Mattos

Pensamento Computacional, Pensamento Teórico e
Currículo Escolar à luz da Teoria Histórico-Cultural /
Mattos Francielle -- 2024.
193f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Maria Aparecida Mello

Banca Examinadora: Abel Gustavo Garay González,
Francisco José Carvalho Mazzeu, Jarina Rodrigues
Fernandes, Maria Lucia Panossian, Sérgio Carrazedo
Dantas

Bibliografia

1. Pensamento Computacional. 2. Teoria da
Reorganização. 3. Pensamento Teórico. I. Francielle,
Mattos. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180

Dedico este trabalho à minha mãe, à minha irmã, aos profissionais da Educação e à Universidade Pública.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e irmã, Liliam e Priscila, pelo apoio nessa trajetória, por todo o sacrifício, em todos os aspectos, que fizeram para que eu pudesse alcançar meus objetivos

À minha orientadora Dra. Maria Aparecida Mello, pela orientação, compreensão, compartilhamento de conhecimento e por sempre estar presente me auxiliando a realizar essa tese e a todos meus companheiros do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre a escola de Vigotsky (NEEVY).

Ao meu orientador de mestrado Dr. Daniel Lucrédio, por ter acreditado em mim e ter me orientado.

Aos meus amigos Daniel, Camilo, Vinícius, Pedro, Vitor, Leo, Isadora, Ricardo, Sara, Iracema, Laís, Bianca, Érica, Renata, Fernando, Carla, Anderson, pelo companheirismo em todos os momentos difíceis, principalmente durante o isolamento na pandemia da Covid 19, com os quais compartilhei minhas alegrias e dificuldades deste percurso.

À professora Dra. Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco por contribuir de forma significativa na minha trajetória acadêmica.

À UFSCar e a todos seus funcionários, pois são treze anos de dedicação e respeito na minha formação.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Matemática da UFSCar, em especial Dr. João Carlos Vieira Sampaio e Dra. Denise Silva Vilela.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de minha bolsa de estudos.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente na minha caminhada tanto profissional quanto pessoal.

Qualquer inventor, mesmo gênio, é sempre um fruto de seu tempo e de seu meio. Sua criação surge de necessidades que foram criadas antes dele e, igualmente, apoia-se em possibilidades que existem além dele. Eis por que percebemos uma coerência rigorosa no desenvolvimento histórico da técnica e da ciência. Nenhuma invenção ou descoberta científica pode emergir antes que aconteçam as condições materiais e psicológicas necessárias para seu surgimento. A criação é um processo de herança histórica em que cada forma que sucede é determinada pelas anteriores. (Lev Semionovitch Vigotsky)

RESUMO

O Pensamento Computacional, como um dos temas do documento *Computação Complemento à BNCC*, visa desenvolver habilidades cognitivas relacionadas à resolução de problemas de forma estruturada e sistemática, e desenvolver o pensamento por meio da computação. Ao longo deste texto, a pesquisa, de cunho teórico-bibliográfico, a partir dos estudos de Vigotsky, Davidov, Leontiev, Tikhomirov, explorou diversas perspectivas sobre o conceito de Pensamento Computacional (PC). Este termo passou por várias reformulações com o intuito de contribuir para a atualização dos currículos dos cursos da área de Computação no ensino superior e para a organização do ensino desses conteúdos na Educação Básica. A partir disso, deu-se ênfase ao seu ensino na Educação Infantil, especialmente na Pré-escolar, e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental. Assim, procurou-se responder à seguinte questão: O pensamento computacional, como está proposto na BNCC e no seu complemento na fase Pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental, se direciona ao desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes como proposto pela Teoria Histórico-cultural? Desse modo, o objetivo central foi caracterizar e analisar a compreensão do pensamento computacional na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural, conforme apresentado no documento *Computação: Complemento à BNCC*, nas etapas da educação infantil (fase pré-escolar) e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental. Tendo pontuado isso, a tese sustenta que o pensamento computacional, como mencionado nos documentos oficiais analisados, não se caracteriza como pensamento teórico, segundo a Teoria Histórico-Cultural. Para isso, discutiu-se o movimento lógico-histórico do conceito “pensamento computacional” e posteriormente foram aprofundados os estudos sobre a necessidade da sua formalização e conceituação. As análises levaram a elaboração de uma síntese integradora, a qual orienta a formação do pensamento teórico de maneira articulada, ressignificando os conceitos de Pensamento Computacional à luz da Teoria da Reorganização pela interação humano-computador. Os resultados da pesquisa indicaram que o termo "Pensamento Computacional", conforme apresentado nos documentos oficiais *BNCC* e *Computação: Complemento à BNCC*, não se caracteriza como pensamento teórico segundo a Teoria Histórico-cultural. Como conclusão, compreendeu-se que esses documentos não promovem os princípios da lógica dialética, mas enfatizam o "saber fazer" — habilidades e competências — em detrimento do desenvolvimento de conceitos e da formação do pensamento teórico.

Palavras-chave: Teoria Histórico-Cultural. Pensamento Computacional. Teoria da Reorganização. Pensamento Teórico.

ABSTRACT

Computational Thinking, as one of the themes of the document Computing Complement to the BNCC, aims to develop cognitive skills related to problem-solving in a structured and systematic way and to develop thinking through computation. Throughout this text, the research, of a theoretical and bibliographical nature, based on the studies of Vigotsky, Davidov, Leontiev, Tikhomirov, the study explored several perspectives on the concept of Computational Thinking (CT). This term has undergone several reformulations with the aim of contributing to the updating of the curricula of courses in the area of Computing in higher education and to the organization of the teaching of these contents in Basic Education. From this, emphasis was placed on its teaching in Early Childhood Education, especially in Preschool, and in the first two years of Elementary School. Thus, it sought to answer the following question: Is computational thinking, as proposed in the BNCC and in its complement in the Preschool phase and in the first two years of Elementary School, towards the development of students' theoretical thinking as proposed by the Historical-Cultural Theory? Thus, the main objective was to characterize and analyze the understanding of computational thinking from the perspective of the Historical-Cultural Theory, as presented in the document Computing: Complement to the BNCC, in the stages of early childhood education (preschool phase) and in the first two years of Elementary School. Having pointed this out, the thesis presents that computational thinking as mentioned in the official documents analyzed is not characterized as theoretical thinking, according to the Historical-Cultural Theory. To this end, the logical-historical movement of the concept "computational thinking" was discussed and subsequently in-depth studies on the need for its formalization and conceptualization were carried out. The analyses led to the elaboration of an integrative synthesis, which guides the formation of theoretical thinking in an articulated manner and resignifies the concepts of Computational Thinking in light of the Theory of Reorganization through Human-Computer Interaction. The results of the research indicated that the term "Computational Thinking", as presented in the official documents BNCC and Computing: Complement to the BNCC, is not characterized as theoretical thinking according to the Historical-Cultural Theory. In conclusion, it was understood that these documents do not promote the principles of dialectical logic but emphasize "know-how" — skills and competencies — to the detriment of the development of concepts and the formation of theoretical thought.

Keywords: Historical-Cultural Theory. Computational Thinking. Theory of Reorganization. Theoretical Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da teoria da Atividade.....	39
Figura 3 - Quatro bases de Pensamento Computacional.....	98
Figura 4 - procedimentos metodológicos baseado em salvador (1976)	123
Figura 5 - Características do conhecimento empírico e do conhecimento teórico	173

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro comparativo do pensamento computacional no mundo	93
Quadro 2 - Estrutura da Educação Básica BNCC - Educação Infantil e Ensino Fundamental.....	152
Quadro 3 - Estrutura da Educação Básica BNCC - Educação Infantil e Ensino Fundamental.....	154
Quadro 4 - Estrutura do Ensino BNCC - Ensino Fundamental.....	155
Quadro 5 - Conceitos da Computação abordados nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.....	160
Quadro 6 - Complemento em Computação da BNCC (2022) na Educação Infantil	164
Quadro 7 - Complemento em Computação da BNCC (2022) Anos Iniciais - Dois primeiros anos.	170

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CECH – Centro de Educação e Ciências Humanas (CECH)
CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira
DC – Departamento de Computação
DM – Departamento de Matemática
GRACE – Grupo de Alunas de Ciências Exatas
IMPA – Instituto de Matemática Pura e Aplicada
ICMC – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
LEM – Laboratório de Ensino de Matemática
LIA – Laboratório de Interação Avançada
MEC – Ministério da Educação
OA – Objeto de Aprendizagem
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OBMEP – Olimpíadas Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
OIT – Organização Internacional do Trabalho
PC – Pensamento Computacional
Pibid – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
POSCOMP – Exame Nacional para Ingresso na Pós-Graduação em Computação
PPGCC – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
TIDC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
USP – Universidade de São Paulo
ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 INTRODUÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	36
2.1 Fundamentos e princípios da Teoria Histórico-Cultural: o desenvolvimento humano e cultural no âmbito da estrutura social	37
2.2 Formação e Desenvolvimento do Pensamento Teórico	56
2.3 O surgimento do termo Pensamento Computacional ao longo do desenvolvimento e implantação da Computação na Educação	72
2.4 Elementos Conceituais da lógica formal e dialética	100
3 PERCURSO METODOLÓGICO	112
3.1 Princípios do método e metodologia na Teoria Histórico-Cultural	114
3.2 Procedimentos Metodológicos da Pesquisa Teórica	121
4 ANÁLISE	129
4.1 O conceito da terminologia "pensamento computacional" no Brasil: relação com a educação e o modo de produção capitalista	130
4.2 Critérios dos Documentos oficiais e normas	143
5 A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO COMPUTACIONAL: UMA SÍNTESE INTEGRADORA	178
REFERÊNCIAS	181

APRESENTAÇÃO

Seguiremos a cronologia dos acontecimentos que antecederam o presente momento desta pesquisa de doutorado.

Ao iniciar meus estudos em 2009 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus São Carlos, lembro-me que, ao ver tantos funcionários e alunos utilizando ferramentas tecnológicas, me chamou a atenção como essas ferramentas eram importantes e necessárias para eles. O contato inicial com o tema de pesquisa deu-se mediante uma bolsa Atividade de 2009 até 2010, no Departamento de Matemática (DM). Neste período, fui monitora do Laboratório de Ensino de Matemática (LEM), desempenhando funções desde empréstimo de materiais pedagógicos até a elaboração e construção de novos materiais voltados para o ensino de matemática.

A partir dos estudos referentes às primeiras disciplinas pedagógicas do curso – Didática e Educação e Sociedade – senti-me motivada a pesquisar sobre o uso da tecnologia digital voltada à educação básica, buscando relações e entendimento acerca da importância e da necessidade humana de desenvolvimento da tecnologia, especialmente quando grandes corporações direcionam a elaboração e produção de aplicativos e materiais didáticos para serem aplicados e inseridos nos planejamentos e processos de ensino e aprendizagem.

Dessa maneira, surgiu a necessidade de estudar o uso da tecnologia na educação matemática, enquanto estudante do curso de Licenciatura em Matemática na UFSCar no período de 2009 a 2014. Minha inspiração em cursar a graduação surge na infância, com os professores de matemática que proporcionavam vivenciar constantemente os conceitos dessa disciplina na escola em que estudei. As atividades da escola sempre se voltavam para projetos e iniciativas com foco na matemática, o que mobilizou uma vivência permitindo que laços fossem criados com aquilo que chamávamos “matéria”, e que hoje, na dimensão curricular, denomina-se componente.

Os motivos para estar em atividade de estudo e pesquisa no meu doutorado estão relacionados à construção de todo o percurso desse processo de pesquisa, que brevemente descrevo, acerca da minha trajetória acadêmica, cuja temática está

voltada para a necessidade humana do uso de tecnologias e como essas são aplicadas na educação e no ensino da Matemática. O interesse em compreender o real motivo do uso das tecnologias, diretamente relacionado à necessidade de como elas estão a ser tratadas e discutidas nas escolas e fora delas, ou seja, no meio social, tornou-se, então, algo imprescindível, e me mobilizou para estar em atividade de estudo no meu doutorado e aprofundar a minha compreensão a respeito das múltiplas determinações que estão envolvidas na temática do uso de tecnologias na educação, principalmente no ensino da disciplina de matemática.

Desde 2009, venho desenvolvendo estudos relacionados ao uso das tecnologias na educação básica. A pesquisa acadêmica, propriamente, inicia-se com os estudos de iniciação científica, perpassando por outros projetos universitários, trabalho de conclusão de curso, mestrado e chegando ao doutorado. Talvez eu não saiba especificar o exato momento em que direcionei os estudos para a temática das novas tecnologias digitais, tampouco o real motivo de querer iniciar os meus estudos e pesquisas nessa área, pois anteriormente à minha graduação não tinha interesse e nem acesso a esse universo tecnológico que me foi apresentado ao ingressar no ensino superior.

Então, trago como um marco inicial da minha trajetória na pesquisa acadêmica a iniciação científica voluntária realizada entre os anos 2011 e 2012. O objeto de pesquisa foi a análise dos Objetos de Aprendizagem (OA) na educação matemática. O que levou a um objetivo de pesquisa a partir de um levantamento bibliográfico e documental apontando as características dos objetos de aprendizagem selecionados, principalmente os do banco de dados do Ministério da Educação (MEC).

Assim, analisei artigos, documentos e sites oficiais que contemplavam a temática. Os dados foram tratados de modo a categorizá-los e analisá-los diante de três eixos temáticos definidos a priori: o processo de elaboração dos OA, a utilização dos OA pelos professores de matemática e as possibilidades de contribuição dos OA para a aprendizagem dos alunos. A partir de tal categorização, os dados foram interpretados por meio de um referencial crítico-dialético. A pesquisa teve como resultado a identificação de posicionamentos e direcionamentos relevantes em relação ao uso de OA na educação matemática, colaborando para o debate referente à utilização de novas tecnologias no processo educativo e em políticas de formação

continuada de professores.

Ao terminar a Iniciação Científica, ainda como aluna de graduação do curso de Licenciatura em Matemática, fui bolsista de dois outros projetos, ambos de âmbito nacional, voltados para a pesquisa e extensão universitária. O primeiro deles foi o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), em que desenvolvi juntamente com outros bolsistas de diversas áreas do conhecimento, sob coordenação de professores universitários também de diversas áreas da educação, projetos voltados à organização do ensino dialogando com os professores da educação básica pública estadual, de modo a atender as necessidades das escolas conveniadas ao projeto. Essa experiência foi muito edificante, devido à possibilidade de vivenciar uma das maiores experiências que um projeto institucional de rede nacional permitiu em níveis de maior integração entre universidade e comunidade, entre pesquisa e extensão.

No segundo projeto, fui bolsista IMPA e depois CAPES pela federalização da Olimpíadas Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) entre o período de 2013 e 2015, como monitora do Programa de Iniciação Científica Júnior. O foco do projeto era despertar nos jovens o gosto pelas ciências e carreiras científicas tecnológicas. Como os participantes eram medalhistas e/ou menções honrosas da Olimpíadas Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) do interior do estado de São Paulo, atuei nos encontros mensais em atividades de aprofundamento dos estudos matemáticos no Departamento de Matemática Aplicada da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

Em conversas com amigos da UFSCar soube da existência do Laboratório de Interação Avançada (LIA), pertencente ao Departamento de Computação (DC), no qual pesquisas e estudos sobre o uso das tecnologias na área da educação são desenvolvidos. Depois, entrei em contato com a professora coordenadora do laboratório e, assim, surgiu a oportunidade de realizar meu trabalho de conclusão de curso (TCC) no DC. Dessa maneira, tornei-me integrante do grupo, juntamente com pesquisadores do mestrado e doutorado que estudam temas relacionados à Interação Humano-Computador.

A partir deste grupo, mediante reuniões de orientação e estudos com os participantes, pude definir meu projeto de TCC, intitulado *Uso de Objetos de*

Aprendizagem Computacionais para o Ensino da Matemática: Uma experiência, defendido no ano de 2013. Ao longo da pesquisa, tive a oportunidade de estar imersa em dois campos de conhecimentos: matemática e computação. O objetivo do estudo centrou-se em observar o potencial do campo tecnológico computacional e o que este poderia oferecer ao ensino da matemática para crianças do ensino fundamental. Por outro lado, também analisamos o uso desses recursos em meio a uma disputa mercadológica editorial do sistema capitalista, coisa que não foi aprofundada no texto do TCC por não ser o objetivo central de pesquisa.

Investiguei quais os conceitos matemáticos que precisam ser ensinados no Ensino Fundamental II, de acordo com os parâmetros curriculares do estado de São Paulo, e quais os objetos de aprendizagem computacionais oferecidos em repositórios governamentais para apoiar o professor no ensino da matemática estão sendo investigados. O intuito foi identificar quantos e quais eram esses objetos de aprendizagem voltados para o ensino da matemática e disponíveis em dois repositórios de ampla divulgação e de acesso livre. Estes repositórios foram encontrados no site do Ministério da Educação e Cultura (MEC), os quais são: (1) Banco Internacional de Objetos Educacionais e (2) Portal do professor, para o ensino dos conceitos investigados. Posteriormente, foi realizado um estudo de caso em uma escola pública da cidade de São Carlos, em que os professores de matemática tiveram acesso aos OAs selecionados e disponíveis para os conhecerem e utilizarem em sala de aula com os alunos.

Durante a interação da proposta, os professores foram favoráveis ao uso da tecnologia, acreditavam que os computadores são aliados no processo de aprendizagem, assim como outras tecnologias. O Trabalho de Conclusão de Curso permitiu-me conhecer melhor os OAs e verificar a forma como estes eram armazenados, analisar a relação deles com conteúdo definido pela Proposta Curricular, bem como observar e vivenciar o uso desses objetos na escola em dois momentos, um com os professores e outro com os professores e alunos.

Senti necessidade de continuar no campo da pesquisa ao concluir a minha graduação no ano de 2014, e ingressei no mesmo ano na pós-graduação como aluna especial. Em 2015, ingressei como aluna regular no Programa de Pós-graduação em Ciências da Computação (PPGCC), mediante aprovação no Exame Nacional para

Ingresso na Pós-Graduação em Computação (POSCOMP). Na pesquisa do mestrado, tive a oportunidade de estudar o desenvolvimento de novas tecnologias e seus impactos na sociedade, o que levou a definir o seguinte tema de pesquisa: A autoeficácia no uso e desenvolvimento de tecnologias: uma iniciativa com meninas do Ensino Médio, com objetivo de desenvolver uma aproximação entre meninas e as áreas de Exatas e Tecnologias.

A pesquisa de campo no formato de intervenção estruturou-se em encontros aos finais de semana em uma Escola Estadual de um município do interior do estado de São Paulo. A abordagem adotada partiu do ensino de conceitos básicos de Computação, raciocínio lógico, os princípios de programação de computadores, pensamento computacional, onde utilizamos ferramentas tecnológicas como *Scratch*² e *Mit App Inventor*³, além de palestras e o contato com mulheres da área de Computação, visando desenvolver a liderança e autoeficácia nas alunas.

Para a coleta dos dados foram realizados e avaliados questionários, entrevistas, diário de classe, o desenvolvimento das alunas durante o curso, questionários visando à coleta de dados das alunas, seus interesses profissionais, conhecimentos técnicos sobre pensamento computacional, a relação e a utilização de ferramentas tecnológicas e a autoeficácia no domínio e desenvolvimento de soluções computacionais, além da opinião sobre o curso e o contato com as profissionais. Os resultados obtidos foram concluídos a partir da análise crítica dos dados coletados e apresentaram indícios de que as abordagens utilizadas podem gerar uma aproximação das participantes com a área de Computação, minimizando os estereótipos culturais e sociais nessa carreira.

Um dos conceitos utilizados na intervenção da pesquisa foi o Pensamento Computacional. As alunas realizavam atividades e minha intenção foi a de captar e acompanhar a apropriação das meninas de conceitos relacionados às tecnologias, por meio de resolução de problemas que envolviam temas relacionados ao cotidiano das alunas nas disciplinas que elas cursavam na escola, (matemática, física,

² “O Scratch é (...) uma linguagem de programação com uma interface visual simples que permite que os jovens criem histórias, jogos e animações digitais” (Scratch, 2014).

³ “MIT App Inventor é um ambiente de programação visual intuitiva que permite a todos – até mesmo crianças – criar aplicativos totalmente funcionais para telefones Android, iPhones, e tablets Android/iOS” (MIT App Inventor, 2017 tradução nossa).

interpretação textual e entre outras).

No ano de 2017, cursei disciplinas como aluna especial no Centro de Educação e Ciências Humanas (CECH) e no Instituto De Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC). No CECH, cursei a disciplina “O Desenvolvimento da Criança na Perspectiva Histórico-Cultural: Implicações nas Práticas Educativas”, em que aprofundei os meus conhecimentos sobre os estudos de Vigotsky e da Teoria Histórico-cultural, como método e metodologia de pesquisa, o que fez surgir o meu interesse em pesquisar e estudar essa teoria. No ICMC, cursei as disciplinas voltadas à área de IHC e computação na educação básica, o que me levou a continuar os estudos sobre o Pensamento Computacional, mas, agora, com base nos pressupostos do Materialismo Histórico-Dialético.

Pelo contato que tive com a computação no período em que cursei as disciplinas no ICMC, participo, desde então, do Grupo de Alunas de Ciências Exatas (GRACE), no qual sou líder do grupo de educação e ensino, desenvolvendo projetos com alunos da graduação e aplicando nas escolas públicas parceiras. O grupo tem como principal objetivo desenvolver atividades de extensão na área de tecnologia voltadas para o público feminino. O convite veio por intermédio de uma professora que foi da minha banca de mestrado.

O projeto inicial de pesquisa para o doutorado surgiu em 2017, entretanto, ingressei em 2019, alterando a linha de pesquisa e iniciando estudos sob a orientação da Professora Doutora Maria Aparecida de Mello, coordenadora do grupo de estudos NEEVY, juntamente com o Professor Doutor Douglas Aparecido de Campos. Neste mesmo ano, concluí a minha segunda graduação, Licenciatura em Pedagogia, graças à qual atuo em uma rede municipal na Educação Infantil.

Resolvi continuar meus estudos no doutorado sobre o conceito de Pensamento Computacional, porém, relacionado com a Educação Matemática. O interesse inicial era desenvolver a pesquisa com a Educação Infantil, o que partiu de uma necessidade mediante a observações, tanto no período que eu lecionei no Ensino Fundamental II e Ensino Médio, como também na minha intervenção no mestrado, em que os professores não desenvolviam um ensino voltado para apropriação dos conceitos matemáticos importantes para o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes nos anos anteriores. Por isso, escolhi realizar a pesquisa com enfoque na

Educação Infantil no grupo Pré-escolar e nos dois anos iniciais do Ensino Fundamental, para analisar a organização do ensino do pensamento computacional nas escolas, conforme apresentado e estruturado nos documentos da BNCC e complemento da SBC na educação.

Na graduação, tive contato com os pressupostos vigotskyanos⁴ e, também, simpatizava com os pensamentos e conceitos da sociologia marxista. Mas o que me causou maior interesse em estudar essa teoria foi que, na época, a maioria dos trabalhos pesquisados e desenvolvidos no uso de tecnologias na educação era baseada na teoria do Construcionismo⁵. Concebida por Seymour Papert no final da década de 1960, essa teoria é uma síntese da teoria de Piaget e das oportunidades oferecidas pela tecnologia para o desenvolvimento da educação, de acordo com a qual o aluno, por si só, "constrói o seu conhecimento", sendo visto como único e exclusivo protagonista das suas atividades, sendo que, na maioria dos casos, existe só a prática e a teoria é deixada de lado, tornando alunos meros usuários de tecnologia e levando à exclusão e secundarização do papel do professor na sua atividade de docente

Lecionar, estudar e pesquisar no campo da educação matemática e da computação é algo motivador para mim, pois, por intermédio destas atividades, estive em busca de ampliar a minha prática pedagógica para melhorar o desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, que dependem da ação mediadora do docente. Mais do que isso, nos propusemos a compreender o que é o pensamento teórico com base na THC, de modo a ampliar as discussões sobre a temática no campo da educação básica, com base nos referenciais curriculares e modo de organização desses conceitos.

Em 2021, realizei o curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em nível de Especialização, na área de Educação, em Educação Especial e Inclusiva, onde realizei meu TCC, um artigo teórico intitulado *O uso de tecnologia assistiva no processo de ensino e aprendizagem de matemática com alunos deficientes visuais*.

⁴ A escrita da nomenclatura Lev Semionovitch Vigotski possui diversas variações na língua portuguesa. Seguiremos nesta pesquisa teórica com a grafia "Lev Semionovitch Vigotsky", adotada pelo NEEVY.

⁵ *O Construtivismo de Seymour Papert e os computadores na educação*. Artigo que mostra as concepções e contribuições para a educação do pensador Seymour Papert (Massa; Oliveira; Santos, 2022).

Todo esse percurso até o início de 2023 da pesquisa de doutorado deu-se durante a pandemia da COVID-19, também conhecida como pandemia do coronavírus, o que levou a uma alteração da função social da escola, acarretando uma ausência de relacionamento presencial entre estudantes e professores e entre os próprios colegas de classe e da escola. A pandemia acelerou o processo da transformação digital no ambiente escolar, o que ocasionou o aumento da desigualdade no acesso a oportunidades de aprendizagem, e o empobrecimento de relações humanas e a perda de autonomia de professores e estudantes, prejudicando as aprendizagens. Diante do processo de pandemia, também alteramos o nosso foco do projeto, e a partir da qualificação o ampliamos da Educação Infantil no grupo Pré-escolar para o Ensino Fundamental nos dois anos iniciais.

1 INTRODUÇÃO

A alienação se caracteriza, portanto, pela extensão universal da "vendabilidade" (isto é, a transformação de tudo em mercadoria); pela conversão dos seres humanos em "coisas", de modo que possam aparecer como mercadorias no mercado (em outras palavras, a reificação das relações humanas); e pela fragmentação do corpo social em "indivíduos isolados" (Mészáros)

Libâneo (2014), Luckesi (1990), Saviani (2005) e Gadotti (1995) já afirmavam que há diversas concepções e tendências pedagógicas na Educação a respeito da organização dos conteúdos, dos métodos e dos processos de ensino e aprendizagem, de forma a cumprir a função social da escola.

Apresentaremos ao longo deste texto diferentes concepções sobre o termo Pensamento Computacional (PC), o qual foi reelaborado por diversas vezes, para auxiliar na reformulação dos currículos dos cursos da área de Computação no ensino superior, e na organização do ensino desses conteúdos na Educação Básica, dando destaque para Pré-escolar na educação infantil e nos dois primeiros anos do Ensino fundamental.

As pesquisas realizadas na Ciência da Computação em interface com as áreas da Matemática, Educação, Pedagogia e outras áreas das ciências exatas reforçam, por vezes, de maneira superficial, a necessidade do ensino da computação, que anteriormente era focado no uso de recursos computacionais. A narrativa subjacente a tal necessidade reside no fato de, atualmente, vivermos numa sociedade do conhecimento, e na importância de sabermos utilizar as novas tecnologias, em específico nos últimos anos, o pensamento computacional. Justificando em dados empíricos e enviesados, numa lógica neoliberal, que na era digital, com o domínio desses conteúdos e habilidades (Duarte, 2022), os estudantes estarão aptos a enfrentarem os desafios do mercado de trabalho do século XXI (Antunes, 2020).

Essas dicotomias nos colocam diante da percepção de que o avanço da inserção tecnológica digital vem alterando, significativamente e a passos largos, as relações sociais e os modos de organização dos meios de produção. Entretanto, essa ciência não é superior às outras ciências. Há de se discutir por quais motivos sua

inserção se deu de forma tão acelerada nos últimos anos nas escolas. Quais os fins educacionais e mercadológicos estão por trás? Além disso, qual o trabalhador que as grandes corporações querem formar para o mercado de trabalho?

Consideramos, assim como Blikstein (2008), que em pesquisas no ensino da Computação o PC talvez seja a habilidade e conhecimento mais relevante e, ao mesmo tempo, menos compreendido entre professores, tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior.

O que nos colocou, ao organizar os procedimentos metodológicos da pesquisa, a necessidade de, tanto no método de pesquisa quanto no método de exposição (análise e síntese), abarcar as diferentes abordagens acerca da sistematização do pensamento computacional. Há um movimento do conhecimento da Ciência da Computação, da organização do ensino e da aprendizagem nessa direção, que, mesmo ainda num processo de avanços e recuos, ao nosso ver, está em movimento de formação e elaboração de uma conceituação.

Não é sob a égide do formalismo tradicional que compreendemos a organização do ensino que parte da seleção de conteúdo. Essa organização não segue uma linearidade, como comumente se observa nos índices de livros didáticos, planos de ensino e currículos escolares. Compreender a diversidade de métodos de estudo e tendências, bem como o fato de que, ao longo de séculos, essas concepções levaram a um distanciamento no desenvolvimento das ciências, permite-nos perceber que os métodos lógico-formais tendem a confundir a totalidade de um fenômeno com o conjunto de seus elementos. Essa limitação na apreensão integral dos fenômenos resultou na sistematização dos conceitos nos moldes que conhecemos hoje.

Não estamos a desmerecer e nem reduzir esse modo de organização do conhecimento, ao contrário, ele foi e é muito importante para o desenvolvimento da humanidade. Trata-se de caminhos que pertencem ao campo da ciência em que “reside” aquele conceito e/ou conteúdo e a metodologia científica envolvida nesse estudo, o que não implica uma transposição direta para a ciência pedagógica e para a metodologia do ensino.

Para poder conhecer a natureza do objeto estudado nas ciências, e por não conseguir abraçá-la em sua total extensão e profundidade, ramificamos e especificamos o conteúdo científico por diferentes ciências para compreendê-lo

melhor, numa exigência não de caráter ontológico, mas epistêmico. O que queremos discutir parte da afirmação de Marx (2020a, 2020b) de que não existe totalidade sob a figura de uma única determinação. Uma rica totalidade é resultado de múltiplas determinações e relações e, por isso, assumimos como referencial teórico o Materialismo Histórico-Dialético e a Teoria Histórico-Cultural.

Fundamentamos os nossos estudos em Marx e Engels (2019), no método do Materialismo Histórico-Dialético. Também nos apoiamos em Vigotski (1991, 2000, 2001, 2006 e 2007), na Teoria Histórico-Cultural, em Leontiev (2021) na Teoria da Atividade e em Davidov (1982, 1988), nos estudos sobre a Teoria da Atividade de Estudo e o pensamento teórico. Por fim, mas não menos importante, buscamos em Tikhomirov (1981,1999) a compreensão sobre a Teoria Criativa⁶ e da Reorganização. A primeira tem como foco o complexo processo de geração das avaliações emocionais, as quais aparecem como novas formações, para compreendermos as múltiplas determinações de um fenômeno e, assim, apreender a realidade como um movimento de apropriação do conhecimento lógico historicamente produzido pela humanidade. Já na segunda, o autor propõe que a mídia informática e as suas interfaces não substituem os humanos nas suas atividades cognitivas, mas favorecem uma reorganização do pensamento da atividade humana.

Para isso, precisamos estudar a Ciência da Computação como ciência do conhecimento e conteúdo do ensino. Ainda que ambas estejam preocupadas com o conteúdo do conhecimento, os objetos de cada uma são diferentes, já que a primeira se refere à ciência em si e a segunda a área do saber.

A tecnologia, ao mesmo tempo que é produto, é também produtora de desigualdades no modo capitalista, resultado de um amplo sistema de relações materiais e sociais. Ela realiza movimentos importantes entre sujeito/objeto, signo/símbolo, individual/coletivo. É um elemento da cultura humana que materializa as operações mecânicas e simbólicas, todas elas dinâmicas e contraditórias.

Versar sobre as especificidades da tecnologia nos coloca a discutir sobre sua face como instrumento/signo, além de ser um produto cultural que influencia a organização social. Logo, o desenvolvimento da tecnologia na sociedade capitalista

⁶ Tomaremos como sinônimos “Atividade criativa” e “Atividade criadora”.

não assegura que todos os indivíduos terão possibilidade de acesso a ela, ou irão se apropriar dela e dos conhecimentos que ela contém. Pelo contrário, a predisposição à acumulação de riquezas e à concentração da cultura intelectual permanece nas mãos da classe dominante. Ou seja, mantém-se a divisão de classes, a estratificação da cultura, assim como a cisão entre as atividades consideradas trabalhos de cunho material e intelectual entre a produção e o consumo.

Leontiev (2004, p.293), ressalta que:

(...) esta desigualdade entre os homens não provém das suas diferenças biológicas naturais. Ela é produto da desigualdade econômica, da desigualdade de classes e da diversidade consecutiva das suas relações com as aquisições que encarnam todas as aptidões e faculdades da natureza humana, formadas no decurso de um processo sócio-histórico (Leontiev 2004, p. 293).

Logo, faremos uma discussão aprofundada a partir dos autores marxistas de modo a dialogar sobre a Ciência da Computação e o seu desenvolvimento, bem como o seu afastamento da Ciência Pedagógica, em específico, da Didática. Apesar de cientes de que tal afastamento não é exclusivo das Ciências da Computação, reconhecemos que há nela um duplo afastamento da realidade, ora ao apreender a realidade e sistematizá-la, ora ao apropriar-se dos processos de ensino e aprendizagem.

Ademais, apresentaremos alguns destaques que demonstram que a Ciência da Computação precisa se apropriar de diversos conceitos para ampliar seus estudos nas questões que orientam o seu próprio campo de pesquisa, na direção da atuação pedagógica, almejando contribuir no processo de uma escolarização formal como um todo. Ainda que seja inicial a atuação pedagógica de cientistas da área, que por muitas vezes trabalham diariamente construindo e organizando programas e algoritmos e acreditam que esses por si só darão conta de “ensinar” os estudantes determinados e quiçá quaisquer e todos os conteúdos que um dia estejam organizados em **softwares** educacionais (Valente, 1993; Valente, 1997).

Na direção do devir, o método é o vetor na superação da lógica formal pela lógica dialética (unidade dos contrários). O estudo do ensino do Pensamento Computacional em seu sistema de relações não se iniciou a partir da primeira vez que o termo foi utilizado, mas, localiza-se nas manifestações do fenômeno, na transição

das definições, na conexão das pesquisas. Isso quer dizer que, ao longo de todo o processo de pesquisa, foram necessárias sucessivas aproximações do objeto de estudo, sem perder de vista os princípios da pedagogia socialista de uma educação laica, pública e gratuita (Krupskaya, 2017, Caldart; Bôas, 2017).

A Ciência da Computação iniciou suas pesquisas no campo da informática, migrando para outras áreas. Esses estudos surgiram na educação informal, em iniciativas comumente ofertadas como extensão universitária. Dessa forma, o ensino científico dos conceitos, ficava restrito aos espaços do Ensino Superior, o que não significa transformar os estudantes da Educação Básica em cientistas da computação, mas possibilitar espaços de ensino e aprendizagem formais que permitam aos estudantes experienciar as necessidades humanas da criação dos conceitos e dos fenômenos da humanidade (Rifkin, 2011).

No campo pedagógico, a investigação é um processo em construção, com bases científicas de pesquisa, que precisa de anos de estudos para que a essência dos fenômenos seja revelada em sua totalidade e diversidade dos elementos que a compõem, sendo necessária, também, para a compreensão e organização de um currículo que promova a formação do pensamento e apropriação dos conceitos científicos dos estudantes em um ensino que promova o desenvolvimento.

O ensino da matemática precisa promover o desenvolvimento do pensamento teórico que faz a diferença entre quem é apenas usuário e quem realmente domina os conceitos científicos, ou seja, aquele que compreende o processo e não apenas manuseia os artefatos digitais.

Para isso, é necessária uma escola que tenha como objetivo final promover mudanças nas estruturas do pensamento de seus estudantes, de modo que possam mudar a sociedade.

Assim, nos deparamos, de início, com uma primeira inquietação: *se a Ciência da Computação busca esse diálogo com a educação e as demais áreas do conhecimento, nós da educação, como pesquisadores, também devemos buscar esse diálogo no campo acadêmico com eles*. Será que, como aconteceu com a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), não estaríamos no momento da necessidade da criação da Sociedade Brasileira de Educação em Computação (SBEC)?

Reconhecemos a necessidade de estudar profundamente como o pensamento computacional se apresenta, suas diferentes definições e conceituações e, compreendê-lo nas diversas dimensões em que se apresenta e se manifesta.

Todo esse movimento levou a discussões sobre a hipervalorização do Pensamento Computacional na educação, em diversos países. No Brasil, isso está atrelado diretamente à elaboração dos documentos oficiais brasileiros, destacando-se a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018a). Esse documento orientador é referência obrigatória da Educação Básica Brasileira, embora não seja currículo, influencia a direção do ensino, ao apresentar orientações para o ensino de Computação nestes níveis de ensino, voltado para o desenvolvimento de competências e habilidades, cuja formação prioriza as exigências imediatas do mercado de trabalho em detrimento de práticas que promovam o desenvolvimento do pensamento por conceitos, mediante a apropriação dos saberes acumulados e sistematizados.

Sendo assim, traremos na nossa discussão e análise, o fato de como os documentos não estão organizados, o que acarreta um prejuízo não só na forma como no conteúdo. Essa intencionalidade não é ao acaso, é uma forma articulada de desorganizar o ensino e assim, preconizar um ensino empírico e superficial, em que os estudantes somente aprendem a serem usuários da tecnologia, e não um ensino na direção do desenvolvimento do pensamento teórico. Além disso, nas nuances dos documentos, nota-se a desvalorização do trabalho docente, desqualificado por diversos momentos ao trazer normas que pouco informam, com prazos curtos, que exigem muito e colocam nos professores a responsabilidade e a sobrecarga de solucionar as lacunas encontradas nos documentos e políticas públicas, mas trazendo as tecnologias como a solução de todos os problemas da educação com os seus pacotes de *softwares* educacionais (Jacinski; Faraco, 2002).

Na BNCC (Brasil, 2018a), a Computação e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) apresentam-se como elementos que a cada dia estão mais presentes na vida das pessoas e esse eixo é organizado em três dimensões: Pensamento Computacional (análise e resolução de problemas por conceitos computacionais), Mundo Digital (compreensão dos processos e usos das informações digitais e dos componentes que compõem o computador e o tratamento

dessas informações) e Cultura Digital (conjunto de práticas sociais, como postura ética, crítica e responsável), de maneira articulada às competências gerais da Educação Básica (Brasil, 2018a).

Posteriormente, em 2022, a BNCC recebeu um complemento, o documento Computação Complemento à BNCC (Brasil, 2022a), para além do reconhecimento da importância da Computação e das TDIC nas demais áreas do conhecimento, a inserção e a regulamentação dos seus conceitos enquanto área de conhecimento na Educação Básica (Brasil, 2002).

Esse movimento sobre o ensino da computação não surgiu com a publicação das Normas sobre a Computação na Educação Básica (Siqueira, 2022), é um longo processo que temos registros já na década de 1990 (Valente, 1993, 1997).

A atual pressão da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para a criação de uma disciplina computacional demonstra a necessidade de investimento em recursos físicos e humanos (infraestrutura e formação de professores) para o desenvolvimento desse conhecimento na Educação Básica – desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. O complemento explora em maior nível de detalhamento o que se apresenta na BNCC de 2018, apresentando definições e conteúdo a serem ensinados ao longo da escolarização. Entretanto, há carência de discussão nesse documento no que se refere à implementação do ensino de Computação na Educação Básica.

Iniciativas de auxílio a gestores e docentes na implementação da BNCC-Computação partem de associações como o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB),⁷ organização da sociedade civil criada em 2016, sem fins lucrativos⁸, como se autointitulam:

com o intuito de promover a cultura de inovação na educação pública brasileira. Atua em apoio à formulação de políticas públicas, desenvolvendo conceitos, prototipando ferramentas e articulação com os atores do ecossistema do ensino básico. Atuamos em apoio à formulação de políticas

⁷ Em novembro de 2022, a iniciativa Jornada Escola Conectada foi selecionada para receber apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES Fundo Socioambiental) https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2023/05/contrato_cieb_bndes.pdf?i=1

⁸ Entretanto tem como associados a Fundação Lemann, Fundação Telefônica Vivo, Instituto Natura, Itaú Social, Instituto Unibanco, Instituto Sonho Grande, [B]³ Cooperação Técnica: Conselho Nacional de Secretários de Educação (consed); Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

públicas, desenvolvemos conceitos, prototipamos ferramentas e articulamos os atores do ecossistema do ensino básico. A partir de estudos realizados por nossos especialistas, defendemos o uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) como forma de realizar uma transformação sistêmica nos processos de aprendizagem. A tecnologia, acreditamos, pode gerar qualidade, equidade e contemporaneidade para a educação, além de apoiar os gestores nas tomadas de decisões sobre investimentos em tecnologia educacional (CIEB, 2024).

Tais organizações buscam espaço junto às instituições públicas na formulação e proposição de currículo de referência em tecnologia e Computação para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio (Raabe; Brackmann; Campos, 2018; CIEB, 2020). O campo pedagógico não está imune às influências dos organismos multilaterais internacionais sobre o papel do Estado na regulamentação da educação formal e na formação das políticas públicas nacionais, de maneira a reger as características das estruturas acadêmicas dos sistemas educacionais brasileiros como o Banco Mundial, as Organizações das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e mesmo, de maneira indireta, a Organização Internacional do Trabalho (OIT).

O mesmo ocorre em outros países. Várias são as propostas de inserção da Computação na Educação Básica, alguns desde a Educação Infantil, como nos Estados Unidos e Inglaterra, outros, como Escócia e Grécia, desde o Ensino Fundamental, variando entre os anos iniciais e anos finais e, outros, como Bulgária e Malta, apenas a partir do que seria equivalente ao Ensino Médio no Brasil (CSTA, 2023; Heintz; Mannila; Färnqvist, 2016; Hubwieser *et al.*, 2015; The Royal Society, 2012).

Contudo, há similaridade entre essas propostas, ou seja, a maioria assume a mesma definição de pensamento computacional:

o pensamento computacional envolve a solução de problemas, o projeto de sistemas e a compreensão do comportamento humano, com base nos conceitos fundamentais da Ciência da Computação (Wing 2006, p. 33, tradução nossa).

A partir das pesquisas realizadas desde a iniciação científica a respeito das tecnologias e do pensamento computacional na educação, emergiu nova necessidade

devido a não encontrarmos formalização e unidade entre os pesquisadores e, ainda, constar nos Referenciais e Diretrizes da Ciência da Computação, ora tratado como conceito, ora como teoria, ora como disciplina, ora como metodologia, ora como eixo, e mais recentemente nos últimos anos, como habilidade (Wing, 2006, 2008, 2011, 2014; Vicari *et. al.*, 2018; Valente 2019; Ribeiro *et. al.*, 2019).

Recentemente, encontramos também estudos que nos direcionam à necessidade de o conceito estar em consonância com os nexos conceituais, a depender do componente curricular em que estiver a ser empregado (Navarro, 2022). Situação semelhante levou a BNCC (2018) a escolher a matemática como componente curricular que mais se aproxima para desenvolver o eixo “pensamento computacional”.

Mas esse “pensamento computacional” a ser ensinado, ele é pensamento a ser desenvolvido, tautologia/axioma a ser elencado e provado por passos determinados, é lógica formal, lógica dialética, ou modelo e estrutura? (Barr; Stephenson, 2011; Brennan; Resnick, 2012; Seiter; Foreman, 2013; Hsu; Chang; Hung, 2018; Palts; Pedaste, 2020). Há pesquisas que investigam formas para promover seu desenvolvimento (Zhang; Nouri, 2019; Taslibeyaz; Kursun; Karaman, 2020; Tikva; Tambouris, 2021; Guarda; Pinto, 2020; Belet Junior, 2023).

Para demonstrar isso, procura-se aproximar o conceito de pensamento computacional ao conceito de programação, reduzindo-o e tornando ambos conceitos equivalentes. Isso tornou-se muito presente nas salas de aula nos últimos anos, após a inserção e práticas educativas que encontram na robótica uma tendência educacional - um modismo - e grande oportunidade de aplicar a cultura *maker* e a indústria 4.0 (Buitoni, 2009; Pacini *et al.* 2019).

Por não existir um consenso sobre o conceito e nem sobre uma definição do pensamento computacional, quanto à sua formalização e estrutura e ainda para responder às indagações iniciais, buscamos apoio no referencial teórico do Materialismo Histórico-Dialético e autores na Teoria Histórico-cultural (Vigotsky, 2000; Vigotsky, 2001; Davidov, 1982, 1988; Leontiev, 2004, 2021; Tikhomirov, 1981, 1999; Valente, 1997, 2019). No campo da Ciência da Computação, trouxemos autores influentes desde suas origens na Matemática (Valente, 1993, 1997, 2019; Papert,

1977, 1980, 1993, 1996), até autores propriamente do campo da ciência computacional (Wing, 2006, 2008, 2011, 2014; Grover; Pea, 2013; Liukas, 2015).

Essa pesquisa bibliográfica possibilitou a análise do referente empírico do Documento da BNCC (Brasil, 2018a) e Computação: Complemento da BNCC (Brasil, 2022), e também do que eles chamam PC, confrontando com os termos anteriores, utilizados para designar de forma similar. Inclusive, buscamos apontar o que literatura chama de “pensamento computacional”, por muitas vezes conceitos de outros campos e de outras ciências, mostrando, por exemplo, o que é próprio da matemática, caracterizando o pensamento computacional. Esse movimento leva a uma errônea e falsa compreensão dos professores e estudantes de que estão ensinando e estudando conceitos da computação. Trazemos exemplos de outras ciências que tiveram situações semelhantes no processo de formalização e conceituação ao organizar o ensino.

Surge então a pergunta de pesquisa: *O pensamento computacional, como está proposto na BNCC e no seu complemento na fase Pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental está em direção ao desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes como proposto pela Teoria Histórico-cultural?* A tese aqui defendida é que o pensamento computacional como apresentado nos documentos oficiais não se caracteriza como pensamento teórico, segundo a Teoria Histórico-Cultural. Assim, iniciamos a discussão pelo que se defende na THC por pensamento teórico, linguagem e formação do pensamento teórico, para assim articular e ressignificar os conceitos de pensamento computacional, linguagem computacional, apresentando conceitos da Teoria da Atividade (Leontiev, 2021) e da Teoria da Criatividade de Tikhomirovi (1981, 1999).

Realizaremos a análise dos documentos oficiais de maneira a superar os dados e os escritos que eles nos oferecem. Como Marx (2009, 2020a, 2020b) diz, ultrapassando o superficial, e mais, como Kopnin (1978), revelando a essência do fenômeno e suas múltiplas determinações.

Portanto, trazemos também, para apoiar as análises, as normas técnicas anteriores e ulteriores a esses documentos, e o desenvolvimento da Ciência da Computação mundialmente e especificamente no Brasil, além de como se deu sua

relação com os espaços de educação informal e formal (Valente, 1993, 1997; Moraes, 1997; Almeida; Valente, 2019).

Buscamos no desenvolvimento da Ciência da Computação fundamentos sobre a relevância da pesquisa, de modo a intensificar, justificar e suscitar o debate da unificação e conceituação do “pensamento computacional”. Não como corriqueiramente se dá em adaptar conceitos da Ciências da Computação no Ensino Fundamental a cada área do conhecimento⁹ e respectivo componente curricular¹⁰. Não é nosso objeto de estudo e nem objetivo discutir a uberização do trabalho escolar e dos postos de trabalho educacionais, mas novamente frisamos que essa é uma das múltiplas determinações do nosso objeto, o pensamento computacional, e um dos motivos que pode influenciar na não organização e na sua não formalização conceitual (Antunes, 2020).

A necessidade de aprofundar esses conhecimentos sobre pensamento computacional nos levaram a perguntar quem é Wing¹¹ que retomou Pappert, em quais locais ela trabalhou e onde desenvolveu essas pesquisas, quais suas origens e relações com as organizações governamentais de pesquisas dos Estados Unidos da América? Ainda mais, por que ela suscitou e nunca formalizou o conceito de pensamento computacional e o porquê de ela sempre buscar que o PC fosse algo a ser utilizado no cotidiano das pessoas, quase que banalizando o termo ao redigir textos que mais se assemelhavam a textos jornalísticos e não a artigos científicos?

O Materialismo Histórico-Dialético é uma das partes do referencial fundante do trabalho, pois nos auxilia a defender uma Escola que promova o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem a partir da compreensão sobre a produção humana do saber acumulado pelas gerações que sistematizaram o conhecimento em conteúdos e conceitos, e, assim, chegaram em fórmulas como um resultado do processo de atividade humana, ou seja, o movimento que conhecemos por desenvolvimento

⁹ As áreas do conhecimento são: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza.

¹⁰ As áreas do conhecimento são compostas por componentes curriculares. Linguagens tem como componentes curriculares: Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa. Matemática tem como componente curricular: Matemática. Ciências da Natureza tem como componente curricular: Ciências. Ciências Humanas tem como componentes curriculares: História e Geografia. Ensino Religioso tem como componente curricular: Ensino Religioso.

¹¹Jannette Wing (2006) revitalizou o termo de pensamento computacional, destacando que o mesmo consiste em uma abordagem de resolução de problemas que explora conceitos da computação.

científico. A partir da nossa tese e pergunta de pesquisa, buscamos articular esse referencial teórico à Teoria Histórico-Cultural, de modo a direcionar o nosso objeto - pensamento computacional - e compreendermos se e como ele está sendo convertido em conhecimento teórico (escolar). Além disso, buscamos avaliar se o PC abarca conceitos como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e o desenvolvimento das Funções Psíquicas Superiores (FPS), de modo a possibilitar a aquisição dos conceitos científicos e a formação do pensamento teórico dos estudantes, mediante as atividades de ensino e aprendizagem.

Assim como Beleti Júnior, que considera as

[...] fundamentações teóricas que tratam da formação do pensamento humano e, de modo especial, do pensamento teórico, vinculado à apropriação de conceitos científicos, podem oferecer elementos para avançarmos na compreensão do pensamento computacional, como uma particularidade do pensamento teórico em geral (Beleti Junior, 2023, p. 24).

Assumimos, como o autor supracitado, que ao falarmos de Pensamento Computacional:

[...] estamos falando de uma forma de pensamento específico, assim, entendemos que o conhecimento produzido por outras ciências já consolidadas que têm como objeto de estudo o desenvolvimento do pensamento humano, como a Psicologia, e a relação do ser humano com o conhecimento, como a Filosofia, permite compreender o pensamento em geral e, por decorrência, nos ajudar a refletir acerca do pensamento computacional em particular (Beleti Junior, 2023, p. 24).

As contribuições dessas pesquisas nos levam a desdobramentos da teoria a respeito de como o conhecimento teórico sistematizado é eleito e organizado pelos professores de maneira intencional, a fim de que os conteúdos da cultura sejam apropriados com o propósito de que se promova o desenvolvimento do pensamento conceitual teórico dos escolares.

A humanidade é capaz de gerar e organizar ideias, pois o pensamento humano tem um aspecto mecânico, que é “a técnica, o saber fazer”, que tem como finalidade as "operações mentais e manuais que produzem um resultado determinado” (Lima, 1998, p.1). No entanto, segundo Lima (1998, p.2), as produções repetitivas do homem de “saber fazer” culminaram no aspecto mecânico do pensamento, imprimindo à Educação Escolar a tarefa de desenvolver a aprendizagem do “não pensar”, do abster-se de pensar, criando uma pedagogia de treinamento.

Entretanto, o desenvolvimento do pensamento no ensino formal só pode ser alcançado por meio da transformação desse processo educacional, em que haja a mudança da valorização da formação do pensamento empírico, com vistas a formar o pensamento teórico.

Segundo Galperin (1989a, p. 67), a necessidade de memorização dos conceitos teóricos apresentados pelo professor de uma forma abstrata, dissociada da realidade prática, compromete a qualidade da aprendizagem obtida por meio do modelo de ensino tradicional.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar e analisar a compreensão do Pensamento Computacional na perspectiva da Teoria Histórico-cultural no documento Computação complemento à BNCC, nas fases pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental. E como objetivo secundário, apresentar as diferentes concepções e o percurso do termo “pensamento computacional”, trazendo a necessidade de sua formalização e sua conceituação desde a Educação Infantil.

O diálogo com os documentos oficiais, mediante fundamentação e pressupostos da Teoria Histórico-Cultural foi necessário, pois é na organização do conhecimento científico desse conceito da computação que poderemos resolver os problemas da unidade conteúdo-método no processo pedagógico. Talvez os resultados dessa tese possam proporcionar, futuramente, a estruturação de um currículo para o ensino da Computação na Educação Básica, de maneira coletiva, a fim de promover a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes e a formação do pensamento conceitual. Esse movimento, ainda poderia, quiçá, recuperar o lugar da pergunta nos processos de ensino e aprendizagem, que não se resume à acumulação de conhecimentos e muito menos na formação das massas.

O estudo a respeito da importância do Pensamento Computacional para o desenvolvimento das Funções Psíquicas Superiores e para a formação da consciência e da personalidade nos processos de ensino e aprendizagem perpassa a compreensão e a necessária formalização do Pensamento Computacional, de maneira que esse saber científico seja relacionado ao saber escolar. Além disso, a organização do ensino de conceitos científicos da área da Computação direciona à

aprendizagem e ao desenvolvimento do pensamento teórico, simultaneamente em que se estabelece o desenvolvimento do pensamento computacional nos estudantes.

Para isso, propomos as seguintes ações de estudo derivadas de questões de questionamentos integrados ao nosso motivo e à atividade de pesquisa. O que se nomeia por pensamento computacional hoje? Outros nomes já foram utilizados?

- Há apropriação de conceitos e/ou “ideias” de outras ciências devido a uma não formalização do pensamento computacional? Caso haja, podemos destacar exemplos?
- Quais intencionalidades estão subjacentes à elaboração de diversas normas técnicas e complementos (BNCC e seu Complemento)?

O termo Pensamento Computacional (PC) foi reconhecido academicamente na Ciência da Computação. As publicações e documentos mencionam essa ocorrência a partir de Wing, em 2006, e descrevem o termo como sendo a forma como um cientista da computação raciocina quando está resolvendo um problema. O PC é um processo de resolução de problemas, no qual o problema deve permitir uma solução apoiada por computadores e outras ferramentas, e as informações podem ser organizadas e analisadas de forma lógica (Wing, 2006).

As pesquisas com intervenções em sala de aula ocorreram por meio de signos e instrumentos culturais produzidos historicamente pela sociedade humana em suas relações de trabalho. Dessa forma, não basta o simples manuseio de instrumentos para que o ser humano aprenda, é preciso que o indivíduo entenda as origens e o desenvolvimento do conceito para que ocorra a compreensão dele (Moura, 1992; Rego 2004).

Segundo Santaella (1996), o computador é um objeto social que favorece e faz a mediação do homem com o mundo concreto, funcionando como extensão ou prolongamento de suas habilidades. Apesar de se fundamentar em outras áreas de conhecimento, a Computação oferece mecanismos de raciocínio para resolução de problemas que muitas vezes ultrapassam as fronteiras da computação em si. Por exemplo, os métodos computacionais podem ser aplicados nas demais áreas de conhecimento, permitindo a análise de dados de maneira muito mais rápida. Dessa

forma, é interessante definir quais são os conceitos específicos da Computação que podem ser utilizados pelas demais ciências, como por exemplo o Pensamento Computacional.

Além disso, a mediação na instituição escolar atua no desenvolvimento da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos. O docente, o organizador da atividade, procura colaborar para a viabilização de processos que promovam a apropriação de conceitos que ainda estão na iminência de aprendizagem. Assim, não basta submeter a criança a condições ideais de estudo e esperar que ela faça seu próprio caminho; a professora deve procurar intervir/mediar de forma intencional, buscando ponderar quando há necessidade de realizar tal ação sem prejudicar a elevação da qualidade da aprendizagem. Mesmo assim, a mediação (sujeito/signos/instrumento) em um ambiente organizado e com intencionalidade pedagógica, é imprescindível, pois o indivíduo não se apropria do conceito/significado apenas por estar inserido em ambientes propícios (Galuch, Sforzi, 2009).

Em suas obras, Vigotski (2001) descreve o papel central das relações sociais e condições de vida do sujeito no seu desenvolvimento intelectual. Com isso, o homem transforma o ambiente e utiliza conhecimentos anteriormente adquiridos em sua relação com o meio, em um processo histórico e cultural. Dessa maneira, a formação dos conceitos acontece a partir da convivência social e pelo acesso à cultura. Para Vigotski (2001), um conceito é uma abstração que se relaciona com os elementos essenciais de um conjunto de objetos concretos ou abstratos. Essa abstração é comumente representada por uma palavra.

Tal como destacado por Vigotski (2001), os conceitos não devem ser ensinados isoladamente, para que possam ser instrumentos do pensamento do estudante, é necessário que sejam evidenciadas suas inter-relações em um sistema de conceitos. Leontiev (2004, p.287) também enfatiza que nos diferenciamos dos outros animais na relação com os instrumentos, sejam eles produzidos com elementos da natureza, sejam eles desenvolvidos em estruturas psíquicas:

É isto que explica que não existam nos animais processos de aquisição do instrumento: o emprego do "instrumento" não forma neles novas operações motoras; é o próprio instrumento que está subordinado aos movimentos naturais, fundamentalmente instintivos, no sistema dos quais se integra. Esta relação é inversa no caso do homem. É a sua mão, pelo contrário, que se

integra no sistema sócio-historicamente elaborado das operações incorporadas no instrumento e é a mão que a ele se subordina. A apropriação dos instrumentos implica, portanto, uma reorganização dos movimentos motores naturais instintivos do homem e a formação de faculdades motoras superiores (Leontiev, 2004, p. 287).

Para apresentar os resultados da pesquisa, a presente tese está organizada da seguinte forma: Na seção 1, contemplamos a introdução, contendo a contextualização da escolha pela capacitação na área educacional, a pergunta da pesquisa, o objetivo geral, a tese, os objetivos específicos, a metodologia e o referente empírico, de modo a delinear a área investigada e os documentos analisados. Na seção 2, apresentamos o Referencial Teórico adotado. Já no item 2.1, traremos os fundamentos e princípios de Marx e da THC no desenvolvimento histórico e da sociedade, com foco na atividade do trabalho e modo de produção. Analisamos, no item 2.2, como o pensamento teórico é formado e a relação com a apropriação dos conceitos científicos no ambiente escolar. Mostraremos, no item 2.3, as possibilidades de ensino de Computação na Educação Básica em alguns países, dando destaque para o Brasil. Analisamos ainda a relação do ensino de Computação com o pensamento computacional, além de apresentarmos definições, modelos e propostas de estrutura para o pensamento computacional, disponíveis na literatura. E no final da seção, no item 2.4, traremos a organização e desenvolvimento do ensino de Matemática no século XXI, que ainda é pautado e estruturado no formalismo da lógica tradicional. Na seção 3, explanamos sobre a formação do pensamento humano, sua relação com a aprendizagem de conceitos teórico- científicos e com o desenvolvimento integral das pessoas, com destaque a dois tipos de pensamento: o empírico e o teórico. Ainda nesta seção, investigamos a articulação entre os fundamentos da Teoria Histórico-cultural, por meio dos preceitos relacionados ao ensino, à aprendizagem e ao desenvolvimento humano, e a Didática, com os procedimentos metodológicos e modos de organização do ensino, com foco na Teoria do Ensino Desenvolvimental e na Atividade de Estudo. No final da seção, estabelecemos a relação entre a organização do ensino e os pensamentos teórico e computacional. Na seção 4, relatamos a análise dos documentos, limitando ao descrito sobre pensamento computacional no ensino de Computação, na Educação Infantil grupo Pré-escolar e no Ensino Fundamental, anos iniciais, destacando os dois

primeiros anos. Nessa seção, destacamos ainda as ações de ensino que se mostraram favoráveis ao desenvolvimento do pensamento computacional e os desafios para se organizar um ensino seguindo essa perspectiva de formação. Na seção 5, apresentamos as considerações finais do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, iremos abordar os pressupostos teóricos que embasaram a pesquisa. Assim, apresentamos um contraponto teórico-prático à Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹², utilizada como currículo em escala nacional.

O propósito de esclarecer o referencial teórico adotado tem como base os próprios aspectos fundantes da Teoria Histórico-cultural, a concepção de desenvolvimento humano como um processo histórico mediado pelas relações culturais e sociais. Esse movimento de apreensão da realidade parte do pioneirismo de Lev Semenivich Vigotsky (1896-1934), juntamente com os colaboradores Aleksei Nikolaevitch Leontiev (1903-1979) e Aleksandr Romanovitch Luria (1902-1977); conhecidos na psicologia soviética como "troika" e os psicólogos russos da teoria como Vasily Vasilovich Davidov (1930-1998) e o Oleg Konstantinovich Tikhomirov (1933-2001).

Assim, o que nos mobilizou foram as contribuições que esse referencial teórico nos proporcionou, se desvelando e, ao mesmo tempo, se objetivando em nossa tese de estudo: *O pensamento computacional como apresentado nos documentos oficiais não se caracteriza como pensamento segundo a Teoria Histórico-Cultural*, a fim de superar as concepções de ensino vigentes e responder às reais necessidades atuais da Educação Infantil, do ensino de matemática e, não menos importante, da sociedade, em uma perspectiva coletivista da formação humana. Desse modo, daremos destaque, nas subseções a seguir, aos pressupostos teóricos que fundamentaram essa pesquisa, a partir dos fundamentos histórico-culturais.

¹² Em 06 de março de 2018, educadores do Brasil inteiro se debruçaram sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com foco na parte homologada do documento, correspondente às etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental, com o objetivo de compreender sua implementação e impactos na educação básica brasileira. O documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem como caráter normativo o que define um conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica com todos os alunos. Conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), a Base deve nortear os currículos e as propostas pedagógicas dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas em todo o Brasil, desde a Educação Infantil, Ensino Fundamental até o Ensino Médio das escolas públicas e privadas (Brasil, 2018a).

2.1 Fundamentos e princípios da Teoria Histórico-Cultural: o desenvolvimento humano e cultural no âmbito da estrutura social

Iniciamos essa subseção com a discussão do desenvolvimento histórico da sociedade, cuja organização é movida pela relação entre a atividade do trabalho e o modo de produção econômica. Com isso vamos contextualizar, neste primeiro momento, a categoria de Trabalho de acordo com a teoria marxista.

De acordo com Marx e Engels (2004), o trabalho é uma atividade fundamental do ser humano, que envolve as transformações da natureza para a satisfação das necessidades humanas, atribuindo aos objetos naturais significados socialmente construídos. Destacamos a categoria trabalho, por ser de grande valor e importância nos escritos marxistas, fundante na existência dos indivíduos enquanto práxis sociais; tanto como fenômeno antropológico; como princípio ontológico da existência fundamental da humanidade. No entanto, o trabalho também é uma atividade socialmente mediadora entre o humano e a natureza, que ocorre em um contexto de relações de produção e propriedade. Ainda que a condição humana não se reduza ao trabalho, não podemos existir sem ele, já que a consciência é a estrutura mediacional que torna o trabalho uma atividade especificamente humana. Marx (2020a) afirma que:

O trabalho é, antes de tudo, um processo entre o homem e a natureza, processo este em que o homem, por sua própria ação, medeia, regula e controla seu metabolismo com a natureza. Ele se confronta com a matéria natural como com uma potência natural [Naturmacht]. A fim de se apropriar da matéria natural de uma forma útil para sua própria vida, ele põe em movimento as forças naturais pertencentes a sua corporeidade: seus braços e pernas, cabeça e mãos. Agindo sobre a natureza externa e modificando-a por meio desse movimento, ele modifica, ao mesmo tempo, sua própria natureza. Ele desenvolve as potências que nela jazem latentes e submete o jogo de suas forças a seu próprio domínio (Marx, 2020a, p. 255).

Dessa maneira, Marx (2004), ao analisar Hegel (1996), apresenta o trabalho como auto-gênese humana. À medida que o homem transforma a natureza por meio da sua atividade, há um estreitamento entre o natural e humano, e nessa relação recíproca apresenta-se como ser universal e genérico, e, em meio a seus pares, constrói a sociedade, reconfigurando sua historicidade e essência. Homem como um

ser genérico, porque, de forma diversa das outras espécies, se reconhece como um indivíduo pertencente a um gênero, diferente dos demais animais.

Portanto, o trabalho é a mediação primária, o meio pelo qual os seres humanos sustentam sua vida biológica, ao passo que são capazes de produzir independentemente de qualquer necessidade imediata, já que realizam sua atividade conscientemente, estabelecendo novas formas de mediação, tais como a linguagem, a família, a religião, a escola e o Estado.

Para Marx (2020a), a sociedade é composta pelas relações sociais entre os indivíduos, que se desenvolvem a partir do modo de produção predominante em uma determinada época, na qual as relações entre as pessoas e as classes sociais desempenham um papel fundamental na organização da vida social.

Em síntese, o trabalho é uma atividade humana, objetiva e subjetiva, voltada para a produção das condições necessárias à reprodução da vida individual e coletiva. Leontiev (2021), em seus estudos sistematizou como sendo três as atividades principais, a depender do desenvolvimento do sujeito, que são o brincar, estudar e o trabalhar. Ao ampliar o conceito de atividade de trabalho, que Marx e Engels (2019) discutiam, o referido autor trouxe os conceitos de necessidades e os motivos para o conceito de atividade humana, concebendo-a como a essência do desenvolvimento psíquico humano:

A análise da atividade constitui o ponto decisivo e o principal método de conhecimento científico do reflexo psíquico, da consciência. No estudo das formas de consciência social, trata-se da análise da vida social, dos modos de produção que lhe são próprios e do sistema de relações sociais; no estudo do psiquismo individual, trata-se da análise da atividade dos indivíduos em determinadas condições sociais e circunstâncias concretas que cabem a cada um deles (Leontiev, 2021, p. 46).

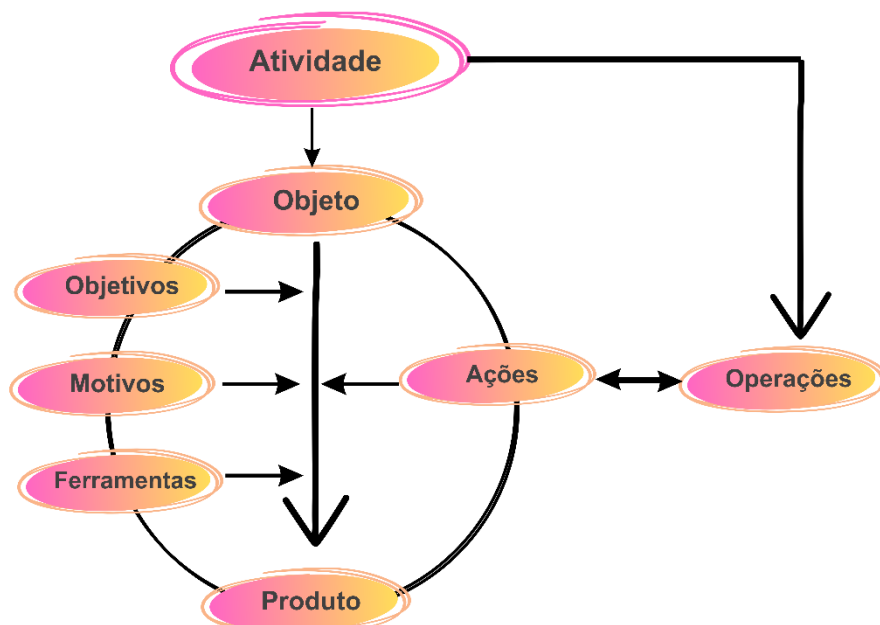
Atividade é o processo que medeia a relação entre o sujeito e a realidade transformada, é um modo geral pelo qual o homem se reproduz ao se relacionar com o mundo. Para Leontiev (2021), a consciência é a reprodução da imagem ideal da atividade pelo sujeito, orientada a uma finalidade, por isso não pode ser analisada separadamente da consciência.

Assim, para Leontiev (1989, p. 266).

A atividade é uma unidade molar não aditiva da vida do sujeito corporal e material. Num sentido mais estreito, ou seja, ao nível psicológico, esta unidade da vida é mediada pelo reflexo psíquico, cuja função real consiste em que este orienta o sujeito no mundo dos objetos. Em outras palavras, a atividade não é uma reação, e sim um sistema que possui uma estrutura, passos internos, um desenvolvimento (Leontiev, 1989, p. 266).

Resultado de todas as intervenções sociais e fundamental na formação da personalidade, a atividade é uma unidade da vida, mediatizada pelo reflexo psicológico. Por ser um sistema integral e de natureza dinâmica, a estrutura da atividade apresenta-se em três momentos: i) inicial ou planificação; ii) da execução; iii) de controle.

Figura 1 - Estrutura da teoria da Atividade



Fonte: Elaborado pela autora baseado em Núñez (2009).

De modo a apresentar a estrutura da atividade: sujeito – objeto – motivo objetivo – ação – operação – produto, a Figura 1 representa de forma dinâmica os elementos e momentos principais que compõem uma atividade.

Assim, o sujeito da atividade refere-se a quem realiza a ação, no caso da atividade de ensino e de aprendizagem, o sujeito é o estudante que também é objeto da atividade e é para onde é dirigida a ação. Uma atividade não acontece sem motivos, e estes precisam existir no sujeito, ou seja, estão relacionados com a satisfação de uma ou várias necessidades. O objetivo é a representação imaginária dos possíveis resultados a serem alcançados com a realização de uma ação concreta e ele coincide com o motivo, quando não coincidem o ensino e a aprendizagem, são considerados ações e não atividades.

Componente principal, as ações estão relacionadas com o objetivo e são impulsionadas pelo motivo da atividade. As *operações* são métodos, técnicas e estratégias para a realização da ação, assim transformando o objeto em produto. Por fim, o *produto* é o resultado obtido com as transformações ocorridas com o objeto por meio das ações, podendo coincidir com objetivo da atividade (Leontiev, 1989).

Em Leontiev (1989) a apropriação é um processo de aquisição da experiência historicamente produzida das gerações precedentes, ou seja, dos produtos da atividade objetivados na cultura. Leontiev (2021) destaca a educação como um processo de internalização e de apropriação da cultura produzida, possibilitando a aquisição do conhecimento científico.

Apoiamo-nos na Teoria Histórico-Cultural e compreendemos que o conceito de cultura está para além das tradições e modo de viver, ele está relacionada ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores, que apenas os seres humanos podem desenvolver. Dessa forma, Vigotsky (2000) descreve:

A cultura origina formas especiais de comportamento, modifica a atividade das funções psíquicas, constrói novos níveis no sistema de comportamento humano de desenvolvimento. No processo de desenvolvimento histórico, o homem social modifica os modos e procedimentos de sua conduta, transforma suas inclinações e funções naturais, elabora e cria novas formas de comportamento especificamente culturais (Vigotsky, 2000, p. 34, tradução nossa).

Para Leontiev (2004, p. 279), o ser humano é um “ser de natureza social que tudo que tem de humano nele provém da sua vida em sociedade, no seio da cultura criada pela humanidade”. É pelo desenvolvimento histórico-cultural da humanidade, ao satisfazer inicialmente necessidades que eram naturais, que se geraram novas

necessidades e motivos, os quais estão determinados pelas condições sociais de vida. Leontiev (2017, p. 39) menciona que “a atividade do homem está dirigida a satisfazer suas necessidades”, e para que se esteja em atividade é preciso que haja um objeto que responda a necessidade. De acordo com Leontiev (2017):

Enquanto os animais satisfazem suas necessidades unicamente utilizando os objetos naturais que encontram já preparados no meio que lhes rodeia, o homem elabora e produz com seu trabalho os objetos que satisfazem suas necessidades. Isso permite que o conteúdo objetivo e a maneira de satisfazer suas necessidades naturais modifiquem-se. O que significa, por sua vez, que mudam também essas necessidades; no homem, aparecem muitas outras necessidades novas. Inclusive a necessidade humana de alimentos é distinta da necessidade de comer que têm os animais (Leontiev, 2017, p. 43).

Destacamos também, que Leontiev (2017) traz a aprendizagem como atividade humana movida por um objeto, por se estabelecer entre o sujeito e o objeto de aprendizagem em um meio social.

O autor supracitado apresenta o motivo da atividade como “aquilo que, refletindo-se no cérebro do homem, excita o agir e dirige a ação a satisfazer uma necessidade determinada”. Os motivos são variados e diferentes de acordo com a necessidade, e também se diferenciam pela forma que se manifesta seu conteúdo, como forma de imagem, de conceito, de pensamento, entre outros. Para que cause realmente uma atividade, o motivo deve haver condições que leve o sujeito a planejar o fim correspondente ao motivo.

Para que seja potencializador e realmente promova uma atividade, o objeto ou o motivo precisa ser compartilhado pelo grupo, e é preciso que os sujeitos planejem ações, mesmo sendo diferentes do objetivo geral da atividade.

As operações são orientadas pelas condições e ferramentas disponíveis, ou seja, pela realidade objetiva sob as quais a atividade ocorre para alcançar o objeto. Ao entender o motivo ou motivos relacionados ao objeto, por trás de cada atividade, podemos compreender os objetivos que orientam as ações coletivas ou individuais e as condições e instrumentos que conduzem as operações.

Outro elemento importante é o interesse, pois é uma das condições principais para a atividade criadora no trabalho, muito importante para o aprendizado, uma vez

que direciona as funções cognoscitivas para os objetos e fenômenos da realidade, influenciando na atividade realizada no momento presente e futuro (Leontiev, 2017).

Sobre a atividade criadora Oleg Konstantinovich Tikhomirov (1933-2001) aprofundou estudos nessa área de pesquisa com base na Teoria Histórico-Cultural e Teoria da Atividade. Ele foi discípulo de A. N. Leontiev e A. R. Luria, contribuindo com o desenvolvimento das pesquisas no campo da Psicologia ao apresentar a Teoria do Pensamento dos Significados Pessoais,¹³ uma das mais importantes escolas de estudos cognitivos da Rússia (Babaeva *et al.*, 2013).

Esse psicólogo russo foi chefe professor do Departamento de Psicologia Geral da Universidade Estadual de Moscou e dedicou-se a pesquisas com foco na interdependência entre tecnologia e cognição, ou seja, os efeitos psicológicos da informatização na atividade dos seres humanos. Para ele, o computador é mais que um dispositivo de processamento de dados, é um meio de influenciar a atividade humana, ou seja, transformar as funções psíquicas superiores, destacando o pensamento. A essa influência sobre a atividade humana Tikhomirov (1989, p. 6) mencionou que ela “é definida, em primeiro lugar, não por um computador, mas pelas condições organizacionais e sociais para a sua utilização e pelas características da atividade”.

O computador é uma máquina e ao criá-la, as relações de modo de produção estabelecidas sofreram alterações, o que também refletiu em mudanças na atividade interna (psíquica) e na produção de conhecimento. Apontou que essa ferramenta tecnológica possibilita que transformações levem a uma reorganização interna das ações cognitivas, oriundas da mediação estabelecida e proporcionada por esse artefato. Ou seja, o manuseio do computador pode influenciar de modo intencional, a depender das condições concretas e sociais de seu uso, e, também, pelas características da organização da atividade (Tikhomirov, 1999).

Tikhomirov (1981) ancorou as suas pesquisas na Teoria Histórico-Cultural, por ela possibilitar o estudo aprofundado sobre o pensamento, como ele é e como se

¹³ “Personal Meanings Theory of Thinking”. N.T. Nota-se que Tikhomirov utiliza o termo pensamento (*thought*) apenas em relação ao elemento humano, quando trata das máquinas ele usa o termo trabalho (*work*).

desenvolve, para assim, diferenciar o processo de pensamento humano das operações cognitivas realizadas por computadores.

Difícilmente consegue-se determinar como os computadores influenciam o desenvolvimento dos processos mentais humanos sem considerar o que é o pensamento humano e que importantes estágios históricos no desenvolvimento do pensar podem ser identificados à época do surgimento dos computadores. Nós abordamos o problema desta maneira, de modo a examinar a questão da computerização numa perspectiva histórica mais ampla – a perspectiva do desenvolvimento da cultura humana (Tikhomirov, 1981, p. 2).

O grupo de pesquisas liderado por Tikhomirov, liderou estudos denominados de “psicologia da computerização”¹⁴, que embasaram o desenvolvimento de um campo de estudo mais abrangente: a ciberpsicologia ou psicologia da internet, que “pode ser definida com um campo de pesquisa e prática dentro da psicologia, que lida com os modos como os seres humanos usam os serviços relacionados a internet” (Voiskounsky, 2013, p. 155).

Tikhomirov, seus colegas e discípulos estudaram especificidades psicológicas (na regulação emocional, motivação, hierarquias na definição de objetivos, traços de personalidade, operações locomotoras, tomada de decisões, etc.) inerentes ao uso de computadores e sistemas de informação e os compararam com atividade não computadorizadas. Estes estudos envolveram o monitoramento de diversos tipos de comportamento, incluindo (mas sem limitá-lo a) engenharia e designs, planejamento econômico e contábil, desenvolvimento de softwares, sistemas de controle, jogos intelectuais, conhecimentos em diagnósticos psicológicos, treinamento usando simuladores, etc. (Voiskounsky, 2013, p. 154, tradução nossa).

A partir da perspectiva do desenvolvimento da cultura humana, Tikhomirov (1981) superou, por incorporação, a Teoria Informacional do Pensamento ao trazer para o debate elementos da Teoria Psicológica do Pensamento, ao apresentar que a primeira se dedica ao estudo e à descrição do pensamento ao nível dos processos elementares de informação, isto é, sua preocupação restringia-se às características dos processos de informação. Suas ideias consistiam em que o pensamento, como qualquer comportamento humano, precisa ser estudado independentemente de seus

¹⁴ A psicologia da computerização tem como principais objetos de estudo: 1) as diferenças entre a atividade mental humana e as operações realizadas por computadores, as quais constituíam os elementos-chave dos sistemas de Inteligência Artificial; 2) o impacto das tecnologias de informação e comunicação na psique humana.

fundamentos neurofisiológicos, bioquímicos ou outros. Embora a Teoria Informacional apresente que o cérebro e computador não sejam a mesma coisa, ambos apresentam similaridades funcionais (Tikhomirov, 1981).

A fragmentação na organização dessa teoria apresenta-se na formulação de que os processos complexos do pensamento são constituídos de processos elementares de manipulação de símbolos, premissa para a explicação do pensamento humano no nível do processo informacional. As operações nesse sentido não se referem apenas a uma máquina que faz cálculos, mas a alguém que os efetue. Tikhomirov (1981, p. 2) descreve os processos elementares como:

Leia o símbolo, escreva o símbolo, copie o símbolo, apague o símbolo e compare dois símbolos. Não é difícil de se ver que os “processos informacionais elementares” ou “processos elementares de manipulação simbólica” não são nada mais que operações elementares no modo operante de um computador. Sendo assim, o desejo de estudar o pensamento “ao nível dos processos informacionais elementares” é atualmente interpretado como uma insistência em explicar o pensamento humano exclusivamente dentro de um sistema de conceitos que descrevem o modo de operar de uma calculadora (Tikhomirov, 1981, p. 2).

Tikhomirov (1981), contrapõem a concepção de que o computador substituiria o ser humano em todas as esferas do trabalho intelectual. Contrariando a alusão de que o computador pensa, pois possui características idênticas e autênticas do pensamento, o autor discutiu, a partir das pesquisas experimentais que realizou, a ideia de substituição não ter sustentação, pois não revela as múltiplas determinações que compreendem a relação entre o desenvolvimento do pensamento humano e o trabalho do computador. Sendo assim, a Teoria Informacional não descreve os processos do pensamento humano (Tikhomirov, 1981, 1999).

O pensamento, muitas vezes é associado à atividade de resolver problemas, enquanto na Teoria Informacional do Pensamento essa função psicológica superior consta como apenas uma manipulação de símbolos. Tikhomirov (1981, 1999) argumenta que pensar não é simplesmente resolver problemas, também envolve formulá-los. Tomar o pensamento como uma operação, leva a desconsiderar que estes símbolos têm significado social e um sentido pessoal, ou seja, estes não são desvinculados da realidade concreta. Por isso, as características psicológicas e as informacionais de um problema não são as mesmas.

Tikhomirov (1981; 1999) inverteu a ordem de pesquisa na área das novas tecnologias, ao invés de estudar o computador como a ferramenta que soluciona certos problemas anteriormente resolvidos por humanos, dedicou-se a compreender as relações envolvidas na resolução de problemas com base na interação homem-computador.

Não estamos nos confrontando com o desaparecimento do pensamento, mas com a reorganização da atividade humana e o reaparecimento de novas formas de mediação nas quais o computador como uma ferramenta da atividade mental humana transforma esta mesma atividade (Tikhomirov, 1999, p. 12).

Com base nos estudos de Vigotski (2000b) sobre a Lei da Dupla formação das Funções Psicológicas Superiores, Tikhomirov (1981) argumenta que os computadores representam um novo estágio de mediação, um desenvolvimento avançado da mediação externa, ou seja, do funcionamento interpsicológico que exerce uma influência no desenvolvimento intrapsicológico. A partir disso, formulou que o computador também reorganiza a estrutura mental humana em relação às funções psíquicas superiores da percepção, da memória, do pensamento, do armazenamento de informação e suas reproduções.

Diversas foram as ferramentas tecnológicas criadas, destacamos o uso das linguagens programacionais e de *softwares* utilizadas no processo de ensino e aprendizagem, o que ocasionou transformações sociais profundas após o advento e popularização dos computadores. Essas mudanças corroboraram para novas formas de reorganização das atividades psíquicas humanas e na concepção de mediação. Ao apresentar a Teoria da Reorganização, Tikhomirov (1981; 1999) sintetizou o processo de inserção das tecnologias digitais - especialmente do computador -, da apropriação e dos modos de uso e interação com essas ferramentas, as quais interferiram nos processos intelectuais dos humanos.

A ferramenta, componente importante da Teoria da Atividade, singulariza a atividade humana em comparação com os outros animais. Para Tikhomirov (1981, p. 8):

A ferramenta não é simplesmente adicionada na atividade humana: antes, ela a transforma. Por exemplo, a mais simples ação com uma ferramenta – cortar madeira – produz um resultado que não poderia ser atingido sem o uso de

um machado. Ainda que o machado por si só não tenha produzido este resultado. A ação com uma ferramenta implica uma combinação de ativação e adaptação criativa humanas. As ferramentas por si só aparecem como órgãos suplementares criados pelos humanos. A natureza mediativa da atividade humana claramente desempenha um papel de liderança na análise da atividade prática.

O autor estudou, principalmente a reorganização das atividades intelectuais humanas a partir da interação humano-computador, sua preocupação estava voltada à compreensão dos efeitos psicológicos que o uso dos computadores pode ocasionar à psique. Para isso, realizou pesquisas sobre o papel do computador e a sua relação com a atividade humana, ao defender que o computador intervém na atividade intelectual humana (pensamento) e, inclusive, que o processo criativo é modificado e reorganizado pelo uso das tecnologias.

Segundo Tikhomirov (1999), a atividade criadora¹⁵ parte dos atos que geram novos motivos, novas metas e novas operações, e, assim, surgem formações psíquicas despertando no homem a oportunidade de gerar novos objetos:

A atividade criadora é caracterizada não apenas por motivos, metas e operações (que também existem nas atividades de rotina), mas também por atos que geram novos motivos, novas metas e novas operações. Esta atividade funcional sofre uma evolução no decurso da sua realização, podendo ser definida como uma unidade de vida que inclui a geração de novas formações psíquicas, oferecendo realmente aos seres humanos a oportunidade de gerar um novo mundo de objetos (Tikhomirov, 1999, p. 3).

A atividade criadora, por ser exclusiva da humanidade, é alterada no contexto diante do uso do computador, pois o uso desses meios possibilita o desenvolvimento real da atividade. Assim, surgem novas formas de trabalho, de educação, de jogar, de realizar a atividade, as quais passam a ser impossíveis sem os computadores. Novos padrões são apresentados na teoria da atividade quando as funções humanas são atribuídas aos computadores, o que permite o surgimento de novas formações psíquicas, oferecendo ao homem um novo mundo de objetos (Tikhomirov, 1999).

De acordo com Tikhomirov, as novas formações psíquicas:

[...] na atividade precedem e preparam a produção de novos resultados tangíveis (produtos) de atividade. Novas necessidades e novos motivos são fontes importantes de atividade criadora, sendo que a motivação inicial pode

¹⁵ Tikhomirov tomou como sinônimos a Atividade criativa e a Atividade criadora.

mudar no decorrer da atividade, assim como as relações hierárquicas entre os motivos também podem mudar (Tikhomirov, 1999, p. 3).

Tikhomirov, no artigo *As Consequências psicológicas da Computerização*, de 1981, discutiu sobre as três teorias - substituição, suplementação e reorganização - associadas com a tecnologia, a cognição e como estas duas últimas afetam a educação. Para compreender melhor sua proposição, trazemos a forma como o autor apresentou a Teoria da Reorganização, incorporando, por superação, a partir da articulação da substituição e da suplementação, a cognição humana. Para iniciar a discussão sobre as consequências psicológicas referentes ao uso dos computadores Tikhomirov se perguntou:

O computador afeta o desenvolvimento da atividade mental humana? Se assim é, como? Para responder a estas questões, precisamos comparar como os seres humanos e os computadores resolvem um mesmo problema. Tal análise nos permite estabelecer se a atividade humana é ou não reproduzida no computador. Primeiramente deixem-nos tratar dos computadores que já foram criados; em relação aos modelos futuros, limitar-me-ei a avaliar esquemas concretos para aperfeiçoar o potencial funcional (Tikhomirov, 1981, p. 1).

O autor parte das teorias da substituição e da suplementação para apresentar a da reorganização (Tikhomirov, 1981). Ao confrontar a teoria da suplementação, discute que a abordagem da teoria informacional do pensamento, na qual ela está baseada, não representa a real estrutura da atividade psíquica humana. Para essa perspectiva, os computadores suplementam o pensamento humano, pois processam uma quantidade maior de informação em um menor tempo e com menos chances de erro, aumentando assim, a eficiência humana no trabalho intelectual (Tikhomirov 1981, 1999).

Inclusive, para essa teoria, o pensamento pode ser investigado apartado das características tipicamente humanas que resultam da interação dialética do homem com seu meio histórico e cultural, como por exemplo o desenvolvimento da linguagem. Sabemos que a cultura tem papel relevante no desenvolvimento da atividade psíquica humana e que essa se dá por meio da apropriação, ou seja, da internalização dos modos historicamente produzidos e culturalmente organizados. Portanto, Tikhomirov

(1981, 1999) compreende que essa teoria é falha ao apontar semelhanças no funcionamento do cérebro com o do computador (Tikhomirov, 1981, 1999).

A cultura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento mental dos seres humanos, já que sua característica psicológica se dá por intermédio da internalização dos modos historicamente produzidos e culturalmente organizados de operar com as informações.

Na teoria da substituição, o computador tem o papel de substituir o humano no trabalho intelectual. Portanto, Tikhomirov (1981) considerou que essa teoria não relata e não representa a relação entre o pensamento humano e o trabalho do computador¹⁶, pois, embora o computador chegue aos mesmos resultados, até mais rápido que o homem na resolução de certos problemas, os processos usados não correspondem aos usados pelo ser humano.

Baseados nos dados coletados no decurso das investigações psicológicas experimentais, podemos estabelecer que a ideia de substituição não expressa a real relação entre o pensamento humano e o trabalho do computador. Ela não representa exatamente como o último influencia o desenvolvimento do primeiro (Tikhomirov, 1981, p. 2).

O autor faz um questionamento à teoria da substituição, sobre tornar o pensamento humano comum e corriqueiro, não considerando os processos complexos que ocorrem nas relações dos conhecimentos e os processos quando pensamos. De acordo com Tikhomirov, esta teoria estaria equivocada, visto que o pensamento segue um percurso diferente das operações realizadas pelo computador (Tikhomirov, 1981).

Para a segunda teoria, a da suplementação, o computador potencializa a atividade humana, otimizando a resolução de problemas, os quais, por diversas vezes, exigem soluções mais complexas. Dessa forma, o computador e o humano fazem parte de um processo que antes era apenas realizado pelo homem. Segundo Tikhomirov:

Dentro da estrutura da teoria da suplementação, as relações entre o funcionamento dos seres humanos e do computador, se combinados dentro

¹⁶ Tikhomirov (1981) utiliza o termo pensamento (*thought*) apenas em relação ao elemento humano, quando trata das máquinas ele usa o termo trabalho (*work*).

de um sistema, são relações das duas partes de um todo – o “processamento da informação”. Com a ajuda do computador, os humanos processam mais informação, mais rápido e, talvez mais corretamente. Acontece um aumento puramente quantitativo em seus recursos (Tikhomirov, 1981, p. 258).

Mesmo o autor reconhecendo que o computador auxilia os seres humanos em suas atividades, argumenta que a teoria falha quando valoriza apenas os aspectos quantitativos, desvalorizando os aspectos qualitativos do pensamento humano, que é mais complexo e não se resume a algoritmos e estratégias durante a resolução de problemas. Devido a isso, o autor afirma que:

Os computadores suplementam o pensamento humano no processo da informação, aumentando o volume e a velocidade do processo. [...] Dentro da estrutura da teoria da suplementação, as relações entre o funcionamento dos seres humanos e do computador, se combinados dentro de um sistema, são relações das duas partes de um todo – “o processamento da informação”. Com a ajuda do computador, humanos processam mais informação, mais rápido e, talvez, mais corretamente. Acontece um aumento puramente quantitativo em seus recursos. (Tikhomirov, 1981, p. 3).

Essa teoria, a da suplementação, deve ser criticada devido a ela defender uma visão quantitativa (informacional) do pensamento, excluindo as singularidades qualitativas (cognitivo). Destacamos que nos processos de raciocínio lógico e da resolução de problemas, prioriza-se a resolução por decomposição em partes menores do problema. O autor supracitado menciona que o problema não deve ser decomposto, mas sim que se deve compreender os processos de resolução como um todo, por meio de análises e reflexões acerca da formulação e da resolução. Tikhomirov (1981, p. 4) expressa isso ao mencionar que:

No contexto mental humano da resolução de um problema, as formas funcionais reais tais como sentido (operacional e pessoal) e os valores dos objetos para o solucionador do problema não são simplesmente neutros em relação às características informacionais do material; antes, eles tomam parte no processo de direção da atividade de resolver o problema de um modo importante. [...].

Deste modo, não podemos aceitar a teoria da suplementação em nossa discussão do problema da influência dos computadores no desenvolvimento da atividade intelectual humana, visto que a abordagem informacional no qual ela está baseada não expressa a real estrutura da atividade mental humana (Tikhomirov, 1981, p. 4).

Por fim, a teoria da reorganização tem o papel da mediação em uma atividade humana. Tikhomirov (1981) afirma que a construção do conhecimento se dá pela

correlação entre o ser humano e o computador. Assim, o computador é visto como um instrumento que transforma o ser humano e vice-versa. Nessa teoria, Tikhomirov (1981) afirma que a computação também provoca transformações na atividade humana, modificando e influenciando a formação do pensamento.

Portanto, não estamos nos confrontando com o desaparecimento do pensamento, mas com a reorganização da atividade humana e o aparecimento de novas formas de mediação nos quais o computador como uma ferramenta da atividade mental transforma essa mesma atividade. Eu sugiro que a teoria da reorganização reflete os fatos reais do desenvolvimento histórico melhor do que as teorias da substituição e suplementação (Tikhomirov, 1981, p. 12).

Tikhomirov (1981) afirma que há duas formas de reorganização para atividades psicológicas em um sistema humano-computador. Uma se estabelece quando a atividade é mediada pelo computador que executa os processos mecânicos, antes realizados pelos humanos. Essa situação desvincula as pessoas da realização de uma determinada atividade criativa, o que anteriormente já foi uma atividade humana, hoje foi transformado em uma operação e, por fim, incorporado como função do computador.

Há uma substituição do humano pela máquina, isto é, a atividade intelectual é transformada e incorporada pelo computador. Nesse movimento, há uma outra atividade desenvolvida pelos humanos, que, ao utilizarem o computador, passam a ter contato com o algoritmo e a resolução de novos problemas. O processo criativo de resolução de um determinado problema é inserido no computador para que outros usuários possam resolvê-lo a partir de determinada etapa, sem precisar iniciar novamente o processo. Esse movimento reorganiza a atividade do pensamento - que discutiremos mais adiante como sendo o que compreendemos como pensamento computacional.

A reorganização da atividade do pensamento mediante o uso do computador, em um movimento de contradição inerente à técnica, foi o propulsor da transformação das atividades humanas por meio da criação de outras formas de mediação. Assim como a linguagem organiza o pensamento, a resolução de problemas, a partir do advento do computador, transforma os processos de apropriação e de organização do pensamento. São os processos inter e intrapsíquicos que possibilitam novas maneiras de relação com o meio, a partir do desenvolvimento das funções psíquicas

superiores, tais como a memória, a atenção e o próprio pensamento (Tikhomirov, 1981).

Uma vez que a ferramenta computador é entendida tanto como reguladora dos processos de criação, de busca e de armazenamento de informações, quanto da regulação e reorganização das relações humanas, Tikhomirov (1981, p. 278), estabelece que:

Os casos de grande interesse não são aqueles nos quais o computador assume a solução de certos problemas resolvidos anteriormente por humanos, mas aqueles nos quais um problema é resolvido juntamente por humanos e computador, isto é, o próprio sistema “humano-computador” (Tikhomirov, 1981, p. 278).

O sistema ser humano-computador tem transformado o acontecimento das relações na educação. Também modificou a organização do ensino e alterou a relação professor-aluno-conhecimento, o que vem influenciando na elaboração do currículo e na relevância dos conceitos elencados a serem ensinados e nas metodologias adotadas em sala de aula.

Com o surgimento do computador, a forma de armazenar a experiência da sociedade (o “cérebro eletrônico” versus a biblioteca) mudou, como mudou o processo de aquisição de conhecimento quando as relações professor-aluno começaram a ser mediadas pelo computador. Acima de tudo, o processo de aquisição do conhecimento está mudado (i.e., agora é possível reduzir o número de procedimentos formais a serem adquiridos graças aos computadores) (Tikhomirov, 1981, p. 12).

Novas necessidades surgem ao longo do desenvolvimento da humanidade, assim, a cada ferramenta produzida, essa mediante ação humana transforma a realidade, logo outras ferramentas passam a ser produzidas. Aqui destacamos que a ferramenta, no caso o computador e *softwares*, não apenas foi inserida na atividade humana, ela transformou os modos da sua atividade, seja de trabalho, seja de estudo ou seja até mesmo do brincar. Pois a cada nova atividade externa realizada, a ferramenta reorganiza as atividades internas (pensamento).

As ações realizadas, ao serem mediadas por novas tecnologias, transformam também a realidade, o que “implica uma combinação de ativação e adaptação” dos processos criativos dos humanos (Tikhomirov, 1981, p. 8). Compreender que o computador é mediador da atividade humana é entender como ele está sendo inserido

no contexto educacional. Para isso, é importante também compreender de que forma pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, da Computação e de outras ciências.

Diante da reorganização do pensamento, Tikhomirov (1981) associa a formação de um estágio de pensamento qualitativamente diferente dos novos cenários oferecidos pelo computador, pois ao utilizá-lo, o homem se apropria de novas habilidades e formas de trabalho criativo. O que dificilmente poderia ser realizado sem o apoio da máquina. É a teoria da reorganização, diferentemente das outras duas anteriores, que garante a relação de interdependência entre ser humano e computador para a apropriação do conhecimento.

Tikhomirov (1999) considerou a relação entre a Teoria da Atividade e a Teoria da Inteligência Artificial, ao reforçar a natureza criativa do pensamento. Mostrou que, mesmo que a experiência social seja transferida para a tecnologia, a apropriação da riqueza humana produzida é distinta da sua transferência para um computador. Retomamos Marx (2004), Vigotski (2007) e Leontiev (2021) sobre a atividade não ser a soma das experiências humanas e ainda mais, não poder ser expressa como uma reconstrução artificial pela máquina. É no movimento de apropriação coletiva da experiência das gerações passadas, em atividade, que construímos nossa experiência, única, que é, ao mesmo tempo, pessoal e social.

A apropriação dos conhecimentos produzidos historicamente, ou seja, dos conceitos e dos elementos que compreendem a cultura humana, transforma a atividade externa em interna, promovendo o desenvolvimento das funções psíquicas superiores em um processo social. Esse movimento de formação de uma consciência social decorre da apropriação de um sistema de significações constituído historicamente em um processo mediatizado de humanização do indivíduo (Leontiev, 1978), sendo a atividade externa internalizada de forma transformadora e pessoal (intrapsíquica). Tal movimento é a formação e o desenvolvimento de uma consciência individual, em que as significações passam a ter sentido pessoal ligado aos motivos e necessidades humanas, portanto coletivos.

É óbvio que o que eu penso, compreendo e sei sobre o triângulo pode não coincidir exatamente com o significado de “triângulo” aceito em geometria. Porém isto não é uma diferença de princípio. Os significados não têm

existência mais que na consciência dos homens concretos. Não há um reino independente de significados, nem existe o mundo platônico das ideias. Portanto, não se pode contrapor ao significado “geométrico”, lógico, comumente objetivo, esse mesmo significado na consciência do homem como um significado “psicológico” especial; o que aqui difere não é o lógico e o psicológico, mas sim o geral e o individual. Por acaso o conceito deixa de ser conceito quando se converte em meu conceito? Acaso pode existir o “conceito de ninguém”? É uma abstração igual à noção bíblica da Palavra, que surge da expressão: “Ao princípio era o Verbo” (Leontiev, 1978, p. 213, grifos nossos).

Vigotsky (2000), ao estudar os processos de desenvolvimento das funções psíquicas superiores e elementares, trouxe elementos novos, superando por incorporação a concepção naturalista e biológica a fim de explicar os aspectos da personalidade e da conduta, a partir da filogênese e da ontogênese. Portanto, o significado se objetiva como elemento da consciência refletido de maneira generalizada na realidade. Ou seja, ele é social. Por ser uma construção histórica e cultural da humanidade, o significado é materializado na linguagem, nos conceitos, nos conhecimentos e modos de ação generalizados. O significado une pensamento e linguagem, por isso, é uma forma de reflexo da realidade; por já se ter um variado sistema de significados desenvolvido historicamente, a apropriação desse sistema ocorre do mesmo modo que as ferramentas e os instrumentos.

Assim, o desenvolvimento da conduta é modificado pelo processo de desenvolvimento histórico do ser humano, cujas inclinações naturais e funcionais são transformadas em novas formas de comportamento, especificamente culturais. Assim Vigotsky (2000, p.121) afirma que:

[...] esse conceito [funções psíquicas] surge desde o início da história do desenvolvimento cultural da criança¹⁷, constituindo o ponto inicial ou inicial de todo o processo; e, em segundo lugar, o próprio processo de desenvolvimento cultural deve ser entendido como uma mudança da estrutura inicial fundamental e o surgimento em sua base de novas estruturas que se caracterizam por uma nova correlação das partes. Chamaremos as primeiras estruturas [funções psíquicas elementares] de primitivas; é um todo psicológico natural, fundamentalmente determinado pelas peculiaridades biológicas da psique. As segundas estruturas [funções psíquicas superiores] que nascem durante o processo de desenvolvimento cultural geneticamente mais complexo e superior (Vigotsky, 2000, p. 121, tradução nossa).

¹⁷ De acordo com fundamentos da Teoria Histórico-Cultural, a criança não produz cultura, pois está em processo de apropriação da cultura existente (Arce; Baldan, 2012, p. 196).

Com isso, o autor aborda que as funções psicológicas elementares de origem biológica são involuntárias, tal como os reflexos, sensações, memória e a atenção (involuntárias), enquanto as funções psíquicas superiores se originam por intermédio da cultura, constituindo relações sociais, em que as atividades são mediadas pela cultura entre seres humanos.

Destacamos a relevância do conceito de mediação, trazido de Marx (2020a) e reelaborado por Vigotsky (2007) a partir dos estudos das funções psíquicas superiores, de forma a entendermos dialeticamente a unidade entre o desenvolvimento da atividade psíquica e o meio cultural do ser humano. Conceito fundamental na Teoria Histórico-Cultural, a mediação refere-se à criação de signos, instrumentos psicológicos que regulam, desde fora, o pensamento e a conduta e influenciam as relações humanas.

O desenvolvimento psicológico, por ter caráter mediado, define a importância da formação cultural do ser humano e das operações com signos no desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Para compreender o processo de desenvolvimento é preciso compreender os conceitos de signo, de sinalização e de significação (Vigotsky, 2000).

Iniciamos com os signos, criações humanas apresentadas na forma de estímulos ou em símbolos. Como dito anteriormente, são de grande relevância nos processos de desenvolvimento e de apropriação da cultura, devido a estarem intimamente relacionados à memória, atenção, percepção, vontade e à formação do pensamento. Vigotsky (2000) apresenta a ligação do signo e significado de um signo ao mencionar que o primeiro é usado para representar objetos e ideias e que o segundo não é inerente ao próprio signo, por ser construído e compartilhado por meio de interações sociais. O que significa que o significado de um signo pode variar de acordo com o contexto social e cultural em que é utilizado.

As atividades simbólicas compartilhadas influenciam a elaboração de conhecimentos e a formação social da personalidade. Nas palavras de Leontiev, (1978, p. 135) a personalidade é “uma nova formação psicológica que se vai conformando em meio às relações vitais do indivíduo, como fruto da transformação

da sua atividade”. Ou seja, configura-se como uma formação integral, em que cada indivíduo assume papel de sujeito da atividade, já que:

[...] a base real da personalidade do homem é o conjunto de suas relações com o mundo, que são sociais por natureza, mas das relações que se realizam, e são realizadas por sua atividade, mais exatamente pelo conjunto de suas diversas atividades (Leontiev, 1978, p. 143).

A sinalização é um processo pelo qual os seres humanos utilizam sinais para representar e comunicar ideias. Vigotsky (2000) destacou a sinalização como uma parte importante da cognição. A humanidade, diante da necessidade de comunicação em suas relações sociais, principalmente nas relações de trabalho, cria sistemas de sinais, os quais passam a ser compreendidos. São esses sistemas de sinais e seus significados que são transmitidos às gerações precedentes por meio da linguagem.

A significação também é um processo afetivo e motivacional. Vigotsky (2000) trouxe a discussão para a significação dos signos influenciada pela afetividade e motivação do sujeito em relação a eles, reafirmando a significação como uma construção social e pessoal, relacionada à experiência de vida dos sujeitos. A linguagem é a principal ferramenta utilizada pelo ser humano para a comunicação e interação social, a qual possibilita o compartilhamento de significados e a construção de experiências pessoais e de conhecimentos.

Luria (1979, p. 73) mostra que a história da humanidade foi produzida, desenvolvida e adquirida como riqueza “pela assimilação da experiência histórica das gerações”, à medida que os sujeitos se relacionam, também se apropriam dos significados culturais, que a princípio são sociais (interpsíquicos) passando a serem internalizados (intrapsíquicos) pelo sujeito singular de forma a relacionar às suas experiências pessoais, conhecimentos, necessidades e interesses (Vygotski, 2000). Em síntese, o desenvolvimento humano não pode ser concebido apenas como um processo biológico de formas psíquicas elementares para formas psíquicas superiores, uma vez que o desenvolvimento depende das relações sociais e suas atividades mediadas. A partir dos conceitos de atividade, apropriação, mediação, diversas investigações se desdobraram sobre o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, da conduta humana e do desenvolvimento do pensamento.

Quando entramos em discussão sobre o aprendizado das crianças, podemos dizer que este começa muito antes delas entrarem nas escolas, Vigotsky (2007) traz como exemplo que a criança começa a estudar aritmética na escola, porém, antes, elas já tiveram experiências com aritmética, como tamanho e quantidade, operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Vigotsky (2007) esclarece que:

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação¹⁸, funções que amadureceram, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas "brotos" ou "flores" do desenvolvimento, em vez de "frutos" do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente (Vigotsky, 2007, p. 98).

Partir dessa compreensão de aprendizagem e desenvolvimento na educação escolar permite ao professor delinear o futuro no desenvolvimento das crianças, uma vez que eles podem diagnosticar o que elas já aprenderam, bem como os processos que estão em desenvolvimento e necessitam de atividades mediadoras para aprenderem.

2.2 Formação e Desenvolvimento do Pensamento Teórico

O conteúdo do pensamento teórico é a existência mediatizada, refletida, essencial. O pensamento teórico é o processo de idealização de um dos aspectos da atividade objetivo-prática, a reprodução, nela, das formas universais das coisas. Tal reprodução tem lugar na atividade laboral das pessoas com o peculiar experimento objetivo-sensorial. Logo, este experimento adquire, cada vez mais, um caráter cognoscitivo, permitindo às pessoas passarem, com o tempo, a realizar os experimentos mentalmente (Davídov, 1988, p. 125, tradução nossa).

Nesta subseção, abordaremos a questão sobre a base para a formação e desenvolvimento do pensamento teórico-conceitual na Educação Básica. Fundamental discussão para compreendermos como o estudante em atividade de

¹⁸ A palavra maturação se deve à tradução, mas Vigotsky não considera a maturação como processo do desenvolvimento.

estudo se apropria dos conceitos e desenvolve as funções psíquicas superiores necessárias para promover o pensamento teórico ao longo de sua escolaridade.

Iniciamos com a produção e apropriação do conhecimento objetivado, como evidencia a lei da dialética acerca do conteúdo e forma, a fim de demonstrar as relações entre atividade prática e atividade cognitiva. Nos ancoramos, assim, na tese de Marx e Engels (2019, p. 32) de que: “Não é a consciência que determina a vida, mas a vida que determina a consciência”, visto que a atividade prática é determinante ao desenvolvimento da atividade cognitiva. Logo, conhecimento e pensamento estabelecem uma identidade, mas não podemos dizer que são sinônimos. O primeiro é resultante do processo do pensamento, e este, por fim, é um conjunto de ações advindas do conhecimento.

Ao trazermos o Materialismo Histórico-dialético, retomamos que este não se comporta apenas como o método norteador do conhecimento científico, mas sim como investigação científica, pois sendo uma teoria do conhecimento, destaca as leis universais do desenvolvimento do conhecimento sobre a realidade em geral, permitindo que cada ciência desenvolva seu conhecimento sobre seu próprio objeto de estudo.

Iniciamos com Engels (2020, p. 128), que, ao mencionar que “o fim de toda ciência” é “investigar justamente o que não conhecemos”, preocupou-se com o conhecimento enquanto fruto da produção e reprodução da vida, observação e experimentação cuidadosa, sistemática e sistematizada.

Na sua perspectiva, a cada nova geração novas investigações são realizadas

O pensamento teórico de cada época e, portanto, também o da nossa é um produto histórico que, em diferentes épocas, assume formas muito diferentes e, desse modo, conteúdos muitos diferentes. A ciência do pensar é, portanto, como qualquer outra, uma ciência histórica, a ciência do desenvolvimento histórico do pensamento humano (Engels, 2020, p. 76).

A cada nova geração, a humanidade incorporou as máximas produções humanas antecedentes que fizeram com que o conhecimento avançasse incorporando, superando e elaborando novas sínteses. Engels reafirma a centralidade das bases materiais na produção da ciência como substrato para interpretação do movimento concreto em infinitas transformações:

(...) Entrementes, todos concordamos que, no campo científico como um todo, seja na natureza, seja na história, se deve partir dos fatos dados, ou seja, na ciência natural, das diferentes formas concretas e das formas de movimento da matéria; e que, portanto, também na ciência natural teórica, os nexos não devem ser formulados e introduzidos nos fatos, mas devem ser descobertos a partir deles e, quando descobertos, devem ser demonstrados pela experiência, na medida do possível (Engels, 2020, p. 80).

Do próprio método MHD, temos a abstração derivada da realidade, movimento que parte do concreto real para o concreto pensado. Engels (2020, p. 111) menciona que é da história da natureza e da história da sociedade humana que são abstraídas as leis da dialética. Essas são as leis gerais das duas fases do desenvolvimento histórico, como do próprio pensamento. A partir do movimento do real, da totalidade concreta da natureza em suas múltiplas determinações, deriva-se segundo, como abstração, os princípios ou as “leis da dialética”.

- 1) A lei da conversão de quantidade em qualidade e vice-versa;
- 2) A lei da interpenetração dos opostos, e
- 3) A lei da negação da negação.

Kopnin (1978) toma como referência as leis do mundo objetivo, por serem correspondentes às leis da lógica dialética. O autor discute o pensamento como objeto de estudo da lógica em seus estudos, com intuito de compreender as leis do desenvolvimento do pensamento, as quais coincidem com as leis da realidade. Afirma que “entre o conteúdo do pensamento e o do objeto por ele representando existe uma diferença de princípio que se chama diferença entre o material e o ideal” (Kopnin, 1978, p. 131). Devido ao ideal estar relacionado com o material, mas não ser o material, é reflexo da realidade objetivada na atividade humana subjetiva.

Ao relatar a prática como fundamento da teoria, Vázquez (2011) aborda as relações entre ambas, mostrando que existe uma interdependência entre elas. A prática é fundamento da teoria, pois determina o progresso do conhecimento. A teoria transforma nossa consciência e ideias, enquanto a prática tem uma evidência sobre o mundo, resultando em sua transformação real.

As formas mais elevadas da atividade científica, isto é, do conhecimento teórico, aparecem vinculadas às necessidades práticas sociais. Ao dominar a natureza, os humanos se viram diante de limitações sobre o seu conhecimento acerca dela, já que não tinham desenvolvido uma compreensão e sistematização sobre o conceito de Ciência.

Esse conhecimento primário, ou seja, esvaziado de conhecimento teórico, ao longo de milhares de anos mobilizou diversas civilizações a acreditarem em forças sobrenaturais, ao invés de buscarem relações causais entre os fenômenos, e assim, o conhecimento empírico era o bastante para responder às necessidades práticas do homem.

Com o acúmulo de conhecimento empírico, formaram-se as categorias de qualidade, quantidade, espaço, tempo e causalidade, oriundas da necessidade de construir os primeiros instrumentos de trabalho importantes para as práticas produtivas de caça, pecuária e agricultura. E nesse processo de dominação da natureza o homem passou a dominar a si e aos outros, sendo a sociedade escravista a que aperfeiçoou os instrumentos de produção, movimento este que não se estabelece descolado da atividade teórica e de seu desenvolvimento (Vázquez, 2011).

O conhecimento teórico não concerne unicamente o desenvolvimento do conteúdo, também necessita do desenvolvimento do pensamento. Dessa forma, a atividade precisa do desenvolvimento do conhecimento, o que promove formas de movimento do pensamento para que este se desenvolva na relação homem e natureza. Devido ao desenvolvimento da linguagem, o processo de internalização dos signos possibilitou que a imagem se constituísse sob a forma de palavras e representações de conceitos, o que só é possível devido à atividade humana do trabalho.

A humanidade, ao produzir novas ferramentas e novas necessidades, converte a internalização dos signos em linguagem, destacamos a palavra que permite revelar a captação da realidade em uma representação abstrata (Vygotsky, 2001).

Vygotsky (2001) afirma que o significado da palavra é uma generalização no conteúdo da palavra que evolui com o desenvolvimento da criança e se modifica de acordo com o funcionamento e desenvolvimento do pensamento, de forma dinâmica. Além disso, para o autor, o significado se determina quando se reconhece a natureza

dele, manifestada na generalização do conteúdo, fundamentando a essência de cada palavra. Dessa forma, Leontiev (2004) expressa a linguagem como:

[...] aquilo através do qual se generaliza e se transmite a experiência da prática sócio-histórica da humanidade; por consequência, é igualmente um meio de comunicação, a condição da apropriação dos indivíduos desta experiência e a forma da sua existência na consciência (Leontiev, 2004, p. 184).

A forma verbal na criança precede a aprendizagem dos conceitos como um sistema, pois o processo que produz a apropriação do saber historicamente produzido e acumulado da humanidade ocorre sob a forma do seu reflexo consciente. Assim, a palavra seria uma ampliação do objeto (ou signo), e o pensamento seria interdependente da palavra. Leontiev (2004) descreve que:

Nas primeiras etapas da aquisição da linguagem, a palavra é para a criança apenas um sinal que comanda a sua atividade de orientação em relação aos objetos que ela percebe pelos sentidos e que lhe permite apanhá-los, compará-los e distingui-los de outros objetos exteriormente semelhantes. Por outras palavras, ela generaliza-os e analisa-os a um nível já superior, isto é, sob a sua forma refratada através do prisma da experiência social, fixada na significação da palavra (Leontiev, 2004, p. 195).

Nos embasamos em Vygotsky (2020) ao referirmo-nos ao fato de que os processos que resultam na formação de conceitos serem aqueles que se iniciam no período mais precoce da infância. Entretanto, para o autor, as funções intelectuais que constituem a base psicológica do processo de formação de conceitos se desenvolvem mais rapidamente na puberdade, uma vez que a formação de conceitos tem como base o uso eficaz das palavras.

A investigação experimental do processo de formação de conceitos mostrou que o emprego funcional da palavra ou de outro signo como meio de orientação ativa da compreensão, do desmembramento e da discriminação de traços, de sua abstração e síntese é parte fundamental e indispensável de todo o processo. A formação de conceito ou a aquisição de sentido através da palavra é o resultado de uma atividade intensa e complexa (operação com palavra ou signo), da qual todas as funções intelectuais básicas participam em uma combinação original (Vygotski, 2001, p. 131).

Vygotsky (2001), por ser uns principais estudiosos do desenvolvimento do pensamento e do processo de formação de conceitos na Teoria Histórico-Cultural,

abordou a ideia da formação de conceitos estar em unidade com o desenvolvimento da linguagem, por serem generalizações a partir da utilização de signos. Ao elaborar as etapas de desenvolvimento dos conceitos, Vygotsky (2001) apoiou-se na teoria marxista sobre os planos lógicos e históricos de análise, culminando em três importantes etapas do desenvolvimento do pensamento.

A primeira etapa para Vygotsky (2001) é caracterizada pela identificação do significado da palavra. O pensamento da criança tem caráter sincrético, a relação da criança baseia-se nas suas percepções e sensações, pensando de forma integrada e em situações inteiras, sem uma separação de um objeto e outro. Chama-se pensamento sincrético devido às relações estabelecidas entre os objetos não terem correspondência objetiva, pois a criança nessa etapa tem o domínio do aspecto externo da palavra, ou seja, o sonoro. Mesmo havendo a identificação do objeto com a palavra, por ser extensão do objeto, necessita de generalização.

Na etapa do pensamento por complexos, a criança supera o pensamento sincrético na unidade do pensamento e linguagem. Nesse momento, a criança estabelece as primeiras relações objetivas entre os objetos. O pensamento por complexos possui característica de ser concreto e real porque a criança ainda não consegue elaborar um pensamento lógico e abstrato, e por meio da formação e desenvolvimento do pensamento por complexos ela começa a elaborar o pensamento pré-conceitual, concreto e real.

Ao fundamentar o pensamento por complexos, Vygotsky (2001) propôs cinco tipos: associativo, por coleção, por cadeia, difuso e pseudoconceito.

- *Complexo associativo*: são estabelecidos vínculos e conexões sensoriais que, no caso, as crianças desenvolvem entre os objetos e fenômenos da realidade.
- *Complexo por coleção*: a criança começa a elaborar o pensamento sobre os objetos e fenômenos da realidade, levando em consideração as relações cujo princípio atende a uma funcionalidade comum entre eles. As relações entre os objetos são estabelecidas a partir do princípio da complementaridade funcional, que são para além da captação sensorial-perceptual da experiência prática.
- *Complexo por cadeia*: a criança nessa etapa, diferente das demais anteriores, faz relações que não advém nem de traços sensorialmente comuns e nem da complementaridade funcional, assim, o pensamento estabelece um agrupamento de objetos ou fenômenos da realidade que se modifica durante o curso da ação, e este agrupamento que acaba de formar-se é modificado por

outro e assim sucessivamente. Há uma impressão de semelhança devido a estar no campo das características que se sobressaem na aparência do fenômeno ou objetos e imagens. O núcleo de tipo de pensamento consiste no encadeamento perceptivo dos objetos e, portanto, formam-se relações que são compreensíveis apenas no encadeamento dos objetos.

- *Complexo difuso*: as generalizações ultrapassam a exclusividade das esferas visuais e práticas, resultando no estabelecimento de conexões subjetivas. Este tipo de complexo é caracterizado por apresentar um pensamento que se expressa pela fluidez na apresentação de cada atributo, que serve de conexão com outros elementos dos objetos ou fenômenos, os quais se encontram isolados do grupo, formando grupos de objetos ou fenômenos que são perceptivos – concretos.
- *Complexo pseudoconceito*: estágio final e superior do desenvolvimento da gênese dos conceitos (Vygotski, 2008), pauta-se em traços visíveis e concretos dos objetos acessíveis ao indivíduo que permitem estabelecer relações entre os fenômenos. Ao unificar e organizar as impressões, cria-se a base necessária para as generalizações posteriores no pensamento por conceitos. Esse tipo de complexo é importante para a formação e o desenvolvimento do pensamento da criança, devido a se assemelhar aos conceitos nos adultos, sendo essa conexão para a etapa superior do pensamento conceitual próprio do adolescente. Para Vygotsky (2001), esse pensamento se aproxima do conceito, porque sua generalização corresponde à forma abstrata e lógica de pensamento (Vygotsky, 2001).

Ao analisar o pensamento por complexos, característico em crianças na Educação Infantil, Vygotsky (2001) destaca que é de extrema importância o desenvolvimento e formação do pensamento lógico das crianças, pois surgem novas formações psíquicas, sendo principal o desenvolvimento da linguagem da criança.

Nessa etapa, é fundamental o diálogo entre a criança e o adulto, a atividade mediada com vistas à formação e ao desenvolvimento do psiquismo. É por meio dessas ações internas que a criança consegue entender e analisar os objetos e fenômenos da realidade, estabelecer relações entre eles; conteúdo fundamental para o desenvolvimento psíquico das crianças.

Para Vygotsky (2006), o pensamento deve ser analisado perante o desenvolvimento humano em sua formação histórica e cultural, pois diante disso conseguimos entender o desenvolvimento do pensamento, do raciocínio lógico do conteúdo e forma para a formação do pensamento conceitual de crianças na etapa

pré-escolar. O desenvolvimento do pensamento conceitual instaura na criança um novo olhar sobre o mundo material e humano, tendo sentido e significado e, assim, por meio do pensamento conceitual, o mundo é internalizado, fazendo com que a criança avance para o conhecimento real e racional do objeto e dos fenômenos históricos e culturais.

Diante disso, a superação dessa condição ocorre por meio de análises e sínteses cada vez mais elaboradas, enquanto a passagem do pensamento por complexos para o pensamento por conceitos se dá, assim como o desenvolvimento das demais funções psíquicas superiores, pela aprendizagem dos sistemas conceituais. Retomamos a ideia de que, para que o conceito seja formado, é necessário abstrair, isolar, analisar elementos separados de seu todo, visto que Vygotsky (2008, p. 95) destaca que

(...) na verdadeira formação de conceitos, é igualmente importante unir e separar. A síntese deve combinar-se com a análise. O pensamento por complexos não é capaz de realizar essas duas operações.

O autor prossegue com as considerações de que o pensamento por conceitos atinge sua máxima expressão e consolida-se a partir da adolescência, e isso se deve ao fato de que o desenvolvimento do processo funcional do pensamento está atrelado ao desenvolvimento dos demais processos funcionais. Somente alcançando certo nível de desenvolvimento das demais funções psicológicas superiores é que o pensamento poderá operar por conceitos. Pesquisas recentes desenvolvidas no Brasil apontam que na Educação Infantil é possível ver o desenvolvimento do conceito em direção ao pensamento conceitual (González, 2016; Silva, 2020). Por fim, afirma que fora de um sistema conceitual as relações estabelecidas entre os objetos são relações empíricas e caso o conceito integre um sistema são estabelecidas relações mediatizadas entre o conceito e o objeto e entre os próprios conceitos.

O desenvolvimento dos conceitos tem um papel fundamental quando se trata do desenvolvimento do conhecimento científico. Kopnin (1978, p. 152) afirma que não se pode dividir em dois níveis: sensorial e racional, já que a “divisão histórica se apresenta na lógica como empírico e teórico”, pois são níveis de movimento do

pensamento em que se diferenciam na organização lógica do conhecimento sobre o objeto.

Segundo Kopnin (1978, p. 85-86), a ciência do pensamento lógica dialética toma por base “o princípio da unidade entre o abstrato e o concreto no pensamento teórico-científico”, assim, “se interessa pelos conceitos, juízos, deduções, teorias, hipóteses, etc., justamente enquanto formas de cognição da natureza objetiva das coisas e suas relações”. No que diz respeito à captação desse processo (leis e formas universais dos pares desenvolvimento e conhecimento do pensamento e consciência), enfatizamos que o modo de realizar a análise do fenômeno em sua essência revela suas origens e causas, ou seja, é no caminho *lógico* pelo movimento do pensamento que se compreendem as leis fundamentais que definem como a sociedade se organiza e, em quais condições e contradições se estabelecem as relações sociais.

Davidov (1982) defende as particularidades do pensamento empírico e pensamento teórico. O Autor, ao se basear em Marx e Engels (2009), menciona que o funcionamento dos “sentidos teóricos” está relacionado à atividade prático-material e sociopolítica dos homens, pois a produção das ideias, representações e consciência, se confunde com a atividade material e a representação dos homens, com a linguagem da vida real.

No período inicial de conhecimento, em que as representações surgem e se formam nos diferentes sistemas simbólicos e de sinais (verbais e materiais), é realizada a idealização de certos aspectos da vida material, inclusive os que podem ser observados e verificados diretamente pela percepção, assim podendo destacar verbalmente novas classes de objetos, e estruturar outros objetos, dando uma nova denominação à palavra. Isso mobiliza novas deduções complexas, gerando representações sensoriais gerais entrelaçadas com atividade prática, criando o que se pode chamar de pensamento, característica da formação e denominações genéricas, permitindo a experiência sensorial e a forma de generalidade abstrata, uma peculiaridade do pensamento empírico.

Davidov (1982) ressalta que a lógica formal denomina as representações gerais como conceito, assim, não podemos afirmar que o objeto é apreendido conceitualmente pelo pensamento empírico, sendo que neste tipo de pensamento, o

conhecimento adquirido se dá a partir da experiência imediata, com ênfase na aparência do objeto e não em relação a um sistema do qual o faz parte.

[...] Porque na lógica formal tradicional é aceito chamar de "conceito" qualquer generalidade abstrata expressa em palavras (na verdade nada mais é do que uma representação geral), o pensamento empírico ocorre de forma semelhante a "conceitos" (Davýdov, 1982, p. 297, tradução nossa).

O pensamento empírico tem um papel importante na atividade do homem, devido a garantir aos sujeitos a possibilidade de separar e nomear os objetos, além de estabelecer relações, incluindo objetos que não são destacados em um primeiro momento individualmente ou reconhecidos pela via da dedução.

Embora pensamento empírico se mova em categorias de ser efetivo, suas possibilidades cognoscitivas são muito amplas. E concede ao homem um grande espaço na decomposição e designação dos objetos e suas relações, inclusive aquelas que em dado momento não são observáveis e são conhecidas indiretamente a partir de deduções. (Davýdov, 1982, p. 298, grifos do autor, tradução nossa).

O autor pontua que o pensamento empírico é um método de obtenção e utilização dos dados sensoriais pelos homens que se expressam de forma verbal. Pensar envolve conhecimento racional, ou seja, o saber historicamente produzido e socializado é carregado de dados sensoriais e expressa de forma verbal a experiência de outros seres, enquanto o pensamento teórico é reflexo do objeto pelas suas leis de movimentos e relações internas. O ser mediado é refletido e essencial e "serve como conteúdo" do pensamento teórico, constituindo uma idealização do aspecto fundamental da atividade prática-objetiva. Por intermédio da atividade de trabalho, a reprodução das formas gerais das coisas ocorre como experimento sensório-objetivo. A reprodução adquire caráter cognoscitivo, o que permite ao homem no decorrer do tempo adquirir experimentos mentais, e com os objetos uma outra interação (Davýdov, 1982).

O objeto de conhecimento, em um primeiro momento, ao ser apropriado (mentalmente), tem sua essência revelada de forma singular, em um segundo momento é sujeito a sucessivas transformações mentais e, por fim, é integrado mentalmente a um sistema de relações no qual está localizado. Somente no meio

singular é que o objeto de conhecimento tem seu conteúdo verdadeiramente revelado, ou seja, o essencial, um conceito acerca dele.

Essas singularidades do experimento mental constituem a base do pensamento teórico, que opera por meio de conceitos científicos. O conceito intervém aqui como forma da atividade mental através da qual se reproduz o objeto idealizado e o sistema de suas conexões, que refletem em sua unidade a generalização e a essência do movimento do objeto material. O conceito aparece tanto como uma forma de reflexão do objeto material, quanto como um meio de sua reprodução mental, de sua estrutura, ou seja, como operação mental singular (Davýdov, 1982, p. 300, grifos do autor, tradução nossa).

Segundo o autor supracitado, o conceito é, ao mesmo tempo, o reflexo do objeto material e da operação mental que reproduz esse objeto em sua essência. Os conceitos estão objetivamente encarnados nos objetos por ele criados, isto é, nas formas de atividade humana e nos resultados desta.

Davidov cita Lênin ao afirmar que a tarefa do conhecimento está na regularidade universal da natureza em eterno movimento e desenvolvimento, pois pode transformar as coisas umas nas outras, de acordo com a concepção dialética de transformação dos objetos e ações.

Dessa forma, o conhecimento, de início, destaca-se e consolida-se por suas modificações externas e concretas em seus vínculos.

Pois bem, nas dependências empíricas a coisa solta aparece como uma realidade independente, nas dependências reveladas pela teoria, uma coisa aparece como uma forma de expressão de outro dentro de um determinado todo. Este trânsito de uma coisa para outra, a anulação da especificidade de uma coisa quando transformada em seu outro ser, isto é, sua conexão interna, aparece como matéria de pensamento teórico e científico (Davýdov, 1982, p. 307, tradução nossa).

O conhecimento teórico ocorre quando há algumas mudanças nos vínculos das coisas, podendo ser consideradas como momentos de uma interação mais ampla na apreensão do objeto em sua totalidade.

Assim, o pensamento teórico tem seu conteúdo especial, diferente do conteúdo inerente ao pensamento empírico: é o domínio dos fenômenos objetivamente inter-relacionados que constituem um sistema integral. Sem ela e à parte dela, esses fenômenos só podem ser objetos de observação empírica (Davýdov, 1982, p. 307, grifos do autor, tradução nossa).

A apreensão do fenômeno, ou do objeto, dá-se por transformação e compreensão em um sistema, em um todo organizado, em sua conexão interna aparece como objeto do pensamento teórico e científico.

A humanidade, ao longo do tempo, produziu ciência, a qual tem produzido conhecimento sobre a realidade de diferentes formas e métodos. Especificamente a ciência empírica preocupa-se em descrever, diferenciar, classificar e comparar resultando em representações gerais dos objetos ou fenômenos.

Em oposição a isso, as dependências intrínsecas e substanciais não podem ser observadas diretamente pelos sentidos, pois não estão dadas no ser efetivo, presente, resultante e desarticulado. O intrínseco revela-se nas mediações, no sistema, no todo e na sua constituição. Em outras palavras, aqui o "verdadeiro", o observável deve ser correlacionado mentalmente com o "passado" e com as potências do "futuro": nesses trânsitos há mediações, formações do sistema e da totalidade, constituídas por diversas coisas inter-relacionadas. O pensamento teórico ou conceito deve reunir em um todas as coisas, *diferentes, distintas, multifacetadas, não coincidentes* e mostrar seu peso específico neste todo único. Por conseguinte, como conteúdo específico do conceito teórico aparece a *conexão* objetiva *do geral e do singular* (do íntegro e do diferente). Este conceito, ao contrário do empírico, não encontra nada de igual em cada objeto isolado de sua classe, e estuda a interligação de objetos soltos em um todo, dentro do sistema e da sua constituição" (Davydov, 1982, p. 307-308, grifos do autor, tradução nossa).

No Materialismo Histórico-dialético, a integridade objetiva que existe por meio de conexões de coisas singulares é chamada de concreto, sendo assim unidade do diverso. A principal diferença entre conceitos teóricos e representações gerais é que os conceitos reproduzem o desenvolvimento, o processo formativo do sistema, da integridade, do concreto, e revelam as peculiaridades e conexões dos objetos singulares. Davidov (1982, p. 308-309) menciona que a principal diferença entre conceitos teóricos e as representações gerais está em que os "conceitos reproduzem o desenvolvimento, o processo formativo do sistema, da integridade, do concreto, e somente assim revelam as peculiaridades e conexões dos objetos singulares".

Davidov mostra a correlação entre os níveis de conhecimento empírico e teórico:

[...] Historicamente, o primeiro precedeu o segundo, e ainda hoje continua a ser a forma predominante da experiência cotidiana dos homens. O pensamento empírico subsiste em alguns ramos do conhecimento que se ancoram no estágio de mera descrição de objetos. Em particular, até hoje a psicologia pedagógica e a didática são guiadas por esse modelo de pensamento, ao orientar a prática de massa da educação escolar. O

pensamento empírico tem sua matéria e suas regularidades, que encontraram parcialmente sua expressão em algumas teses da lógica formal tradicional (Davýdov, 1982, p. 309, grifos do autor, tradução nossa).

Para o autor, o pensamento teórico também tem uma origem antiga, pois deriva da atividade prática-objetiva à qual está ligada a realidade sensorialmente dada. O pensamento teórico, e não o pensamento empírico, realiza as possibilidades cognoscitivas que a prática sensório-objetivo abre aos seres humanos em sua essência experimental das conexões gerais da realidade.

O pensamento teórico "recolhe" e idealiza o aspecto experimental da produção, atribuindo-lhe, primeiro, a forma de experimento cognitivo-sensorial-material, e depois de experimento mental realizado na forma de conceito e pelo conceito. É verdade que demorou um tempo considerável para que o pensamento teórico adquirisse sua soberania e sua forma atual no processo de desenvolvimento histórico da produção e da ciência (Davýdov, 1982, p. 309-310, grifos do autor, tradução nossa).

O pensamento teórico tem conteúdo próprio e especial, diferente do conteúdo inerente ao pensamento empírico. No seu processo de formação, o pensamento teórico "assimila os aspectos e os meios positivos do pensamento empírico" (Davýdov, 1982, p. 310). Os procedimentos de coleta de dados e processamentos de dados reais no sistema de pensamento teórico científico também se diferem da etapa empírica do conhecimento, visto de uma forma historicamente independente.

O caráter científico está ligado à mudança do tipo de pensamento projetado por todo sistema de ensino, que ocorre desde os primeiros anos de escolarização nas bases do pensamento teórico, que visa à atitude criativa do homem em relação à realidade (Davydov, 2017).

Assim, o objetivo do pensamento teórico é revelar a essência do objeto, isto é, como ocorreu seu desenvolvimento conceitual lógico historicamente. Para isso, o pensamento teórico encontra fatos experimentais e informações de observações em um sistema e os consolida, reunindo os aspectos mental e sensorial em unidade, ou seja, em um processo único de estudo da formação de um sistema integral.

Davidov (1988) relata que a atividade de estudo do aluno contempla os conceitos da Teoria da Atividade propostos por Leontiev (1978), e assim sintetiza que:

[...] a necessidade da atividade de estudo estimula os estudantes a assimilar os conhecimentos teóricos; os motivos, a assimilar os procedimentos de

reprodução desses conhecimentos por meio das ações de estudo, dirigidas a resolver as tarefas de estudo (lembramos que a tarefa é a unidade do objetivo da ação e das condições para alcançá-lo) (Davydov, 1988, p. 178).

Davidov (1982) nos auxilia na compreensão e defesa da formação do pensamento científico e teórico nos alunos desde os primeiros anos escolares, devido a ser a partir dos conteúdos e dos métodos de ensino que se estabelece a relação entre ensino e aprendizagem, base para a formação do pensamento teórico em Matemática em atividade de ensino.

Davydov (2017, p. 211) relata que, para substituir a escola tradicional que é pautada na educação de modelo europeia, consolidada no surgimento do capitalismo, já não “corresponde a revolução técnico-científica de nossos dias”. A permanência deste sistema escolar, parte dos objetivos sociais, meios e vias de uma educação com vias de formação das capacidades psíquicas do homem para o alcance do modo de produção capitalista.

Essa escola tradicional tinha como finalidade social a formação dos filhos dos trabalhadores, dispendo de conhecimentos e habilidades necessários e suficientes para uma futura profissão. Essa educação de massa tinha como prioridade que estes, na vida adulta, substituíssem postos de trabalho no campo industrial. A escola primária era a única etapa da educação ofertada, a qual se preocupava com a alfabetização elementar, ou seja, “saber ler, escrever, contar, e ter ideias elementares sobre o meio circundante”, ensinar o conteúdo “utilitário-empírico” (Davydov, 2017 p. 212).

Na escola tradicional, segundo Davidov (2017), o caráter científico é apenas declarado e compreendido de forma empírica e não dialeticamente, ou seja, como procedimento especial de reflexo mental da realidade por meio da ascensão do abstrato e concreto. Ascensão essa que está ligada à formação de abstrações e generalizações de tipo não só empírico, mas também teórico. Tal generalização não se apoia na comparação de coisas formalmente iguais, mas na análise da relação essencial do sistema estudada e sua função dentro do sistema. Os meios de formação das abstrações, generalizações e dos conceitos teóricos são diferentes daqueles do pensamento empírico. Concomitantemente, o pensamento teórico supera e assimila os momentos positivos do empírico (Davydov, 2017).

Davidov (2019) considera insuficiente o que a escola tradicional passa para os alunos, como informações e fatos isolados. Na organização da escola soviética espera-se a formação de um novo homem, pois os alunos aprendem com autonomia científica e pensam dialeticamente mediante um ensino desenvolvimental.

O conceito científico, por ser científico, implica certa posição no sistema dos conceitos que determina sua relação com os demais conceitos. A essência de todo conceito científico foi definida agudamente por Marx: "se a forma de manifestação e a essência das coisas coincidissem, toda ciência seria supérflua". O conceito científico seria desnecessário se refletisse o objeto em sua manifestação externa, como faz o conceito empírico. Por isso, o conceito científico pressupõe necessariamente a existência de relações entre os conceitos, isto é, um sistema de conceitos. Neste sentido, poderíamos dizer que qualquer conceito deve ser tomado junto com todo o sistema de suas relações de generalidade, que determina seu próprio grau de generalidade, assim como uma célula deve ser tomada junto com todas as suas ramificações, através das quais se entrelaça com o tecido geral (Vygotski, 2007, p. 319).

A formação e generalização do conceito está na compreensão do processo de conhecimento, ensino, aprendizagem e da atividade de estudo que tem como objetivo principal a formação do pensamento teórico científico do aluno. Para que isso aconteça, o professor deve tomar um determinado objeto de conhecimento como conteúdo de ensino e aprendizagem, investigando o aspecto nuclear, pois aparece as relações fundamentais de sua gênese e transformação histórica, assim, o professor estrutura e organiza a atividade de estudo do aluno, de modo que ele realize abstrações e generalizações sendo capaz de utilizá-las na análise e solução de problemas específicos da realidade envolvendo o objeto.

A noção de generalização parte de Marx, em que a teoria é um modelo idealizado que articula em si o geral e o particular, como uma célula que define as características essenciais de um tema a partir da qual se desenvolve um sistema de conceitos. Vygotski relata:

A tomada de consciência está baseada na generalização dos próprios processos psíquicos, o que leva ao seu domínio. Neste processo desempenha papel decisivo, antes de tudo, a instrução. Os conceitos científicos, ao relacionar-se de um modo totalmente diferente com o objeto, mediados por meio de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de inter-relações, constituem o âmbito no qual a tomada de consciência - isto é, sua generalização e domínio - surge pela primeira vez (Vygotski, 2007, p. 315).

Davidov descreve a generalização conceitual como um processo de idealização que permite ao sujeito reproduzir mentalmente a atividade material e realizar experimentos e transformações mentais. Os conceitos, criados social e historicamente, são manifestados nas formas particulares dos objetos na atividade prática e real dos seres humanos.

O indivíduo deve atuar e produzir as coisas segundo os conceitos que, como normas, já existem anteriormente na sociedade, ele não os cria, e sim os capta, apropria-se deles. Só então se comporta humanamente com as coisas. Como norma da atividade, no ensino o conceito atua, para os indivíduos, como primeiro em relação às suas diversas manifestações particulares. Como algo universal, este conceito é o modelo original (protótipo) e a escala para avaliar as coisas com as quais o indivíduo se encontra empiricamente (Davidov, 1988, p. 75).

Aprender o conceito de número como uma expressão geral das relações de quantidade é algo crucial para que o aluno lide com diferentes tipos de números e suas relações. O pensamento empírico permite apenas a compreensão das características externas dos objetos, que podem ser descritas e quantificadas, mas não revela suas conexões internas e essenciais.

O nível mais avançado do processo de conhecimento é o pensamento teórico, cujo conteúdo é a existência mediada do objeto, refletida e essencial, reproduzindo sua forma universal e teoricamente generalizada. Diferente do conhecimento empírico, o conhecimento teórico não procura semelhanças externas aparentes entre objetos de uma mesma classe, mas sim revela as inter-relações e características de objetos aparentemente isolados, destacando seus vínculos e contradições. Davydov (1999, p. 126) explica o conhecimento teórico:

O conhecimento que representa as inter-relações entre o conteúdo interno e externo do material a ser apropriado, entre aparência e essência, entre o original e o derivado, é chamado conhecimento teórico. Tal conhecimento somente pode ser apropriado pelo aluno se ele for capaz de reproduzir o verdadeiro processo de sua origem, recepção e organização, isto é, quando o sujeito pode transformar o material. Nessa condição, o material de estudo adquire um propósito orientado para a aprendizagem, pois há uma intencionalidade de reproduzir atos que outrora levaram pessoas a descobrir e conceituar um determinado conhecimento teórico (Davydov, 1999, p. 126).

Neste contexto, o pensamento teórico que reflete a existência mediada e essencial dos objetos é crucial. Ele não se limita às semelhanças externas, mas busca

compreender as inter-relações e traços dos objetos, destacando seus vínculos e contradições. Em essência, o conhecimento teórico possibilita uma compreensão mais profunda e completa dos conceitos, indo além da mera aparência e revelando as conexões internas e essenciais que fundamentam a realidade. Essa conclusão amarra os conceitos discutidos, enfatizando a progressão do pensamento empírico ao teórico e a importância da idealização e generalização conceitual na compreensão aprofundada dos objetos e conceitos.

2.3 O surgimento do termo Pensamento Computacional ao longo do desenvolvimento e implantação da Computação na Educação

Nesta seção, iremos abordar quais foram as influências internas e externas que serviram de referência para a implantação e desenvolvimento de estudos voltados à área computacional na educação brasileira. Temos como ênfase meados do século XX e início do XXI no Brasil, e, para início da exposição, temos como ponto de partida o movimento de dois países que foram pioneiros fundamentais na implementação de computadores na educação, os Estados Unidos da América (EUA) e a França. Porém, não há como compreender esse desenvolvimento sem entender também o que significa Computação, seu objeto, e sua solidificação no campo científico, e quais implicações são reflexo dos projetos educacionais e políticas públicas que formam o ensino da computação, tão em voga e obrigatório nas escolas nos dias atuais.

Diversas foram as tentativas, e muitas bem-sucedidas, de criar máquinas à imagem e semelhança da inteligência humana. Há registros de primeiros autômatos desde a Grécia, no Egito (Alexandria), no mundo árabe, na Europa e no Oriente, entre os séculos III a.C e XVIII (Castro, 2014). Podemos destacar ao longo de todos esses séculos que a invenção mais bem sucedida na tarefa de imitar a inteligência humana foi a criação do computador; dispositivo capaz de executar operações lógicas e processar dados.

De início, buscamos nas pesquisas de Demerval Bruzzi (2016, p. 477), indícios de que a humanidade, ao se desenvolver e construir seus instrumentos e ferramentas, também as trazia para auxiliar no processo educativo. O autor ressalta que a educação desde os primórdios, de alguma forma, sempre utilizou a tecnologias em

seu cotidiano. Relata, como exemplo, o uso do Horn-Book (figura 2) em 1650, uma madeira com letras impressas que auxiliava as crianças a lerem e a escrever e o Ferule, de 1850, (figura 2), como “uma espécie de espeto de madeira mais grosso, que servia como apontador/indicador”, também usado como palmatória.

Figura 2 - Tecnologias da educação Horn-Book (esquerda) e Ferule (direita)



Fonte: Bruzzi (2016, p. 477)

O surgimento de novas tecnologias gerou novas necessidades, o que levou a humanidade a elaborar novos processos de impressão de imagens e, a expansão da escrita a outras camadas da sociedade. Destacamos, dentre diversas ferramentas tecnológicas apropriadas e muito bem aproveitadas para melhoria do ensino-aprendizagem, a caneta esferográfica, a calculadora e, atualmente, os computadores (Valente, 1993; 1997).

Antes de chegar aos computadores que conhecemos hoje, precisamos compreender que foram necessários muitos estudos para chegar a ferramentas tecnológicas que armazenam um grande volume de informações na memória, em um pequeno dispositivo podendo ser facilmente acessado em curto espaço de tempo. O primeiro computador mecânico é a Máquina Analítica de Charles Babbage (1791-1871), que foi apresentada no ano de 1837. Sua funcionalidade era realizar cálculos

matemáticos. Foi estudada por Ada Lovelace (1815-1852), que produziu o então considerado primeiro programa de computador em 1843.

Na década de 1940, nos EUA, o desenvolvimento da computação tinha como objetivo especializar os militares com o uso de ferramentas audiovisuais durante a Segunda Guerra Mundial (Sena *et al.*, 2022). Chamamos a atenção para o incentivo e os estudos sobre uso de computadores na educação dos EUA serem considerados independente do governo. Somente em 1946 surgiu o primeiro computador eletrônico do mundo, o Electronic Numerical Integrator Analyzer and Computer (ENIAC), desenvolvido e utilizado para fins militares.

A concepção que os computadores podem ser usados para ensinar também é resultante da diversidade de programas educacionais produzidos. Entretanto, com o passar dos anos essa concepção está se alterando. Valente (1993) destaca a invenção da máquina para corrigir testes de múltipla escolha, em 1924, por Sidney Pressey. Essa foi considerada a primeira máquina de ensinar, que posteriormente foi aprimorada por Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) no início de 1950, enquanto professor da universidade de Harvard, ao propor uma máquina para ensinar usando o conceito de instrução programada.

Segundo o psicólogo Skinner (1938), o Behaviorismo Radical compreende que as consequências dos comportamentos para os organismos é que são determinantes, são elas que produzem estímulos reforçadores para os organismos, acarretando que os comportamentos tenham uma probabilidade de ocorrência aumentada. No caso de os estímulos serem aversivos, os comportamentos tendem a diminuir a frequência.

Esse modelo de ensino consistia em dividir o material (conteúdo) a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados e denominados módulos, de modo que todas as respostas e comportamentos fossem seguidos de um estímulo reforçador. Cada fato ou conceito era apresentado em módulos sequenciais, e cada um desses terminava com uma questão que o aluno deveria responder preenchendo espaços em branco ou escolhendo a resposta certa entre as diversas alternativas apresentadas. O estudante ao ler o fato ou conceito era imediatamente questionado. Caso a resposta estivesse correta o aluno poderia passar para o próximo módulo, caso contrário, se a resposta estivesse errada, a resposta considerada correta era fornecida pelo programa ou o aluno era orientado a rever módulos

anteriores ou a realizar outros módulos, visando remediar o processo de ensino (Chiesa, 2006).

De acordo com a proposta de Skinner, a instrução programada, muito usada durante o final de 1950 e início dos anos 60, era apresentada na forma impressa. Entretanto, nunca se tornou muito popular, dificultada pelo fato de ser muito complicado a produção do material instrucional, além dos materiais existentes não possuírem nenhuma padronização.

A inserção do computador nas escolas é resultado de uma pressão pelo desenvolvimento tecnológico e pela competição das empresas que produzem **softwares** para educação, o que na maioria das vezes não tinha correspondência alguma com preocupações pedagógicas. Entretanto, na década de 1970, inicia-se um investimento direcionado à informática na educação nos EUA, com um número bem pequeno de escolas que utilizavam computadores como recurso educacional, a maior dificuldade se dava no espaço físico necessário, já que as máquinas não eram portáteis. Ao contrário das universidades, as quais já dispunham de muitas experiências com uso focado na educação (Valente, 1997).

Com o advento do computador, notou-se que os módulos do material instrucional poderiam ser apresentados por este com grande flexibilidade. Assim, durante o início dos anos 60, diversos programas de instrução foram implementados no computador. Nascia a instrução auxiliada por computador - *computer aided instruction*, - também conhecida como CAI.

Essa instrução auxiliada por computadores foi produzida por empresas como IBM, RCA e Digital, que investiram em grandes produções para comercialização. Devido ao alto custo, o uso dos CAI continuou restrito às universidades. Podemos fazer uma comparação das CAIs no Brasil com as PEC (Programas Educacionais por Computador) (Valente, 1993, 1997). O CAI de maior sucesso ficou conhecido como PLATO, esse programa de 1970 foi produzido pela Universidade de Illinois, e implementado em um computador de grande porte composto de terminais sensíveis ao toque e vídeo, com alta capacidade gráfica.

Para discutir acerca de questões de ordem pedagógica sobre os CAI, foi realizada em 1975 a conferência Ten-Year Forecast for Computer and Communication: Implications for Education. Esperava-se, diante dos trabalhos

apresentados, que o foco estaria em torno do uso de sistemas computacionais para facilitar uma reforma total do sistema educacional, como Minsky (1977), Papert (1977), e Dwyer (1977). Mas os participantes estavam mais interessados em apresentar seus produtos do que em discutir os propósitos da educação (Valente, 1993).

Na década de 1970, os computadores pessoais ganham o mercado, marcas como Apple e Commodore ganham destaques, entretanto poucas pessoas tinham o conhecimento específico dos fundamentos de programação.

A diversidade de marcas e modelos de computadores incentivou o desenvolvimento de vários CAIs, como jogos educacionais, programas e avaliações. O foco dos CAIs estava nas áreas de matemática, ciências, leitura, artes e estudos sociais, sendo por muitas vezes divulgados como ferramentas de resolução de problemas e de produção de texto. Tal entendimento fez com que os computadores assumissem um papel de mudança na educação, possibilitando a criação de ambientes de aprendizagem como o Logo (Valente, 1997).

A linguagem de programação logo foi desenvolvida por Seymour Papert, Cynthia Solomon e Wally Feurzeig em 1967. O seu objetivo era prover compreensão e desenvolvimento do pensamento de acordo com o funcionamento da linguagem computacional de movimentos do robô (tartaruga gráfica), que se locomovia de acordo com as respostas dos comandos do usuário. Papert propôs o “Construcionismo”, que se baseava na teoria de aprendizagem a partir das competências do computador, para a qual se inspirou em Piaget por meio do construtivismo, teoria que visa o estudante como protagonista da construção de seu conhecimento (Massa *et al.*, 2022).

Por ser de uso restrito a grandes computadores nas universidades, professores e crianças deslocavam-se até o ambiente universitário para utilizar. Foi somente de 1983 a 1987 que o Logo se popularizou nas escolas, devido ao uso dos microcomputadores. A utilização desse recurso levou a uma disseminação e produção de materiais para seu uso como livros, publicações e conferências (Valente, 1997).

Mesmo com o uso, na década de 90, dos computadores nos EUA na educação básica e superior, não houve uma mudança pedagógica significativa na educação do país (Valente, 1997). Algumas mudanças na concepção do uso dessas ferramentas tecnológicas na educação foram na direção de que seu uso não mais se restringiria

ao de uma máquina de ensinar, passando a ser considerado uma ferramenta de complementação e aperfeiçoamento para o ensino.

Desde a década de 1960 até os anos 2000, com maior intensidade, houve uma profunda e rápida alteração do modo de vida dominado por novas tecnologias. A popularização dos computadores nas escolas e a redução dos custos de produção levou a comercialização dos microcomputadores, alterando sua função de instrumento científico ao longo dos anos, que tinha propósito específico e precisava ser reprogramado a cada nova tarefa para elemento de lazer e diversão a partir dos anos 2000.

Com o transcorrer do tempo, a necessidade de reconhecer o *hardware* e *software* foi descaracterizada. Muitas dessas mudanças devem-se ao uso da Internet, o que chamou a atenção de diversos pesquisadores sobre educação básica sobre a necessidade de orientar o uso. Os acessos às bases de dados precisam de referências antes, durante e depois das suas buscas (Valente, 1993; 1997).

Se por um lado houve o incentivo ao uso dos computadores e *softwares* com fins educacionais, por outro lado, a formação de professores voltada para o uso pedagógico do computador nos EUA não aconteceu de maneira sistemática e centralizada como, por exemplo, aconteceu na França. Outro motivo que nos leva a fazer um paralelo entre esses dois países e compreender o desenvolvimento e a inserção de tecnologias e metodologias correspondentes a essas invenções.

Nos EUA, assim como no Brasil, destacamos que os professores foram mobilizados a utilizarem ferramentas tecnológicas e para isso foram treinados sobre as técnicas de uso de *software* educativo lançado e inserido em sala de aula, ao invés de participarem de um profundo processo de formação. Esse formato de concepção educacional e de formação continuada de professores tornou-os tão usuários quanto seus alunos.

Ao mencionarmos informática na educação, a França foi o primeiro país do ocidente a se preparar para o desafio do seu uso, o que serviu como referência para o resto do mundo. A política pública de informatização na educação teve uma luta tanto na produção do *hardware*, de *software* e na formação das novas gerações para o domínio e produção de tal tecnologia. Essa organização esteve também planejada em termos de público-alvo, materiais, *software*, meios de distribuição, instalação e

manutenção do equipamento nas escolas, o que corroborou com uma preparação e formação de professores (Valente, 1997).

Equivalente aos CAI nos EUA, nos anos 60 e 70, os *softwares* empregados em educação na França se caracterizaram como EAO (Enseignement Assisté par Ordinateur), inspirados na teoria comportamentalista e no condicionamento instrumental (estímulo-resposta de Pavlov-Watson). A disseminação do Logo na educação francesa se deu somente nos anos 80, devido a essa ferramenta se opor às bases conceituais do EAO.

A busca pela integração entre ferramentas computacionais e o processo pedagógico, com intuito de preparar e capacitar os alunos para o uso da tecnologia da informática, ficou evidente em 1985 no terceiro plano nacional, *Informatique pour Tous* (1985), houve maior proliferação da informática no âmbito das instituições escolares (Valente, 1997). Entretanto, teve maior propagação na década de 90 com a utilização dos microcomputadores nas escolas francesas. As salas de aulas de disciplinas tais como Física, Química, História-Geografia, foram equipadas com computadores, interfaces e *softwares* específicos, permitindo a realização de experiências assistidas por computador.

Foram diversos planos nacionais para que todas as escolas de educação básica possuíssem equipamentos computacionais, porém o movimento de formação pedagógica não acompanhou como era inicialmente preconizado, o que levou a retirar o ensino da informática empregando o ensino da robótica pedagógica a partir dos anos 2000 (Valente, 1997).

Destacamos que, ao longo da trajetória do ensino de informática nesses dois países que foram referência no campo da educação, ocorreu uma mudança pedagógica, cada qual com suas especificidades. Entretanto, houve um direcionamento que saiu da produção de *softwares* cada vez mais inteligentes e robustos para "automatizar a instrução" para a produção de *softwares* que facilitam o desenvolvimento de atividades colaborativas e auxilia no desenvolvimento de projetos baseados na investigação.

Nasceu nesse momento a preocupação com a interação humano-computador, em que centros de pesquisa da Xerox e da RAND, por exemplo, realizam pesquisas buscando a realização de atividades mediadas pelo computador ao invés de o

computador ser a ferramenta tecnológica que assume o controle do processo de ensino.

Ao apresentar o histórico brasileiro, temos que o ensino da computação ganhou forças em várias universidades, principalmente as públicas, com os experimentos e desenvolvimentos de *softwares* educacionais. Destacam-se, na década de 1970, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por utilizarem computadores com uso direcionado para o ensino de física, já a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com o Núcleo de Tecnologia Educacional para Saúde e o Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional (NUTES/CLATES), utilizava computadores para estudos e ensino de química. Além disso, em 1971, a Universidade de São Paulo (USP) e a UFRJ estabeleceram conexões via modem entre as duas instituições pela primeira vez no país. Essas pesquisas e ações entre universidades mobilizaram, em 1973, a Primeira Conferência Nacional de Tecnologia Aplicada ao Ensino Superior, em que se discutiu a importância e necessidade de informática e educação fazer parte da educação e da cultura (Valente, 1997; Moraes, 1997; Almeida; Valente, 2019; Siqueira *et al.*, 2022).

Nossa exposição, não poderia deixar de destacar nossa maior referência nos estudos de computadores na educação, o pioneiro Prof. Dr. José Valente, que desenvolveu seu primeiro *software* educacional em 1975, voltado para o ensino de programação da linguagem BASIC. Esse *software* fez parte do Projeto Multinacional para a Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática, financiado pela Organização dos Estados Americanos (OEA) em parceria com o MEC, e coordenado pelo Prof. Ubiratan D'Ambrósio, então diretor do IMECC-Unicamp. O *software* foi utilizado com alunos de pós-graduação em Educação no curso de Mestrado para professores de Matemática e Ciências do ensino médio, de diferentes países da América Latina e Caribe. Essas ações culminaram, em 1975, na elaboração do *documento Introdução de Computadores no Ensino do 2º grau*, financiado pelo Programa de Reformulação do Ensino (PREMEN/MEC), mesmo ano em que aconteceu a visita de Papert e Minsky ao país para implementar as primeiras ideias do Logo (Valente, 1997).

Na década de 1980, ocorreu o Primeiro seminário Nacional de Informática na Educação, na Universidade de Brasília (UnB), possibilitando a participação e trocas de pesquisadores nacionais e internacionais. Na sua segunda edição, que ocorreu na

Universidade Federal da Bahia (UFBA), consolidaram-se estudos para o desenvolvimento de projetos de informática na educação pelo país (Siqueira *et al.*, 2022, Valente, 1997).

Após esses encontros, vários outros projetos foram desenvolvidos como o EDUCOM, primeiro plano público a tratar da informática educacional. Esse projeto visava a uma política nacional de informática na educação e tinha como foco a elaboração de políticas públicas fundamentadas a partir de pesquisas com escolas públicas no Ensino Médio. Nos anos de 1986, o Ministério da Educação (MEC) criou o Comitê Assessor de Informática na Educação e, a partir dele, o Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de primeiro e segundo graus, que implantou vários Centros de Informática Educativa pelo país entre 1988 e 1989, de modo a ampliar o uso de informática nas escolas públicas (Valente, 1997).

Com a solidificação dessa área na educação brasileira, podemos destacar outras diferenças ao comparar com França e EUA. No Brasil, há uma descentralização das políticas devido à inserção e aperfeiçoamento não serem produto somente de decisões governamentais, como na França, nem consequência direta do mercado como nos EUA. Outra diferença entre o cenário brasileiro e o dos outros dois países é a fundamentação teórica das políticas, propostas pedagógicas da informática e o papel que o computador deve desempenhar no processo educacional.

Os Centros de pesquisas do EDUCOM compreendiam que, ao criar ambientes educacionais, o papel do computador como recurso facilitador do processo de aprendizagem era o de provocar mudanças pedagógicas profundas, ao invés de somente "automatizar o ensino", ou seja, preparar o aluno para ser capaz de trabalhar com o computador (Valente, 1997). Em 1989, o Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE) foi criado para incentivar a capacitação contínua e permanente de professores, técnicos e pesquisadores no domínio da tecnologia de informática educativa, em todos os níveis e modalidades de ensino (Siqueira *et al.*, 2022).

Foram esses projetos que corroboram para que, em 1990, o MEC elaborasse o Primeiro Plano de Ação Integrada (PLANINFE). Esse programa visava ao incentivo e a capacitação contínua e permanente de professores, técnicos e pesquisadores no domínio da tecnologia de informática educativa. Posteriormente, em 1997, o programa

foi ampliado e ganhou um novo nome, Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), com intuito de promover o uso da tecnologia como ferramenta de enriquecimento pedagógico no ensino público de níveis fundamental e médio, a partir da formação de professores, compra e distribuição de computadores interligados à Internet. Essas e outras políticas de desenvolvimento de ensino e aprendizagem de computação na educação no Brasil no século XXI refletem os resultados de pesquisas e experiências do ensino de informática desde a década de 1980 (Siqueira *et al.*, 2022).

A mudança que aconteceu diante do “o que é Computação” nas últimas décadas, parte de um movimento científico que ganha corpo e forma na própria Sociedade Brasileira de Computação (SBC), que, por ter representatividade em órgãos e conselhos governamentais, elabora e desenvolve documentos oficiais. Trazemos desde os Currículos de Referência para cursos de Graduação Plena em Computação, Informática e Engenharia de Computação e Graduação Plena em Análise de Sistemas e Processamento de Dados (CR91), com registro a partir de 1991, os quais ainda não apresentavam uma definição de área em seu escopo, preocupavam-se em abordar o currículo, focando nas matérias essenciais (disciplinas) de ciência e tecnologia para o curso de computação, ao justificarem que a prioridade estava em visar um curso de boa e sólida formação básica. O CR91 visava a uma formação sem elos com a ciências humanas e sociais, na qual os egressos teriam que desenvolver sistemas computacionais que iriam influenciar futuramente as relações do homem e organizacionais do país.

Em 1996, um novo CR para cursos de Graduação em Engenharia de Computação, Bacharelados em Computação, Informática ou Ciência da Computação foi desenvolvido, substituindo o CR91. O CR96 sistematizou o que era Computação como sendo:

[...] o corpo de conhecimento a respeito de computadores, sistemas de computação e suas aplicações. Esta área possui componentes teóricos, experimentais e de modelagem. A teoria é essencial para o desenvolvimento de modelos e para o entendimento dos dispositivos de computação e do conceito de programa. A área experimental trata do desenvolvimento e teste de sistemas de computação. Modelagem inclui métodos de projeto, análise, avaliação e verificação de sistemas (SBC, 1996).

O CR96 introduziu matérias no currículo inexistentes no anterior, como as matérias de Interfaces Homem-Máquina, Computadores e Sociedade e Informática na Educação, reconhecendo a importância do conhecimento dos temas pelos egressos para resolver problemas do mundo, pois estes tinham um papel transformador do mercado, provocando novas mudanças por meio da tecnologia. Nesse CR, também introduziram a matéria de Formação de Empreendedores de Informática, já tendo indícios de mercantilismo, com temas focados nos mecanismos e em procedimentos para criação de empresas de computação.

Em 1999, a SBC apresentou uma nova CR e um novo escopo da área da Computação ou Informática como o corpo de conhecimento a respeito de computadores (como ferramenta para construção do conhecimento); sistemas de computação e suas aplicações (permitindo o uso com eficiência das máquinas); englobando “aspectos teóricos, experimentais, de modelagem e de projeto” (CR99, p.1). Os cursos da área foram organizados como os que têm a computação como atividade-fim (de especialidade), atividade-meio (atuação multidisciplinar), e os cursos de Licenciatura em Computação. Porém, o documento tinha como prioridade os cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação. O CR99 se manteve em concordância com as Diretrizes Curriculares (Brasil, 1999), englobando os cursos Bacharelado em Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação e Cursos Superiores de Tecnologia, como atividade meio e fim, aparecendo também pela primeira vez na formação humanística, visando a que o formando tenha dimensão humana dos sistemas de informação, proporcionada por um elenco de matérias escolhidas entre Ética, Sociologia e Filosofia, mas não demonstrava a relação dessas disciplinas com o restante do curso, cobrindo apenas de forma geral o currículo.

Somente em 2002, a SBC lançou um CR específico para Licenciatura em Computação, mantendo o escopo dos CF anteriores e trazendo o curso como princípio de investigação a resolução de problemas humanos, complexos e relacionados a outras áreas, tendo estabelecido avanços e transformação da sociedade. Trouxeram a concepção do curso de formar docentes em computação com foco na formação especializada e multidisciplinar de modo a contemplar a educação básica nos anos

finais do ensino fundamental e médio, e educação profissional para as demandas produtivas do trabalho de formação geral e especializada.

Em 2005, a SBC lançou um novo CR. Conhecido como CR2005, que foi mantido para os cursos de Ciências e Engenharia da Computação como atividade-fim, nos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação como atividade-meio e nos cursos de Licenciatura em Computação. O perfil dos egressos dos cursos de graduação em computação era dividido em três componentes, como Aspectos Gerais, Aspectos Técnicos e Aspectos Ético-Sociais. Os Aspectos Gerais visavam a uma formação humanística, possibilitando a compreensão do mundo e da sociedade, além das habilidades do trabalho em grupo, comunicação e expressão. O Aspecto Técnico, visava aos conhecimentos técnicos, mas variando de acordo com cada curso. E quando se tratava dos Aspectos Éticos e Sociais os egressos deveriam respeitar os princípios éticos, além de ter um senso crítico e consciência dos impactos da área na sociedade.

O escopo do que é Computação se manteve nos CR da SBC de 1999, 2002 e 2005. Os Currículos de Referência propostos pela SBC de 1996 a 2005 definiram o perfil do egresso (ou do profissional) com uma forte caracterização técnica e ética-social. Além do mais, o foco centrava-se na definição de conteúdo (ou matérias) a serem oferecidos pelos cursos, deixando que cada um estabelecesse em seu projeto didático-pedagógico. Por mais que a escolha estivesse desde a forma como tais conteúdos seriam ministrados em abrangência e profundidade, a fim de que as características definidas no perfil do egresso fossem atingidas, destacamos que o CR de 2005, de 16 páginas, contém em 12 dessas uma listagem e relação das matérias, que apresenta os conteúdos de forma detalhada e completa.

O documento CR de 1999 (SBC, 1999), mesmo trazendo competências e habilidades no perfil do egresso, as técnicas produzidas e desenvolvidas pelas ciências eram compreendidas como transformadoras da sociedade, que, ao ser tecnologizada, transforma a própria ciência. Esse conceito foi reformulado no documento posterior, de 2005, que já trazia indícios como o tópico de Construção de Currículo.

O ano de 2017 foi marcado por diversos ataques à educação. Pontuamos que o país estava em um momento de instabilidade política o que ocasionou tensões que

culminaram na concretização de diversas políticas públicas controversas como a aprovação da BNCC, a Reforma do Ensino Médio, a dissolução do Fórum Nacional de Educação (FNE) e o anúncio de uma nova Política de Formação de Professores.

Os ataques não se restringiram a essa esfera como também aos fundos financiadores, com cortes crescentes em investimentos na área, o que colocou em risco o Plano Nacional de Educação (PNE) e o Fundo de Manutenção da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb). Em 2017, a SBC elaborou os Referencias de Formação em Computação (RF) (Zorzo, *et al.*, 2017) para cada curso constante nas DCNs (2016), como Ciências da Computação, Engenharia da Computação, Engenharia de Software, Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação, e os cursos de graduação tecnológicos. Esse documento é um conjunto de documentos norteadores para a coordenação dos cursos para elaboração dos projetos pedagógicos. Para os cursos citados, o RF apresenta o que eles oferecem para a sociedade, os aspectos da formação, perfil do egresso, eixo de formação e as competências que cada curso deve oferecer de acordo com as DNCs (2016), além dos estágios, atividades complementares e trabalho de conclusão de curso.

Os RFs não são currículos, mas sim um material de consulta para elaboração dos currículos de acordo com cada coordenação de curso, considerando os aspectos institucionais e regionais juntamente com as DNCs (2016). Os RFs foram estruturados considerando o perfil esperado dos egressos, o objetivo geral dos cursos, os eixos de formação e as competências a serem desenvolvidas nos conteúdos específicos.

A reelaboração dos RFs, em 2017, trouxe uma abordagem que mudou o paradigma da estrutura dos Currículos de Formação, o que era uma orientação usual dos conteúdos que deveriam ser assimilados pelos alunos foi alterada para uma orientação das competências do que se espera do egresso (Araújo *et al.*, 2019). Um novo complemento dos RFs de 2017 foi lançado em 2019, em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2016b). A elaboração considerou as noções de competências, com os benefícios do curso para a sociedade e o perfil do egresso focado na resolução de problemas, empreendedorismo e habilidades, seguindo a visão atualmente mais recomendada para estruturação de currículos, métodos de ensino e aprendizagem, e métodos de avaliação. Assim, definindo um conjunto de competências e habilidades típicas dos cursos da área de computação (a partir da

própria definição do perfil dos egressos dos cursos), relacionando explicitamente os conteúdos que podem ser úteis no desenvolvimento de tais competências.

Esse complemento de 2019 (Araújo *et al.*, 2019) refere-se às competências Atitudinais presentes na DCN (2016), acrescentando apenas isso ao documento anterior. Em seu texto, relata as atitudes esperadas dos egressos de todos os cursos na área de computação, enquanto, no documento anterior (RF 2017), apresentava as competências que expressam o conhecimento e habilidades esperadas para os egressos. A articulação e estruturação das competências foram estabelecidas em eixos temáticos de formação como o Relacionamento com a Sociedade e Meio Ambiente; Comunicação; Relacionamento Interpessoal; Relacionamento Organizacional; Ética; e Caracterização Intrapessoal. O documento ainda mostra que esses eixos têm como objetivo capacitar o egresso em competências atitudinais genéricas que são relacionadas às diversas competências derivadas, que determinam a necessidade de serem desenvolvidas em atividades de ensino-aprendizagem específicas em cada curso.

Em 2019, publicou-se a Diretriz da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica da SBC. O documento apresenta a Computação como uma área consolidada e independente e específica a Computação como uma ciência que investiga processos de informação, “desenvolvendo linguagens e técnicas para descrever processos existentes e também métodos de resolução e análise de problemas, gerando novos processos” (Ribeiro, *et al.* 2019, p. 3), devido à necessidade de que todos dominem seus fundamentos. Para a computação, o “ pilar fundamental para solução problemas é a abstração”, pois dado um problema a ser resolvido devemos entendê-lo de modo a solucioná-lo com clareza; enquanto a matemática “provê uma linguagem formal e universal”, o que faz com que se possa desenvolver diferentes tipos de modelos (Ribeiro, *et al.* 2019, p. 3).

Com visão de desenvolver as habilidades dos alunos e trazer maior integração entre cursos, esse documento pareceu às políticas neoliberais expressas nas Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC (2021). O documento mudou ao discutir a alteração do mercado e dos postos de trabalho, frente à emergência da Quarta Revolução Industrial. Para isso, trouxe para a sua estrutura a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização das Nações Unidas para a

Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), com dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) e documentos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ou Econômico (OCDE). Tal alinhamento fica evidente ao mencionarem que no Fórum Econômico Mundial de 2020 elaborou-se o relatório *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution* (World Economic Forum, 2020):

O relatório identificou oito “características críticas nos conteúdos e nas experiências de aprendizagem” e ilustrou analisando 16 escolas, iniciativas e sistemas educacionais em diferentes países que lideram esse processo. Entre as 8 características críticas está o domínio de habilidades digitais, entendidas como a capacidade de compreender as tecnologias digitais, analisar criticamente seus diferentes impactos na sociedade e criar soluções usando linguagens de programação. Na comparação desse relatório, o Brasil está nas últimas posições entre os países quanto às habilidades digitais necessárias à Quarta Revolução Industrial (Brasil, 2021, p. 10).

A SBC elaborou vários documentos como: Currículos de Referências (1991, 1996, 1999, 2002, 2005), Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica (2018, 2019), Referenciais de Formação para os cursos de Graduação em Computação (2017, 2019), Referenciais de formação em Computação: Educação Básica (2017), Itinerário Formativo de Computação. Uma das últimas publicações é a Resolução de 01/10/2022, que dispõe as Normas sobre Computação na Educação Básica (2022), complemento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018.

Assim como outras ciências, a Computação utiliza a matemática para construção de seus modelos computacionais, os quais são chamados de algoritmos e podem estar escritos em vários níveis de abstrações. Esses modelos auxiliam no processo de construção e análise de soluções, bem como nas linguagens de algoritmos. Portanto a Computação provê conceitos e habilidades diferentes das outras áreas de conhecimentos, o que a caracteriza como ciência com objeto próprio (Vicari, 2018).

Assim, a SBC passou a estabelecer conexões entre a Computação com o Pensamento Computacional (*Computational Thinking*). De acordo com Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020, p. 16), o que está em questão é compreender que um dos grandes objetivos da computação é "raciocinar sobre o raciocínio", por isso, mencionam que,

ao discutir-se o termo, há de se levar em conta o ponto filosófico sobre a diferença entre os termos raciocínio e pensamento, embora sejam utilizados como sinônimos.

O raciocínio computacional é utilizado de forma mais específica, quando o pensamento computacional está relacionado ao pensamento analítico e ao raciocínio dedutivo - que envolve a lógica e a matemática. Portanto, podemos compreender o raciocínio computacional como a capacidade de resolução de problemas de forma sistemática, usando dedução e abstração, habilidades muito bem trabalhadas na Ciência da Computação (Ferreira *et al.*, 2015, p. 257).

A analogia é utilizada devido a não se estar pensando de forma mais ampla sobre o raciocínio, mas sim sobre o processo de racionalização do próprio ato de raciocínio, ou seja, na sua formalização associada à resolução de problemas, o que permite a sua automação e análise matemática.

A habilidade de sistematizar a atividade de resolução de problemas, representar e analisar as soluções através de algoritmos é chamada Pensamento Computacional, e esta exige domínio de objetos abstratos que são necessários para descrever tanto a informação quanto os processos que a manipulam (Vicari, 2018, p. 17).

Além disso, os autores supracitados chamam atenção para diferenciar o raciocínio lógico, do computacional, ao mencionarem que:

O objetivo do raciocínio lógico é basicamente encontrar (ou deduzir) verdades. Partindo de premissas, que são fatos aceitos como verdades, utilizam-se regras bem definidas (do sistema lógico que se está usando) para encontrar novas verdades (conclusões). A dedução em si, que é a sequência de regras utilizadas, é chamada de prova (de que a conclusão é verdadeira). O problema que está sendo resolvido é se uma sentença é ou não verdadeira: se encontrarmos uma prova a partir de sentenças que já sabemos que são verdadeiras, confirmando a veracidade de uma nova sentença, ela será aceita como verdadeira. Podemos enxergar pensamento computacional como uma generalização do raciocínio lógico: um processo de transformação de entradas em saída, no qual as entradas e a saída não são necessariamente sentenças verdadeiras, mas qualquer objeto (elementos de um conjunto qualquer). As entradas e a saída nem precisam ser do mesmo tipo, e as regras que podem ser utilizadas não são necessariamente as da lógica, mas um conjunto qualquer de regras ou instruções bem definidas. Da mesma forma que o produto do raciocínio lógico é a prova, o produto do raciocínio computacional é a sequência de regras que define a transformação, que comumente se chama de algoritmo. O problema que está sendo resolvido é como transformar a entrada na saída (Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2020, p. 16).

O que leva os autores a adotarem, como resultado do raciocínio computacional, a descrição de um processo. Entretanto, mesmo fortemente ligadas, Matemática e

Computação, têm cada uma seu objeto próprio, no caso da última, são os processos. A Computação constrói os modelos de processos, os quais chamamos de algoritmos, enquanto a Matemática provê a linguagem para a descrição dos modelos estudados, que podem ser bastante abstratos, descritos em linguagem natural ou linguagens de especificação, ou até mesmo programas em uma linguagem de programação.

A partir dos documentos oficiais da SBC (1991, 1996, 2002, 2005, 2017, 2018, 2019 e 2022) e do referencial teórico adotado (Teoria Histórico-Cultural e Materialismo Histórico-dialético), defendemos que a Ciência da Computação é uma atividade humana, que tem como objeto de estudo o funcionamento da lógica do Pensamento Computacional e como aplicá-la nas máquinas, fazendo com que, por meio do *software*, possamos fazer o *hardware* realizar ações. De acordo com Rubtsov (2014):

As ações de um ser humano correspondem aos objetivos de uma determinada atividade, e as operações incluídas nessas ações correspondem às condições de realização desses objetivos. Quando uma máquina está envolvida na ação, o humano executa o estabelecimento de metas e delega a realização operacional da ação à máquina. Com isso, a proporção de ações e operações obedece a um certo princípio: quando uma ação perde seu objetivo, ela se torna uma operação, e vice-versa – quando uma operação ganha um objetivo, ela se torna uma ação. Tais transições mútuas são incorporadas no processo de criação de sistemas homem-máquina (Rubtsov, 2014, p. 11, tradução nossa).

O autor supracitado discute a relação homem-atividade humana-computador e menciona características que fazem do computador um instrumento de atividade humana, ou seja, um auxiliar na aprendizagem:

O computador é a segunda ferramenta de sinalização mais importante (depois da escrita tradicional), permitindo a troca eficiente de informações sobre o conteúdo da atividade, assim nós vemos o surgimento de uma área de aplicação essencialmente nova para a linguagem e, em geral, para os meios de atividade signo-símbolo. (Rubtsov, 2014, p. 16-17, tradução nossa).

Diante das várias iniciativas que ocorreram para promover o uso de tecnologias nos espaços educacionais no decorrer da década de 1990, os cientistas da computação se preocuparam com o uso dessas tecnologias nesses espaços se restringir apenas às ferramentas prontas e a internet, não desenvolvendo o conhecimento da tecnologia em si. Isso despertou o interesse em desenvolver novos estudos para o ensino de conteúdos da computação na educação.

Diante disso, Denning (2017) relata que, para entendermos o que é PC, o lugar certo é buscar na história uma resposta. Denning fez um levantamento dos conceitos e dimensões sobre o que é PC, historicamente, começando em 1945, com George Polya, que tinha já escrito sobre disciplinas e métodos mentais visando resolver problemas matemáticos. Em 1960, Alan Perlis trouxe a ideia de que o conceito de “algoritmização” já fazia parte da nossa cultura e que os computadores iriam automatizar e transformar processos em todos os campos. Em 1960, Allen Newell, Alan Perlis e Herb Simon argumentaram que o “pensamento algorítmico” é um processo que projeta uma série de instruções na máquina para conduzir a uma solução computacional distinguindo a ciência da computação de outros campos (Denning, 2017, p. 35). Em 1974, Donald Knuth disse que expressar um algoritmo é uma forma de ensino para uma máquina burra, que leva a uma compreensão profunda de um problema e que aprender uma abordagem algorítmica ajuda na compreensão de conceitos de todos os tipos em muitos campos. Em 1979, Edsger Dijkstra escreveu sobre os hábitos mentais computacionais que o ajudaram a programar bem, como por exemplo separação de preocupações; uso eficaz da abstração; *design*.

Seymour Papert (1928-2016) apresentou o termo “pensamento computacional” em 1980, no livro *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas* (Papert, 1980) e o aprofundou no artigo *An Exploration in the Space of Mathematics Educations* (Papert, 1996). O matemático buscou, por incansáveis tentativas, meios de integrar o PC nas tarefas diárias dos estudantes, ao mencionar que “Suas visões de como integrar o pensamento computacional à vida cotidiana foram insuficientemente desenvolvidas.” (Papert, 1980, p. 182). Mesmo que muitos documentos utilizem o termo Pensamento Computacional, há os que utilizam termos similares. Ao examinarmos diferentes documentos oficiais, Wing (2006, 2008, 2011, 2014), Paulo Blikstein (2008), Bundy (2007), Nunes (2011), Qualls *et al.* (2011) e Grover e Pea (2013), fica evidente a diversidade de terminologias utilizadas para se referir ao PC, além de seus conceitos e práticas.

De acordo com Seymour Papert (1993), a programação de computadores no aprendizado oferece um potencial epistemológico, oferecendo caminhos para o desenvolvimento do pensamento. O matemático acreditava em um modelo educacional no qual a experimentação e o aprendizado através de falhas-positivas

promoviam a solução de problemas, em que o construcionismo enfatizava a importância da proatividade dos estudantes no aprendizado efetivo (Papert, 1993).

O recente interesse pelo termo “pensamento computacional” começou em 2006, com Jeannette Marie Wing, vinte e seis anos depois de Papert ter publicado sua obra em que trazia o termo. A então diretora do The National Science Foundation (NSF), considera o PC como uma capacidade indispensável que deveria ser trabalhada em todos os níveis da educação (Wing, 2006).

Wing (2006) trouxe uma definição que incorpora um conjunto de atitudes e habilidades universalmente aplicáveis, que todos, não apenas cientistas da computação, deveriam aprender e usar. Ao definir o PC como um processo para compreender problemas e soluções para esses problemas por meio de processos como a abstração, Wing retomou o enigma da inteligência de máquina: “o que nós humanos podemos fazer melhor que os computadores e o que os computadores podem fazer melhor que nós humanos”? (Wing, 2006, p. 2) Através da pergunta fundamental que deveria ser realizada sendo: “O que é computável”? Ou seja, o que pode ser processado por um computador de forma mais eficiente do que seria realizado pelo ser humano? (Wing, 2006, p. 4), o PC é entendido como um processo de resolução de problemas no qual o problema deve permitir uma solução apoiada por conceitos computacionais, e as informações podem ser organizadas e analisadas de forma lógica e representadas por meio de abstrações.

O PC apresenta diversas abordagens e propostas para a implementação que variam de acordo com cada país, devido a não ter um conceito estabelecido, podendo encontrar várias definições e diferentes integrações com a ciência da computação. Para Wing (2008), o PC não envolve apenas conceitos computacionais e resultados formais, mas também projeção de sistemas, entender o comportamento humano e o pensamento crítico.

Depois disso, tivemos vários estudiosos trazendo definições para PC, como Paulo Blikstein (2008), que definiu que PC é saber usar o computador como instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano, sendo esta, possivelmente, a habilidade mais importante a ser ensinada àqueles que necessitem estar aptos a exercer plenamente a cidadania no Século XXI.

Bundy (2007) e Nunes (2011), define PC como sendo uma habilidade utilizada na criação de programas computacionais, como uma metodologia para resolver problemas específicos em diversas áreas. Qualls *et al.* (2011) afirma que o PC usa habilidades lógicas em conjunto com os conceitos centrais da ciência da computação para resolver problemas. Ainda em 2011, a International Society for Technology in Education (ISTE), em conjunto com a Computer Science Teachers Association, divulgaram uma definição de PC como um processo de resolução de problemas que inclui, porém não se limita a características como:

- Formulação de problemas de forma que nos permita usar um computador e outras ferramentas para nos ajudar a resolvê-los;
- Organização e análise lógica de dados; Representação de dados através de abstrações, como modelos 2D e simulações;
- Automatização de soluções através do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas); Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos;
- Generalização e transferência de um determinado processo de resolução de problemas, para uma grande variedade de problemas.

Grover e Pea (2013) mostram PC como uma aplicação de ferramentas e técnicas da ciência da computação, assim, desenvolvem nove elementos para que o PC possa se desenvolver e apoiar a aprendizagem dos alunos, como:

- Abstração e reconhecimento de padrões (incluindo modelos e simulações);
- Processamento sistemático da informação;
- Sistema de símbolos e representações;
- Noções de controle de fluxo em algoritmos;
- Decomposição de problemas estruturados (modularização);
- Pensamento iterativo, recursivo e concorrente;
- Lógica condicional;
- Eficiência e restrições de desempenho;
- Depuração e detecção de erro sistemático.

Em 2014, Wing reformula sua definição de PC como sendo os processos de pensamento “envolvidos na formulação de um problema e que expressam sua solução com soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possa realizar” (Wing, 2014, p. 1, tradução nossa).

Liukas (2015), coautora do Currículo de computação na Finlândia, define como pensar nos problemas de forma que um computador consiga solucioná-los. Já o Google for Education (2015) apresenta o PC como uma abordagem para solucionar problemas utilizando aquilo que se sabe de computação. Araújo, Andrade e Serey (2015) contextualizaram o PC como uma abordagem de resolução de problemas que incorpora processos mentais utilizando habilidades como organização, análise de dados, construção de algoritmos, abstração, criação de modelos, simulação, automatização de soluções e paralelização.

Enquanto que a definição proposta por Csizmadia *et al.* (2015) sintetiza as anteriormente apresentadas como:

O pensamento computacional fornece uma estrutura poderosa para o estudo da computação e sua aplicação é ampla indo além da própria computação. É o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos cerca aplicando ferramentas e técnicas da computação para entender e raciocinar sobre questões naturais, sociais, processos e sistemas artificiais. Permite que alunos resolvam problemas dividindo estes em partes menores solucionáveis, criando algoritmos para resolvê-los (Csizmadia *et al.*, 2015, p. 5).

Anderson (2016) define PC como uma habilidade a ser desenvolvida por programadores, pois tem como foco a maneira como os cientistas da computação pensam enquanto resolvem problemas.

O desenvolvimento de atividades do Pensamento Computacional em sala de aula é uma realidade em diversos países e instituições, sendo um assunto discutido por diversos autores (Bower *et al.*, 2017; Miotto; Cardoso, 2014; Oliveira, 2009; Brackmann, 2017; Moraes; Basso; Fagundes, 2017) que propuseram diferentes modelos para implementação de práticas voltadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional nas escolas. Os modelos que foram propostos trouxeram desde a criação de disciplinas específicas, até a realização de atividades extracurriculares relacionadas ao Pensamento Computacional.

Alguns países, como podemos ver na tabela 1, já passaram a adotar o ensino de computação nas escolas visando desenvolver habilidades relacionadas ao pensamento computacional com foco na resolução de problemas, compreender o mundo e a cultura digital. Brackmann (2017) afirma que a implementação do ensino de computação pode agregar benefícios educacionais, deixando claro a questão

mercadológica de que a compreensão dos limites e os alcances da tecnologia vão além dos aspectos econômicos, visando à necessidade da formação de bons profissionais. A tabela 1 mostra os países que já adotam o ensino de computação e implementam o PC diante de iniciativas governamentais.

Quadro 1 - Quadro comparativo do pensamento computacional no mundo

Quadro comparativo do pensamento computacional no mundo					
Países					
Alemanha	2004	F	F	-	N
Argentina	2015	F	F	Sim	N/R
Austrália	2015	C	-	-	N
Áustria	2009	F	F	Sim	N
Bélgica/Holanda	Não tem data específica	F	F	-	R
Bulgária	2006	-	C	-	N
Coreia do Sul	2007	F	F	-	N
Dinamarca	2014	C	F	-	N
Escócia	1987	F	F	Sim	R
Eslováquia	1990	C	C	-	N/E
Espanha	2015	F	F	Sim	N/R
EUA	2015	F	F	Sim	N/R
Estônia	1996	F	F	Sim	N/R
Finlândia	2016	C	-	-	N/R/ E
França	2016	F/C	C	Sim	N
Grécia	1993	C	C	-	N
Hungria	1995	-	C	-	N

Irlanda	2014	F	-	Sim	N/E
Lituânia	1986	F	F	-	N/E
Malta	1997	-	F	-	N
Polônia	1985	F	F	Sim	N
Portugal	2012	C	-	-	N
Reino Unido;	2014	F/C	F/C	Sim	N
República Tcheca	1990	-	C	-	E
F= Facultativo C= Compulsório N= Nacional E= Regional E= Escolar					

Fonte: Adaptado de Brackmann *et al.* (2018, p. 31-48)

Visto que o PC tem crescido mundialmente no ambiente educacional (Medeiros *et al.* 2021), o Brasil está avançando nesse sentido como os demais países. Em 2015, iniciou-se a construção da BNCC definindo os conhecimentos essenciais a que todo estudante brasileiro tem o direito de acesso (Brasil, 2018a). Diante desse processo de mudanças na educação básica do Brasil por meio da BNCC, e diretamente relacionadas e influenciando pelo CIEB e SBC na implementação de PC no Brasil, foi aprovada a Resolução Nº 1, de 4 de outubro de 2022, que dispõe sobre as Normas sobre Computação na Educação Básica, um complemento da BNCC, que entrou em vigor em 01/11//2022, e que tinha como prazo a implementação em até um ano pelas escolas do Brasil. Porém, ainda existe uma grande inquietação sobre como implementar o PC no Brasil como uma disciplina, se como um componente novo na BNCC, ou de maneira transversal (Guarda; Pinto, 2023). As discussões sobre a inclusão das atividades relativas ao Pensamento Computacional intensificaram-se, em grande parte, devido à inclusão do Pensamento Computacional nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Mas, analisando-se a BNCC, foi possível observar que o documento não trouxe indicações de como o PC poderia ser integrado ao currículo escolar, ou sobre qual tipo de formação complementar deveria ser oferecida aos professores envolvidos.

Tanto a SBC (2018, 2019) quanto o Complemento da BNCC-Computação (2022) dispõem de três formas de organização dos conhecimentos da área de computação tratadas como eixos. O PC parte dos pilares Abstração, Análise e Automação. A Cultura Digital traz como temas em seus pilares Influência Digital, Ética digital e Computação e Sociedade. Por último, o Mundo Digital traz como pilares Codificação, Processamento e Distribuição.

A BNCC não traz explicação do que cada eixo tem como objetivo, mas a Diretriz da SBC para o ensino de Computação na Educação Básica tem uma definição do que seria cada um (SBC, 2019).

Pensamento Computacional: O Pensamento Computacional se refere à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos. Apesar de ser um termo recente, vem sendo considerado como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, junto com a leitura, a escrita e a aritmética, pois, como estas, serve para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos. O Pensamento Computacional envolve abstrações e técnicas necessárias para a descrição e análise de informações (dados) e processos, bem como para a automação de soluções. O conceito de algoritmo está presente em todas as áreas e está intrinsecamente ligado à resolução de problemas, pois um algoritmo é uma descrição de um processo (que resolve um determinado problema). **Mundo Digital:** A compreensão do mundo digital é importante para que o estudante possa se apropriar dos processos que ocorrem no mundo, tanto digital quanto real, podendo compreender e criticar tendências, sendo ativo neste cenário. Para uma compreensão estruturada do mundo digital, e não apenas efêmera e permeada de tecnologias, identificam-se 3 pilares principais, chamados codificação, processamento e distribuição. A codificação diz respeito à representação, no mundo digital, dos mais diferentes tipos de informação que possam nos interessar. A capacidade de processamento dos dados codificados no mundo digital confere extrema agilidade para desempenhar vários processos assim como habilita vários outros a acontecerem. De forma indissociável neste contexto está a capacidade de distribuição de informação no mundo digital. Esta capacidade é fator fundamental para tamanho impacto do mundo digital. Aqui deve-se prestar atenção que, além de uma facilidade de aceleração do processo de transmissão da informação, testemunhamos dia a dia os impactos de uma mudança singular de paradigma: todos indivíduos são geradores de informação para o consumo de todos os demais. As fontes tradicionais de informação, outrora acreditadas até certo ponto, dão lugar a um ambiente fragmentado, com incontáveis fontes muitas vezes desconhecidas. A compreensão do potencial e riscos desta nova lógica passa pela compreensão do funcionamento da Internet e do mundo digital. Ainda, cabe a compreensão de novos paradigmas permitidos pelo mundo digital onde a computação está imersa de forma transparente no nosso dia a dia. **Cultura Digital:** Para conseguir estabelecer comunicação e expressão através do Mundo Digital, é necessário um letramento em tecnologias digitais, que neste documento denominou-se de Cultura Digital. Também faz parte da Cultura Digital uma análise dos novos padrões de comportamento e novos

questionamentos morais e éticos na sociedade que surgiram em decorrência do Mundo Digital. A Cultura Digital compreende as relações interdisciplinares da Computação com outras áreas do conhecimento, buscando promover a fluência no uso do conhecimento computacional para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica. (SBC, 2019, p. 5).

Com o intuito de criar referências de ensino para o sistema de educação, a Sociedade Brasileira de Computação estabeleceu um conjunto de objetos de conhecimento e habilidades relacionadas à computação que devem ser desenvolvidas na Educação Básica. Deste modo, foram organizados três eixos, segundo consta na documentação oficial: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital (Ribeiro *et al.*, 2019). Deste modo, o pensamento computacional é um eixo de uma disciplina de computação mais abrangente.

Para pensarmos no desenvolvimento do termo no Brasil, há a necessidade de ir para âmbito de pesquisas nacionais. Para isso, começamos da forma como a SBC define o PC em seu documento *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação, para o Ensino de Computação na Educação Básica*, de 2019, como sendo a “capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas de forma sistemática, através da construção de algoritmos” (SBC, 2019, p. 5).

Há um avanço em compreender o que seria PC, advindo de pesquisas que trazem o PC como uma abordagem voltada para a solução de problemas, explorando processos cognitivos, com capacidade de compreender e criar soluções através de modelos matemáticos, científicos ou sociais, resultando no aumento da produtividade e criatividade (Guarda; Pinto, 2020).

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), em documentos de referências (Araujo *et al.*, 2019) para Pensamento Computacional, relata uma abordagem mais ampla sobre o tema, vinculando os conceitos de abstração, análise e automação aos conceitos computacionais de capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas e soluções por meio de algoritmos, que são descrições de um processo para resolver determinados problemas. O termo PC, nos últimos anos, vem sendo considerado como um dos pilares fundamentais do

intelecto humano, junto com a leitura, escrita e matemática, pois serve para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos (Brasil, 2019).

A BNCC indica que o foco do ensino precisa estar no processo de aprendizagem com possibilidade de construção conjunta do conhecimento e estímulo ao pensamento crítico. Por isso, a necessidade de professores e estudantes se familiarizarem com as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação), conforme a competência geral 5 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular):

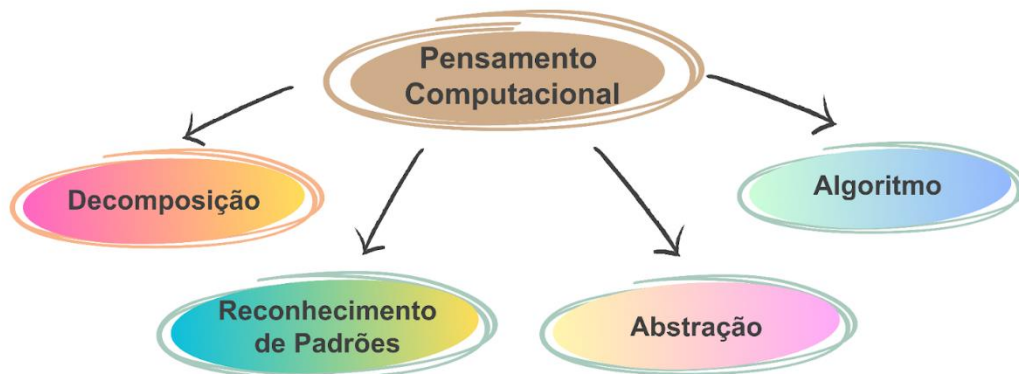
Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018a, p. 9).

A BNCC (2018) também traz em seu documento a fluência do uso da tecnologia para a expressão de soluções e manifestações culturais relacionadas com várias competências e habilidades.

Utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade (Brasil, 2018a, p. 475).

Pesquisas lideradas por Wing (2006, 2008), Liukas (2015), BBC Learning (2015) e Grover e Pea (2013) geraram as quatro bases do Pensamento Computacional que são: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstrações e Algoritmos.

Figura 3 - Quatro bases de Pensamento Computacional



Fonte: Elaborado pela autora

Na Decomposição, realizamos o procedimento que identifica um problema complexo e o decompõe em pedaços menores, facilitando a análise (Liukas, 2015). No Reconhecimento de Padrões, ao realizar essa decomposição do problema, facilita-se de forma individual e mais profunda a análise, pois conseguimos identificar problemas já parecidos e solucionados anteriormente, Liukas (2015) define como encontrar similaridades e padrões para resolver problemas de forma mais eficiente. A abstração ocorre na seleção apenas do que é importante e nas informações relevantes para a resolução dos problemas. Wing (2006) relata que abstração é o conceito mais importante do PC, pois a abstração ocorre em diversos momentos, como na escrita do algoritmo, na seleção de dados importantes, na compreensão e organização de módulos em um sistema. A abstração envolve a classificação dos elementos que devem ser utilizados corretamente e de forma simples para resolver. E, por último, o algoritmo, passos e estratégias desenvolvidos para resolver os subtópicos encontrados na solução de um problema.

No ensino do Pensamento Computacional, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem que promovem a interação social, a colaboração, a mediação e o uso de ferramentas tecnológicas. Essa abordagem pode fortalecer o desenvolvimento do pensamento computacional, o que nos remete ao que Vygotsky (1991) destacou sobre a importância das ferramentas e dos artefatos culturais no

processo de aprendizado e desenvolvimento cognitivo. No caso do Pensamento Computacional, as ferramentas digitais e os dispositivos tecnológicos desempenham um papel central, pois fornecem meios para a manipulação de informações, resolução de problemas e criação de algoritmos, facilitando o desenvolvimento do pensamento computacional.

O conceito de Pensamento Computacional é criticado por ainda ser muito vago, pelo fato de não estar claro, na pesquisa de Wing (2006, 2008), como ele difere de outras formas de pensamento (Tedre; Denning, 2016). Há uma preocupação e intenção de que o Pensamento Computacional seja um substituto para uma educação mais ampla em ciência da computação, entretanto, este compõe apenas uma parte dessa ciência (Denning, 2009), o que pode levar à restrição e discussão dos problemas científicos sobre implicações éticas, sociais e ambientais.

Para iniciar a discussão sobre pensamento, nos apoiamos em Vygotski (2001, 2009), ao afirmar que o pensamento nasce do campo da consciência que o motiva, a qual ancora-se nas necessidades, nos interesses e motivações, nos afetos e nas emoções. Em Tikhomirov (1999), partimos do desenvolvimento do pensamento, por via da teoria da atividade criativa humana. Desse modo, para Vygotski (2000), os sujeitos, ao assimilarem um significado diferenciando-se dele, recriam a realidade na consciência, e nesse processo de conhecimento, modifica-se a realidade objetiva.

Para Martins (2016, p. 1575), o que está no centro de análise de Leontiev acerca do desenvolvimento do pensamento é “[...] a natureza da atividade que sustenta a relação sujeito/ objeto, em decorrência da qual a imagem subjetiva da realidade vai se instituindo”, ou seja, o que Leontiev procura destacar é a relação entre o desenvolvimento do pensamento e a atividade. O pensamento não se desenvolve independente da atividade realizada, premissa válida tanto para o desenvolvimento do gênero humano quanto para os indivíduos singulares.

Leontiev (2021), ao analisar as relações entre pensamento e atividade, afirma que o pensamento tem base na atividade. Nessa mesma direção, Rubinstein (1967) afirma que todo pensamento surge a partir de demandas da atividade e, assim, o pensamento é um processo planejado que possui como princípio uma situação-problema e como fim a consecução satisfatória desta. O movimento do pensamento

pressupõe, porém, as operações lógicas, que buscam a identificação das conexões internas postas tanto na situação-problema quanto na solução desta.

Davidov (1988) afirma que o pensamento corresponde à unidade entre abstração, generalização e conceito; contudo, a generalização, a abstração e o conceito que estão na base do pensamento teórico, são diferentes da generalização, da abstração e do conceito que estão na base do pensamento empírico. O autor aponta que essas diferenças ocorrem devido à finalidade de cada um desses níveis de pensamento, isto é, a classificação dos objetos é tarefa do pensamento empírico, enquanto que ao pensamento teórico cabe “reproduzir a essência do objeto estudado”.

Dessa maneira, podemos afirmar que pensamento teórico é processo, mas também é produto. Apropriar-se teoricamente de um objeto não é algo que se dê imediatamente, a partir do mero contato com o objeto ou a partir da aprendizagem desse conceito pela educação escolar. Dominar conceitualmente um objeto é um processo que se requalifica com as apropriações conceituais de outros objetos que compõem o sistema conceitual de que o objeto faz parte. É um processo que tem início quando pensamento e linguagem se cruzam e está em contínuo desenvolvimento, dependendo das apropriações realizadas.

Porém, também pode chegar a ser produto, uma vez que o pensamento teórico pode constituir um modo geral de ação, isto é, um modo geral de apreensão dos objetos e fenômenos da realidade, o que irá mediar a concepção de mundo e a personalidade das pessoas. Por isso, Vygotsky (2001) afirma que o pensamento verdadeiramente abstrato, ou o pensamento teórico, se consolida na adolescência, pois, formados os sistemas conceituais, estes se consolidam e se expressam no modo como o adolescente irá se posicionar diante da realidade, isto é, em sua concepção de mundo.

2.4 Elementos Conceituais da lógica formal e dialética

Uma sociedade preocupada com o acúmulo de conhecimento para o uso no mercado de trabalho está fadada a estar preocupada com o utilitarismo e não com o desenvolvimento humano. Para isso, iniciamos com o tão discutido e priorizado termo

“sociedade do conhecimento” no modo de organização capitalista, que diz estar preocupado com o “crescente papel da ciência e da tecnologia nos processos de inovação”, dando “peso cada vez maior do conhecimento na sociedade geral” (García Blanco, 2002, p. 386).

Entretanto, segrega-se cada vez mais o que pode ser apropriado, a quem se destina a produção da ciência e quem a produz em uma lógica formal de produzir ciência e de organizar o ensino. García Blanco (2002, p. 365) nos chama a atenção para que não confundamos 'Internet' com uma mega consciência, por ser só um mega depósito. Aceder a uma maior informação não é conhecer mais nem melhor. Portanto, o acesso à informação não significa pesquisar e se apropriar do conhecimento, isso é uma busca aligeirada que facilmente é realizada por sites de inteligência artificial.

Versamos sobre a organização do ensino de Matemática, assim como o desenvolvimento da ciência matemática, que ainda no século XXI é pautado e estruturado no formalismo da lógica tradicional. Lógica essa, compreendida por Kopnin (1966; 1978) como unidade da epistemologia e da ontologia, é uma estrutura que tem como base a memorização de fórmulas e do conteúdo em si, e se faz muito presente no século XX, não diferindo muito dos anteriores, devido à lógica pela qual se desenvolve o conhecimento, sua organização e cientificidade (Marco, 2009).

Essa lógica formal no ensino e aprendizagem, pautada em um modo de produção capitalista, coloca que o aluno precisa decorar fórmulas e aplicá-las, mesmo que para isso ele as operacionalize sem a devida compreensão de por que utilizá-las. Esse desenvolvimento é resultado de um sistema econômico que gerou profundas transformações na matéria a seu favor. Um exemplo disso é a criação de máquinas cada vez mais complexas, seja em componentes, seja em sua utilização, seja em sua escala de produção. Contrapondo esse modo de produção, nos embasamos nos sistemas de ensino e de produção que manifestam as categorias da lógica dialética e destacamos o Sistema de Ensino Elkonin-Davidov, efetivado nas escolas soviéticas experimentais, com destaque para a escola de número 91, de Moscou (Davidov, 1988).

Retomemos a discussão dos artefatos tecnológicos, criações humanas, presentes e aperfeiçoadas desde as primeiras formas de organização sociais que se tem registro. O uso dessas ferramentas não é algo recente, como corriqueiramente é

associado ao uso de computadores, *smartphones* ou eletroeletrônicos. O uso dessas tecnologias no dia a dia tem como forte apoio à concepção estruturalista de linguagem e pensamento organizados nas obras de Piaget (1999), que foram base para Papert e Wing nos estudos sobre o pensamento computacional.

Para entendermos o que hoje comumente chamamos de sociedade da informação¹⁹, precisamos recorrer a uma série de fatos ocorridos nos séculos precedentes, essenciais para a constituição da maneira como nos comunicamos atualmente. Anteriormente, o acesso das massas às novas invenções era algo que demorava décadas e até mesmo séculos, situação diferente da ocorrida no final do século XX e principalmente no século XXI, quando o acesso a esses artefatos foi acelerado ou hiper acelerado com as plataformizações.

As mais remotas criações humanas dos artefatos tecnológicos nas mais diversas áreas do conhecimento são oriundas da capacidade humana de projetar em seu pensamento antes de concretizar suas criações (Marx, 2020; 2020a). A invenção da roda (3500 a.C.), por exemplo, é uma das mais importantes obras da humanidade, ocorrida na Era do Cobre. Esse invento não só possibilitou a revolução dos meios de transportes, desde as antigas carroças e charretes, até as locomotivas e aviões (equipamentos à combustão e elétricos). Lembremos das rodas dentadas e engrenagens que, com a invenção dos relógios e sua transformação até o formato de bolso e pulso, deram à humanidade maior controle do tempo. A combinação dessas criações com novas necessidades que surgiram possibilitou uma nova forma de organização social, aproximando pessoas de cidades diferentes, aumentando as conexões e troca de informações. Assim, cada vez mais novas necessidades impulsionaram, por diversos motivos pessoais e coletivos, novas relações entre as pessoas.

Ou seja, acelerou-se a comunicação entre as pessoas ao diminuírem-se as distâncias. Da mesma forma que informação não pode ser usada como sinônimo de conhecimento, também não pode ser usada como sinônimo de comunicação. Segundo Wolton (2006, p.13), a comunicação compreende a “relação entre o emissor, a mensagem e o receptor”, sua complexidade está no fato de que comunicar não é

¹⁹ Termo referente a obra História da sociedade da informação de Armand Mattelart, 2022.

apenas produzir e distribuir informação é também “estar atento às condições nas quais o receptor a recebe, aceita, recusa, remodela em função do seu horizonte cultural, político, filosófico e, por sua vez, lhe responde”.

Essas mudanças proporcionaram diversas alterações no modo de produção da vida social, estocagem dos alimentos e da própria concepção de alimentação, passíveis de observação e de registros desde o domínio do fogo. Com esse salto qualitativo a humanidade acendeu a um nível de organização e de pensamento que, digamos, talvez só tenha ocorrido da maneira similar com o domínio do fogo

Toda essa transformação e passagem de uma sociedade agrária para uma sociedade industrial também está no cerne dessa progressiva mudança que culminou na criação de novas máquinas, e a cada geração, na estruturação e expansão industrial. Diferentes maneiras através das quais a sociedade se reorganiza após essas mudanças, levaram a necessidade de que novas tarefas precisassem ser realizadas com maior precisão e novos conhecimentos apropriados, já que os aprendidos em espaço familiar e no círculo social já não seriam suficientes.

A invenção da imprensa encontrava dificuldades no limitado número de pessoas que sabiam ler e escrever. Para atender também a Revolução Industrial e a nova demanda dos postos de trabalho criados e ampliados, as escolas foram se popularizando e os conteúdos ensinados também foram paulatinamente e gradativamente aumentando em volume e diversidade de conteúdos, atendendo à necessidade industrial. Um dos pilares desse crescimento e avanço foi a matemática, ciência essa que se desenvolvia ancorada no raciocínio lógico-dedutivo e descritivo.

Assim como outras ciências, a Matemática e a Computação não estão isoladas do desenvolvimento humano, e a cada época elas refletem os anseios e ensejos da classe dominante e do sistema econômico vigente, servindo atualmente aos interesses das indústrias e empresas que controlam o acesso a esse patrimônio histórico, cada uma em sua época de desenvolvimento.

Quando falamos sobre processo histórico-cultural de produção e do ensino e aprendizagem da Matemática, retomamos o que Lima (1998) discute sobre como o desenvolvimento dos processos mentais da linguagem matemática ampliou-se a partir da introdução das quantidades para além da linguagem das palavras, pois tais processos mentais passaram a ser fixados e socializados por intermédio de números

e cálculos que foram cristalizados em fórmulas, ou algoritmos. Estes, separados dos elementos conceituais formadores do pensamento, se reduziram a regras, tal como o funcionamento de uma máquina, tornando-se um mecanismo algorítmico, levando a sensação de saírmos dos mesmos dados e chegarmos todos em um único e igual resultado, o que torna a linguagem como uma esfera da técnica, do não pensar.

Com isso Lima (1998) comenta:

[...] o desenvolvimento da linguagem matemática e o seu caráter algorítmico, - a sua operacionalidade quantitativa - permitem reduzir esta ciência a uma prática exata, enfatizando o seu aspecto mecânico, automático, do não pensar, em detrimento do seu aspecto criativo (Lima, 1998, p. 3).

Assim, essa mecanização, a precariedade na abstração dos conceitos ensinados e a desvalorização com contextualização com o cotidiano contribuem para o distanciamento dos indivíduos dos conceitos mais complexos da matemática. Na perspectiva de acesso aos bens produzidos culturalmente, isso nos leva a uma ampliação do conhecimento e da sua utilidade. Para evitar esse distanciamento, partimos de que, ao atribuir sentidos e, conseqüentemente, significados aos conceitos ensinados, temos a possibilidade de promover o desenvolvimento também do Pensamento Conceitual.

Mas por que voltar a essa discussão? Por que discutimos esse desenvolvimento, em especial da Matemática e da Computação? É relevante ao nosso estudo destacar os elementos conceituais da lógica formal e dialética, tanto no desenvolvimento das ciências matemáticas quanto da computação e como esses se manifestam nas organizações do ensino do nosso objeto de pesquisa, o Pensamento Computacional inserido nas aulas de Matemática.

Buscamos no desenvolvimento lógico-histórico da matemática compreender como ela se desenvolveu, organizou, sistematizou, fundamentou e em que bases lógicas se apoiou, partindo desde a perspectiva aristotélica até a quântica e a fuzzy, para então compreender como, a partir e dentro dela, a Ciência da Computação ganhou corpo e forma e ainda busca espaço, percorrendo esse movimento de estruturar-se enquanto ciência que tem objeto próprio e não é apenas um apêndice. Aponta-se, por exemplo, para a Estatística, muitas vezes vista como subárea da

Matemática (Moura, *et al.*, 2017), tanto nos cursos de graduação quanto nos cursos de formação de professores nos documentos oficiais como BNCC (2018).

Desde que o homem passou a dominar a natureza, essa passou a ser utilizada como ferramenta de poder, e assim se sucedeu nas demais formas de organização de sociedades e civilizações que a humanidade experienciou, seja para dominar e administrar a propriedade privada e as produções humanas, desde as manifestações artísticas até a matemática. A dominação estava desde a crença se as chuvas eram enviadas ou não pelas divindades, castigos, ancestralidade, escravidão, guerras e outros diversos motivos.

Mas podemos nos perguntar, qual o motivo desse conhecimento da matemática interessar para a classe dominante? A resposta que nos vem não é a de imediato, ter dinheiro, a expansão territorial requeria primeiro e principalmente saber administrar a propriedade privada e seus escravos (que em outras formas de organização tornaram-se propriedades) e essa ciência deu a eles uma forma de quantificar e ampliar conhecimentos, expandir poderio de exército, comercial, entre outras demais áreas, desde o primeiro método axiomático de que se tem registro, em *Os Elementos*, de Euclides (2009), na Grécia Antiga.

Busquemos compreender a etimologia da palavra axioma, “aquilo que se apresenta como evidente”. Dessa forma, Euclides apresentou um conjunto de axiomas que formulou a partir dos quais seria possível demonstrar resultados na geometria, na época já conhecidos, entretanto utilizando apenas passos lógicos bem definidos estruturados e organizados. Esses resultados hoje são conhecidos como teoremas.

Os três primeiros postulados euclidianos para a geometria plana, apresentam que é possível traçar uma única reta ligando quaisquer dois pontos, estender indefinidamente uma reta e traçar um círculo com qualquer ponto como centro e com qualquer raio (que não seja nulo). Descrições essas que são representadas com construções geométricas com régua (sem escala) e compasso.

O quarto postulado apresenta que todos os ângulos retos são congruentes entre si, o que levou à conclusão de que se duas retas são paralelas elas nunca se encontram, ou seja, não há nenhum ponto em comum simultaneamente entre as retas. O quinto e mais controverso postulado menciona que dados uma reta e um ponto, não

pertencente a essa reta, existe somente uma única reta paralela a essa reta que passa por esse ponto. Euclides jamais poderia imaginar que esse postulado culminaria em um avanço na descoberta das geometrias não-euclidianas dois mil anos depois, no século XIX, ao tentarem demonstrar esse último postulado a partir dos anteriores.

Euclides também enunciou o que ficou conhecido como “noções comuns” sobre a igualdade, também conhecidas como axiomas. Assim, Euclides construiu um sistema axiomático para geometria e para aritmética separando-as da atividade humana concreta, sendo que esse sistema é atividade humana e ao mesmo tempo independe dela.

Esses axiomas e o livro *Os Elementos* serviram como base para o desenvolvimento da matemática como uma construção com régua e compasso, o que por muito tempo levou a não considerar números que não pudessem ser construídos dessa forma, os que compõem o conjunto dos números irracionais. Havia uma discussão sobre o que seria número e nessa disputa de considerar os números apenas os construtíveis surgem três problemas clássicos gregos culminando na necessidade de um novo sistema axiomático para os números, ou seja, para os números reais. Ao demonstrar no século XIX que nem todos os números são construtíveis essa contradição foi resolvida.

A filosofia inicia-se separada da Matemática, até que certo ponto se mistura, momento em que a lógica ganha destaque. Com a complexificação da prática social, aparecem divergências e discussões na sociedade moderna entre empiristas e racionalistas que colocaram a necessidade de uma nova lógica, distinta da formal. Segundo Kopnin (1966), para Descartes, filósofo racionalista, a lógica formal não ultrapassa os raciocínios de juízos conhecidos. Por outro lado, se utiliza de verdades inatas absolutas e imutáveis em todos os humanos; conhecimentos produzidos sem a necessidade experimental.

Em contraponto, Bacon (1984) concebe que o real provém das percepções sensíveis. Ao discordar do racionalismo, ou seja, das verdades inatas, sugere o método empírico de indução como o capaz de produzir novos conhecimentos. Nesse caso, o silogismo garantiria o raciocínio correto dos juízos empíricos, logo conheceríamos um determinado assunto em absoluto por meio de parte dos dados dele.

Sobre Kant, Kopnin (1966) menciona que tentou superar a lógica formal, entretanto, não conseguiu. Foi Hegel que avançou nos estudos da forma do pensamento como a de um conhecimento verdadeiro, atrelada à lógica dialética que expõe o motivo e a unidade aos conceitos na realidade.

Mas, voltemos no século XIX, época em que a lógica formal era ainda a aristotélica, um sistema em declínio que não mais seria capaz de desenvolver e descrever o raciocínio matemático em todo o potencial das pesquisas e descobertas que estavam surgindo e que estariam por vir. Surgem autores como Hegel e Marx, que trouxeram discussões pertinentes até os dias de hoje sobre a lógica formal aristotélica, mas que, na época, foram sufocadas por pressões sociais, mesmo assim, uma grande revolução nas bases da matemática e da lógica formal concretizou-se, a da formalização.

De acordo com Kopnin (1966, p. 130, tradução nossa),

para expressar a relação entre a imagem cognoscitiva e o próprio objeto, a filosofia elaborou as categorias do material e do ideal, por meio das quais estabelece, por um lado, a unidade entre a imagem cognoscitiva e o objeto e, ao mesmo tempo, sua diferença de princípio. Mas a lógica dialética não se limita a caracterizar o pensamento em suas relações com o objeto representado. É preciso analisar com maior profundidade e detalhe a imagem cognoscitiva criada pelo pensamento, suas relações, por um lado, com o objeto e, por outro, com o homem que cria tal imagem. Com este fim, a filosofia elaborou os conceitos do subjetivo e o objetivo, de sujeito e de objeto (Kopnin, 1966, p. 130, tradução nossa).

A expansão tecnológica foi tanta que chegamos até a forma de organização social que se encontra edificada sobre a mercadoria e o capital, e a separação entre trabalho intelectual e trabalho manual, refletindo também em matemática pura e matemática aplicada, levando esse último a um campo que se preocupa a otimização e processo de produção industrial, ou seja, busca uma aplicação prática. Essa divisão e compartimentação é reflexo do capitalismo que especifica o trabalho humano, mas que já advinha de um movimento de organização da Ciência desde a Grécia (Vázquez, 2011), sendo as pesquisas voltadas, em sua maioria, para atender as necessidades das grandes corporações e as que não atendem são desenvolvidas nas Universidades, assim como as de alto custo.

A lógica formal constitui-se como ciência que estuda a estruturação de uma sequência lógica de passos para se chegar a uma conclusão a partir de um pré-

determinado rígido conjunto de premissas (axiomas). Avalia-se se há uma conexão entre as premissas e se a conclusão segue as regras da lógica. Aristóteles fundamentou as bases da lógica com a Metafísica, apesar de existirem outros sistemas lógicos formais, que influencia até hoje os sistemas de ensino na organização do ensino de matemática e na forma como ensina-se e forma-se o pensamento dos estudantes.

Exemplificamos isso ao pensarmos que, na lógica aristotélica, assim como nas aulas de Matemática e em aulas de Ciência da Computação (programação, robótica, tecnologias), uma proposição assume um e apenas um entre dois valores de verdadeiro ou falso²⁰, mas como estudar proposições sobre objetos desconhecidos (variáveis) se o valor de verdade dessas proposições não é variável? Dessa forma, a lógica formal precisou aprofundar conhecimentos sobre a proposição e o pensamento lógico.

Diversas invenções colaboraram para a sistematização e disseminação da universalização da Matemática como resultado de diversas situações a qual destacamos o uso do algoritmo como um meio de organizar o pensamento. A máquina aritmética de Leibniz, em 1673, foi muito importante, por ser a primeira capaz de executar todas as operações aritméticas por meios puramente mecânicos.

A descoberta da eletricidade em 1752 levou a muitos avanços. Anos depois, cientistas se reuniram para discutir sobre a padronização das unidades de medida com a criação do Sistema Internacional de Unidades (SI) em 1791, e muitas outras necessidades se fizeram na construção da matemática e sua sistematização. Toda essa formalização levou a uma compreensão de mundo e elaboração de algoritmos que resolvessem problemas que estavam postos.

O século XIX é repleto de novas criações, a primeira locomotiva a vapor, em 1804, a ferrovia, em 1825, e a adoção, em 1851, do Meridiano de Greenwich como referencial no cálculo da hora e tempo em nível mundial, que mudou desde as horas de trabalho, até as formas e horas de descanso. Foram a fotografia, em 1826, e a fonografia, que possibilitaram a telegrafia, em 1837 (código Morse) e atelefonia (fala),

²⁰ Princípios aristotélicos: princípio da identidade, da não-contradição e do terceiro excluído.

em 1875, as quais revolucionaram novamente e levaram a descobertas e avanços tecnológicos no que tange à comunicação.

Surge, em 1879, com Gottlob Frege, a lógica de predicados, técnicas dentro da lógica formal capazes de lidar com variáveis, a partir da criação do conceito de quantificador, o que formalizou por definitivo o teorema de Euclides: “existem infinitos números primos”. Ao negar a lógica aristotélica, Frege (1991) assumiu que um valor ora assume um valor verdadeiro, ora assume um valor falso, a depender de qual é o valor de cada variável nele contido, o predicado “x é branco” encerra em si as duas possibilidades, verdadeiro e falso, sua veracidade é relativa ao valor de “x”.

Assim, temos uma salto qualitativo, dialético na matemática e na computação, ao pensarmos é menino ou menina, não responderemos qual o gênero, mas responderemos “sim”. Ao negar-se a lógica aristotélica, esta foi superada por incorporação, pois não foi excluída, da mesma forma que a atual estrutura dos números reais se desenvolveu negando os números construtíveis da matemática grega, mas até hoje temos, nos cursos de licenciatura em matemática, disciplinas de desenho geométrico com régua e compasso.

Frege (1991), mesmo sendo desconhecido por muitos anos, lançou em 1893 a primeira edição da obra *Leis Básicas da Aritmética*, desenvolvendo, a partir de sua lógica, um sistema axiomático para a aritmética. Em 1903, na segunda edição de seu livro, Bertrand Russel demonstrou que era possível chegar a um paradoxo a partir de seu sistema axiomático, o que ficou conhecido como o famoso Paradoxo de Russel.

Na década de 1910, Bertrand Russel e Alfred Whitehead lançaram três volumes de *Principia Mathematica*, reunindo o que chamaram de toda a matemática conhecida até então, esse extenso trabalho reuniu dezenas de axiomas de inúmeros matemáticos, baseado-se na lógica fregeana. Utilizaram o sistema da teoria de conjuntos desenvolvida por Georg Cantor para apoiar a teoria dos números reais e assim sintetizaram os trabalhos de Aristóteles e Euclides.

No século XX, faltava fundamento para a Matemática, a dispersão das teorias levava cada uma a ser desenvolvida a partir de regras próprias e sem formalização e concisão. Hilbert, em 1921, lança um programa para resolver esse problema, que fica conhecido com seu próprio nome. Cria-se assim um sistema axiomático a partir do qual seria possível construir e demonstrar logicamente toda a matemática que existia

até então. A tarefa não foi nada fácil, devido ao volume de conhecimento historicamente produzido e acumulado, mas a matemática foi unificada, axiomatizada, ou seja, fundamentada. Anos depois, Kurt Gödel e Alan Turing, mostraram que era impossível alcançar a maioria dos objetivos que o programa se propunha.

Todo esse movimento humano sobre a matéria, transformando em reflexo/pensamento e voltando em conhecimento científico, produto, e processo da ação humana sobre a natureza, permitiu à humanidade entender, prever, intervir e modificar o mundo e a si próprio (como parte integrante dessa natureza). Destacamos Turing por ser um cientista à frente de seu tempo, audacioso ao enfrentar diversos obstáculos da época e demonstrar que diversos objetivos do Programa de Hilbert não poderiam ser alcançados, criando sua própria máquina, a máquina de Turing, atualmente conhecida como computador.

Além de mostrar que é possível desenvolver a matemática, não em sua pura abstração e nem sua aplicação empirista, trouxe a ideia de que não se separa teoria e prática, abstrato e concreto, o que nos leva a discussão de que seu fundamento não está nos axiomas, ou seja, não só no lógico, mas no desenvolvimento lógico-histórico, sendo que o materialismo histórico-dialético é a teoria e o método que nos ancora na superação dos limites da lógica formal da sistematização da Ciência da Computação e, conseqüentemente, do Pensamento Computacional e não ao contrário, como parecer ser, invertendo-se a forma como se apresenta na BNCC (2018, 2022), em seu Complemento e diversas diretrizes (2017, 2018, 2019).

Isso culminou em um progresso acelerado, com as inovações do rádio, televisão e, por fim, do computador, celulares e outros dispositivos eletrônicos que utilizam a internet em seu funcionamento, passando por sistemas de comunicação e transmissão de dados por redes desde cabos, *bluetooth* e atualmente usando *wi-fi* e satélites. Todo esse movimento tornou a informação e a comunicação um dos princípios reguladores e definidores da sociedade atual, seja de forma sincrônica ou assincrônica, em ambiente privado ou público em que todos os que se encontram conectados à Internet podem ser potenciais produtores e distribuidores de informação.

Com a Indústria 4.0, as economias foram influenciadas mundialmente pelas tecnologias da informação. Assim, a principal fonte de produção passou da fábrica para a produção de conhecimento e processamento de informação e comunicação,

ou seja, torna-se uma ação do conhecimento sobre o próprio conhecimento, como fonte de produção tecnológica (Araujo, 2022). Marx (2011), nos *Grundrisse*, aborda a mediação entre trabalho, tecnologia e valor, isto é, ele percebeu que o desenvolvimento tecnológico representava um componente do trabalho vivo no capital. Ao mencionar que a entrada da máquina na esfera produtiva se coloca como “o último desenvolvimento da relação de valor e da produção baseada no valor” (Marx, 2011, p. 587), apontou que o trabalho morto não somente substitui, mas, age como uma força autônoma sobre o trabalho vivo.

Na seção a seguir descreveremos o percurso e os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho, com ênfase no método do Materialismo Histórico-dialético (Marx; Engels, 2007) e com base no referencial teórico adotado e versado até o momento. Além disso, como embasamento na Teoria Histórico-Cultural, destacamos os princípios do Método Genético de Vygotsky (2000), a fim de compreender melhor a natureza desses fenômenos sociais.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Estudar algo historicamente significa estudá-lo em movimento. Este é o requisito fundamental do método dialético. Quando uma investigação abrange o processo de desenvolvimento de algum fenômeno em todas as suas fases e mudanças, desde o seu surgimento até o seu desaparecimento, isso implica revelar a sua natureza, conhecer a sua essência, pois somente no movimento demonstra o corpo que existe. Assim, a pesquisa histórica do comportamento não é algo que complementa ou auxilia o estudo teórico, mas antes constitui o seu fundamento (Vigotski)

O interesse em pesquisar sobre o tema de tecnologias na educação teve início em 2009 e perdurou no mestrado e doutorado. As inquietações emergiram da necessidade de compreender o estranhamento e a incessante menção na literatura acadêmica da recusa de alunos e professores, no ambiente escolar, em utilizar os recursos tecnológicos e objetos de aprendizagem nas práticas educativas. Nos interessamos em apreender acerca da inegável importância da tecnologia, produção historicamente humana. Para isso, precisamos, além de entender como ela se apresenta na atualidade, desempenhando crescente relevância na vida das pessoas e das organizações, em especial das novas gerações, entender como ela se fez necessária na humanidade para chegar ao nível de desenvolvimento atual.

Foi então necessário adotar uma abordagem teórica e metodológica que permitisse conversar com a teoria, e não sobre ela. Portanto, para compreender o fenômeno Pensamento Computacional, construímos um caminho metodológico que convergiu para uma das teses centrais vygotskiana, a proposição sobre o papel fundante das relações sociais na formação dos sujeitos e dos processos individuais. Ou seja, de que o desenvolvimento humano se realiza a partir das relações sociais, por meio da atividade do sujeito e com outros sujeitos.

Assim, retornamos a Marx (2020a), em sua máxima obra *O Capital*, Tomo I, em que o autor reflete sobre o uso das máquinas não poder ser visto com neutralidade na sociedade. Decorre daí que se requer um conhecimento teórico sobre a divisão social do trabalho em decorrência do desenvolvimento das novas tecnologias, o que ocorre na contemporaneidade não se difere da exploração e da espoliação que sofreu a

classe trabalhadora desde o advento da Revolução Industrial em que esta vem sendo expropriada dos meios de produção. Todas essas múltiplas determinações influenciam o espaço escolar, estrutural e funcionalmente, pois neste local é imprescindível, pelos sujeitos da educação, o conhecimento das reais necessidades que mobilizam a produção de recursos tecnológicos voltados para essa área, cujo o mercado está em grande expansão, sendo alvo de grandes empresas e corporações que dominam o oferecimento de serviços *online* e *softwares* educacionais, em especial em parceria com órgãos públicos estatais.

Além disso, outro fator que apareceu em meio à pesquisa, decorrente da pandemia da COVID-19, foi a pressão pela expansão do ensino emergencial que acelerou de forma demasiada a necessidade da utilização e busca de soluções tecnológicas para diversos problemas educacionais de maneira a não interromper as atividades escolares, mesmo que não se caracterizassem como modalidade de Educação a Distância (EaD).

Assim, propusemos caracterizar e analisar a compreensão do Pensamento Computacional na perspectiva da Teoria Histórico-cultural no documento Computação complemento à BNCC, nas fases pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental. E como objetivo secundário apresentar as diferentes concepções e o percurso do termo “pensamento computacional”, trazendo a necessidade de sua formalização e sua conceituação desde a Educação Infantil, por serem os anos de alfabetização.

Toda essa organização inicial nos norteou na delimitação do período a ser estudado da Educação Básica, já que em um curto espaço de tempo os documentos oficiais corroboraram para que o objetivo da educação nesses anos fosse reformulado e orientado na transmissão de informações e conteúdos em um espaço informatizado e descolado do aprendizado dos conceitos científicos pelos estudantes. Toda essa articulação, entre políticas públicas e agências não governamentais, que discutiremos na próxima seção, desconsideram situações didáticas cuja atividade principal da criança, como defendido por nós a partir de Elkonin (2009), é o brincar.

Quando iniciamos esta investigação, deparamo-nos com a dificuldade de ter certeza da prática e de encontrar um lugar para o nosso conhecimento no processo

de investigação científica. Compreender os métodos de pesquisa tem sido crucial para entender a relação entre a prática e teoria no fluxo do referencial que ilumina nosso pensamento. Portanto, nessa seção discutiremos a partir do tema de pesquisa o percurso teórico-metodológico, fundamentado nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural a fim de tecer considerações sobre estudos que abordam o desenvolvimento do pensamento teórico em aulas de matemática em uma organização da práxis pedagógica que privilegie o ensino do conhecimento científico computacional.

3.1 Princípios do método e metodologia na Teoria Histórico-Cultural

O Materialismo Histórico-Dialético, ciência filosófica que tem como objeto de estudo as transformações sociais e econômicas estabelecidas pelos meios de produção da sociedade burguesa, teve Karl Marx e Friedrich Engels (2007) como expoentes. Essa teoria é baseada na concepção de que a formação histórica da humanidade é marcada pela luta de classes, pelos modos de produção que correspondem a diferentes estágios de desenvolvimento das forças produtivas e pelas relações sociais de produção do modo capitalista. Desenvolvimento social esse, impulsionado pelo embate entre as forças produtivas (as forças materiais e tecnológicas disponíveis em uma determinada sociedade) e as relações sociais de produção (as formas de organização social que regulam a produção e a distribuição de bens e serviços) advindas da categoria central: trabalho.

Marx (2020a), ao apresentar o Método Dialético, divergiu das ideias idealistas de Hegel (1996), o que fica expresso em *O Capital* (2020a), quando discute sobre seu método:

Meu método dialético, em seus fundamentos, não é apenas diferente do método hegeliano, mas exatamente seu oposto. Para Hegel, o processo de pensamento, que ele, sob o nome de Ideia, chega mesmo a transformar num sujeito autônomo, é o demiurgo do processo efetivo, o qual constitui apenas a manifestação externa do primeiro. Para mim, ao contrário, o ideal não é mais do que o material, transposto e traduzido na cabeça do homem (Marx, 2020a, p. 90).

Em modo semelhante, Marx (2020a) também relata sobre o seu método quando escreve a Kugelmann, em 1868:

Ele [Dühring] sabe muito bem que meu método de desenvolvimento não é o hegeliano, pois sou materialista, e Hegel, idealista. A dialética de Hegel é a forma fundamental de toda dialética, mas apenas depois de despida de sua forma mística, e é exatamente isso que distingue o meu método (N. E. A. MEGA) (Marx, 2020a, p. 90).

O método dialético, enquanto teoria, é uma modalidade peculiar do conhecimento, tendo sua especificidade no conhecimento teórico como a reprodução ideal do movimento real do objeto pelo sujeito que pesquisa. Portanto, o objeto de pesquisa possui existência objetiva, o que independe do pesquisador.

No Materialismo Histórico-dialético, o processo de conhecimento não se dá pelo imediatismo do pensamento, o conhecimento do real não se limita ao dado, pensado ou sentido, pois se o pensamento se limita a isso, ele se coloca na objetividade e no evidente. Além disso, Marx (2000b, p.880) afirma que: “(...) toda ciência seria supérflua se houvesse coincidência imediata entre a aparência e a essência das coisas (...)”, portanto temos que considerar essa distinção dos processos de investigação do real, assim como, do método de investigação e de exposição da pesquisa.

Para Marx e Engels (2009), o Materialismo Histórico-Dialético propõe uma perspectiva concreta, definindo o material como real, como por exemplo tudo que há na natureza e que foi criado pelo homem em sua atividade produtiva, a realidade não parte da ideia, ela é histórica e social. O modo de produção da vida material condiciona o processo em geral de vida social, política e espiritual, de acordo com Engels (1989), foi proposta uma nova perspectiva concreta uma concepção materialista de história para explicar a consciência dos homens através do ser deles, ao invés de, do até então, o seu ser através da sua consciência. “Não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas, ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência” (Marx,2008, p. 47).

O Método MHD tem como principal característica a de que o estudo pesquisado deve se dar de forma mais ampla possível, tendo assim uma melhor compreensão sobre o real, de modo que permita o conhecimento da realidade em sua totalidade.

Para Lukács:

A categoria de totalidade significa (...), de um lado, que a realidade objetiva é um todo coerente em que cada elemento está, de uma maneira ou de outra,

em relação com cada elemento e, de outro lado, que essas relações formam, na própria realidade objetiva, correlações concretas, conjuntos, unidades, ligados entre si de maneiras completamente diversas, mas sempre determinadas (Lukács, 1967, p. 240).

Marx (2020a) relata importantes indicações metodológicas, porém ele comenta que um único ponto importa, que é descobrir as leis dos fenômenos estudados, e não descobrir somente em um dado momento os relacionamentos dos elementos de um fenômeno, mas sim a lei de suas modificações e de sua evolução.

Com isso, no Método MHD é conveniente distinguir o método de pesquisa/investigação e o método da exposição na pesquisa em educação. Harvey (2013), aborda que Marx, em *O Capital*, tem como objetivo compreender o funcionamento do capitalismo a partir de uma crítica da economia:

[...] Para realizar tal projeto, precisa desenvolver um aparato conceitual que o ajude a entender toda a complexidade do capitalismo e, em uma de suas introduções, explica como planeja realizar isso. “Sem dúvida”, escreve ele no posfácio à segunda edição, “o modo de exposição tem de se distinguir, segundo sua forma, do modo de investigação” (Harvey, 2013, p. 17).

Assim, o método em Marx (2009) nos orienta em um primeiro momento na análise do fenômeno educativo pesquisado, para que depois realizemos sua síntese. São dois caminhos em um mesmo processo: o de ida revela as categorias de análise, além das contradições do fenômeno, o de volta reorganiza o fenômeno, que antes se apresentava de maneira caótica, de difícil compreensão, para assim, revelar sua essência, ou seja, suas múltiplas determinações. É pelo método de investigação que compreendemos as relações internas do objeto de estudo. As idas e vindas são várias, é no processo de investigação que surgem as categorias que revelam as determinações do fenômeno. O método de exposição tem como ponto de chegada, o ponto de partida, entretanto o fenômeno estudado já não se apresenta da mesma forma, em que o concreto pensado é resultado de múltiplas determinações.

De acordo com Frigotto (2010), a pesquisa inicia-se pela apropriação das condições reais em que se encontra o objeto de estudo ao analisar as relações internas de seus elementos, depois pela revisão bibliográfica do que já se tem produzido sobre os fenômenos em questão, para assim definir o método, e por fim realizar a análise dos dados. Esse movimento remete ao método de investigação

enquanto perspectiva analítica do objeto; enquanto o momento de síntese aponta para a exposição do estudo de maneira orgânica, em que o objeto estudado em movimento é refletido nas considerações expostas.

Lefebvre (2009) relata que Marx foi o primeiro a adotar e empregar de modo coerente o método dialético, destacando os aspectos e os elementos contraditórios da realidade, os quais se compõem em um processo de unidade. De acordo com Lefebvre (1995), podemos apresentar do seguinte modo as regras práticas do método materialista histórico-dialético:

- a) Dirigir-se à própria coisa. Nada de exemplos exteriores, de digressões, de analogias inúteis; por conseguinte, análise objetiva;
- b) Apreender o conjunto das conexões internas da coisa, de seus aspectos; o desenvolvimento e o movimento próprios da coisa;
- c) Apreender os aspectos e momentos contraditórios; a coisa como totalidade e unidade dos contraditórios;
- d) Analisar a luta, o conflito interno das contradições, o movimento, a tendência (o que tende a ser e o que tende a cair no nada);
- e) Não esquecer, é preciso repeti-lo sempre que tudo está ligado a tudo; e que uma interação insignificante, negligenciável porque essencial em determinado momento, pode tornar-se essencial num outro momento ou sob um outro aspecto;
- f) Não esquecer de captar as transições: transições dos aspectos e contradições, passagens de uns nos outros, transições no devir. Compreender que um erro de avaliação (como, por exemplo, acredita-se estar mais longe no devir do que o ponto em que se está efetivamente, acreditar que a transição já se realizou ou ainda não começou) pode ter graves consequências;
- g) Não esquecer que o processo de aprofundamento do conhecimento que vai do fenômeno à essência e da essência menos profunda à mais profunda é infinito. Jamais estar satisfeito com o obtido. "Naquilo com que um espírito se satisfaz, mede-se a grandeza de sua perda" (Hegel). Pensamento admirável, 20 qual objetivamos, todavia, que apenas um "espírito" se satisfaz; e que um homem digno desse nome não conhece nem a satisfação nem a vã inquietação e a angústia dos "espíritos";
- h) Penetrar, portanto, mais fundo que a simples coexistência observada; penetrar sempre mais profundamente na riqueza do conteúdo; apreender conexões de grau cada vez mais profundo, até atingir e captar solidamente as contradições e o movimento. Até chegar-se a isso, nada foi feito;
- i) Em certas etapas do próprio pensamento, este deverá se transformar, se superar: modificar ou rejeitar sua forma, remanejar seu conteúdo retomar seus momentos superados, revê-los, repeli-los, mas apenas aparentemente, com o objetivo de aprofundá-los mediante um passo atrás rumo às suas etapas anteriores e, por vezes, até mesmo rumo a seu ponto de partida, etc. (Lefebvre, 1995, p. 241).

Dado isso, podemos dizer que o método do Materialismo Histórico-Dialético retrata uma análise dos fenômenos, de modo a apreender o desenvolvimento e o movimento das coisas (objetos e fenômenos) a serem estudadas em sua totalidade,

de modo a entender o movimento das contradições e sua interdependência na busca pela superação por incorporação.

A partir desses pressupostos do Método Materialista-Histórico-Dialético, na subseção a seguir vamos falar sobre o Método Genético Experimental da Teoria Histórico-Cultural, explicando-o tanto como uma expressão do Método Materialista-Histórico-Dialético, quanto como um processo criativo de novas ações ou procedimentos de investigação. Assim, iremos evidenciar os caminhos teóricos-metodológicos pelos quais a Teoria Histórico-Cultural pode se constituir como uma importante fundamentação para as pesquisas em Educação.

Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934), ao tomar como objeto de pesquisa o psiquismo humano, buscou compreender o desenvolvimento psicológico ontogênico do ser humano no processo histórico-cultural, com base nas categorias do Materialismo Histórico-Dialético. Para isso, propôs a busca por um método, por ser uma das tarefas mais importantes na pesquisa. Já que o método que abarque as questões sobre a formação e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores precisava ser:

ao mesmo tempo premissa e produto, ferramenta e resultado da pesquisa. [...] A revelação total do método deve ser o objetivo de toda a obra em seu conjunto. O método deve ser adequado ao objeto que está estudando. [...] o problema do método é o início e a base, o alfa e o ômega de toda a história do desenvolvimento cultural da criança (Vygotski, 1996, p. 47, tradução nossa).

Essa teoria tem seu próprio método de investigação, no qual os conceitos são compreendidos a partir das dimensões epistemológica, lógica, filosófica e ontológica, não só um procedimento. Assim, para Vigotsky, “O método, nesse caso, é ao mesmo tempo premissa e produto, ferramenta e resultado da investigação” (Vygotsky, 2000, p.47, tradução nossa), logo deve possuir essencialidade teórica revelando essência.

Vigotski (1991) centrou-se na raiz do problema acerca do desenvolvimento das funções psicológicas superiores da existência humana na atividade mediada pelos signos, ferramentas, instrumentos psicológicos e físicos, respectivamente. Ressalta-se que a linguagem seria o sistema de signos mais importante, determinante para todo o desenvolvimento cultural do sujeito.

O autor apoiou-se no MHD, devido a esse método abarcar as contradições

dialéticas coexistentes no objeto de estudo, em um processo de busca de uma unidade, para assim elaborar sua tese sobre a crise da psicologia. Foi assim que o método nos auxiliou a desmembrar o objeto de estudo e os fenômenos da realidade em unidades interconectadas com os objetivos primordiais de toda pesquisa, de modo a sistematizar e generalizar em conceitos.

Para Vigotsky (2000), o método é de suma importância em uma pesquisa e, caso não seja definido, a pesquisa tende a ter insucesso. É o método que orienta a atividade de pesquisa na direção de compreender o objeto de estudo dos fenômenos. Assim, Vigotski (2000a, p.101) expõem que:

[...] nosso método pode ser qualificado como genético experimental na medida em que provoca e cria artificialmente o processo genético do desenvolvimento psíquico. Deve-se dizer agora que é aqui que reside a tarefa fundamental da análise dinâmica. Se ao invés de analisarmos o objeto analisarmos o processo, nossa principal missão seria, evidentemente, restaurar geneticamente todos os momentos do desenvolvimento do referido processo (Vygotsky, 2000a, p. 101, tradução nossa).

Ao apresentar o método genético experimental, Vigotsky (2000) abordou o desenvolvimento psicológico humano como processo histórico-cultural, partindo do objeto ou fenômeno real, tendo como principal característica a análise por unidade, considerando, assim, o objeto de investigação em suas múltiplas determinações em sua totalidade. Entretanto, o método genético não diz respeito apenas à pesquisa experimental (Vygotski, 1997), mas também a pesquisas teóricas, uma vez que seus princípios e pressupostos sustentam os procedimentos metodológicos de ambas as pesquisas, apesar destes últimos serem específicos de cada uma.

Para isso, os objetos e fenômenos devem ser estudados em dimensão histórica, a qual está em movimento, captando para além da aparência, ou seja, compreendendo a essência sob a lógica dialética. O que nos colocou a pensar como o termo pensamento computacional apresenta-se em outros países, tanto na área de conhecimento da Ciência da Computação, quanto na área de ensino dessa ciência.

Conforme sustenta Vigotsky (2000), há três momentos determinantes para análise do Método Genético Experimental:

[...] os três momentos decisivos que fundamentam essa análise: análise do processo e não do objeto, que revela o vínculo dinâmico-causal efetivo e sua relação em vez de pistas externas que interrompem o processo;

consequentemente, de uma análise explicativa e não descritiva; e, finalmente, a análise genética que volta à estaca zero e restaura todos os processos de desenvolvimento de uma forma que em seu estado atual é um fóssil psicológico (Vigotsky, 2000, p. 105-106, grifos nossos, tradução nossa).

No primeiro momento, a tarefa colocada pela análise, de converter objeto em processo, consiste em apresentar experimentalmente toda forma superior de comportamento não como objeto, mas sim como um processo. Por ser um estudo em movimento, não iremos do objeto às suas partes, mas até seus momentos isolados.

Enquanto isso, o segundo momento, consiste em contrapor as tarefas descritivas e explicativas da análise, ao discutir que na velha psicologia o conceito de análise coincidia com o conceito de descrição, sendo contrário à tarefa de explicar os fenômenos. Vigotsky (2000) defende que a verdadeira função da análise em qualquer ciência é a de revelar as relações e nexos dinâmico-causais, pois constituem a base de todo fenômeno ao se tornar a explicação científica dele. de modo a desvelar as relações dinâmico-causais existentes na realidade. A explicação científica do fenômeno estudado não se restringe à descrição, ou seja, não ignora as manifestações externas dos objetos, mas tampouco se limita a elas.

Por fim, o terceiro momento consiste na dificuldade de realizar a análise genética de modo a ir à raiz do objeto de estudo, reorganizando os conceitos que anteriormente estavam automatizados ou mecanizados e que, por serem sucessivamente repetidos por um longo período de tempo, são de difíceis análises.

Ao apresentar os três momentos que fundamentam a análise, Vygotsky (2000) permitiu contrapor a nova análise psicológica à antiga, ao apresentar os fundamentos do método Genético Experimental. São essas bases que sustentam os procedimentos metodológicos desta pesquisa, que serão apresentados a seguir.

Analisar os acontecimentos sob a lógica formal é fundamentar-se nas leis empíricas, o que permite apenas abstrair e descolar os fenômenos da realidade por meio de percepções e sensações. Superar essa lógica é possível pela perspectiva histórico-dialética em ascensão do abstrato ao concreto. Vigotski (1996) menciona a crise da psicologia exemplificando sua crítica ao método da lógica formal. Ao rejeitar o empirismo e todo método e metodologia que se fundamenta na lógica formal, como o método da Psicologia, mencionou que por meio desse não se apreender a essência

do conhecimento em movimento em um contexto histórico de desenvolvimento. Portanto, a missão dessa Psicologia, assim como de toda ciência fundamentada no MHD, é a de estruturar e ser o centro da futura sociedade, de uma nova sociedade, que desenvolva coletivamente suas funções psíquicas superiores, ou seja, uma consciência coletivista.

3.2 Procedimentos Metodológicos da Pesquisa Teórica

O processo de definição dos caminhos teórico-metodológicos é essencial para o fazer da ciência, pois delimita os procedimentos necessários para investigar e explicar as indagações do pesquisador a respeito do objeto investigado (Leontiev, 2021). Realizamos o embasamento teórico caracterizado pelo conhecimento posto por pesquisas anteriores, permitindo situar e desenvolver uma base concreta para realização da pesquisa científica (Mazzotti, 1991). Nesta pesquisa, foram explorados principalmente os conceitos: Pensamento Computacional e Teórico, sob a luz da Teoria Histórico-Cultural; essenciais para entender o escopo desta pesquisa, o que não impediu que outros conceitos emergissem durante a atividade de pesquisa e exposição da pesquisa.

Devido à situação de agravamento da pandemia sanitária, o delineamento metodológico desta pesquisa de doutorado necessitou ser modificado, de modo a se adequar às condições concretas de sua realização. Mantivemos o método materialista histórico-dialético e retiramos o experimento da pesquisa e refizemos os procedimentos de acordo com a pesquisa teórica, pois partimos do princípio da práxis, de que não há primazia teórica sobre a prática, como no modo de produção capitalista que prioriza a divisão social do trabalho (Vázquez, 2011).

Compreender e explicar o objeto investigado e o pensamento teórico, com embasamento na THC, nos leva a partir da realidade prática. Martins e Lavoura (2018, p. 225, grifos nossos) argumentam que há um pressuposto de análise o qual deve-se evidenciar, que é “a dimensão epistemológica do conhecimento científico que permite a humanidade a sistematizar um conjunto de postulados acerca de como é possível conhecer a realidade natural e social”, ao apresentarem o MHD e seus contributos para a investigação científica em educação. Incluída a essa, não como uma parte a

ser somada, mas como corpo integrado de modo sistêmico, temos a dimensão ontológica, que se constitui histórica e socialmente pela e na atividade prática humana, de modo coletivo.

Logo, dos mais variados conhecimentos produzidos historicamente pela sociedade, na atividade de pesquisa que realizamos, nos debruçamos a discutir sobre o conhecimento científico. Por compreendermos esse como um modo de explicação da vida, nosso objeto centraliza-se na compreensão do que é o pensamento computacional e quais as intencionalidades estão por trás do rompante de necessidade da sua inserção na educação formal.

Ao sistematizar um método de pesquisa, em atividade, precisamos considerar os pares dialéticos lógico-histórico e teórico-prático. Nesse processo, o conhecimento é entendido como uma especificidade humana, ou seja, produto do trabalho (Kopnin, 1978; Leontiev, 2021; Marx, 2020a). O conhecimento científico e teórico se faz mediante reflexo do movimento real do objeto investigado no pensamento, o real é reproduzido no pensamento, de forma subjetiva.

Devido à apreensão não se dar de imediato, pelo simples contato com o objeto, não é pela via dos fatos perceptíveis a primeiro momento que serão extraídos os elementos e dados para análise e conhecimento da realidade. Sair da empiria requer que não apenas descrevamos o fenômeno, ou seja, é preciso também superar a aparência em um percurso metodológico. Essa condição suficiente e necessária requer avançar de modo a alcançar a essência do fenômeno estudado, isto é, trazendo novos elementos que compõem a realidade.

Pesquisar em educação, a partir dos pressupostos da THC, que se baseia no método histórico-dialético, é considerar que a pesquisa surge como produto do trabalho humano, que se revela e se realiza no próprio movimento de investigação do fenômeno. Por fim, sintetizamos, mas não de modo a simplificar o que trouxemos acima, apoiados em Demo (1985), que uma pesquisa teórica, em que são aprimorados os conceitos científicos, tem por objetivo a formulação de quadros de referência.

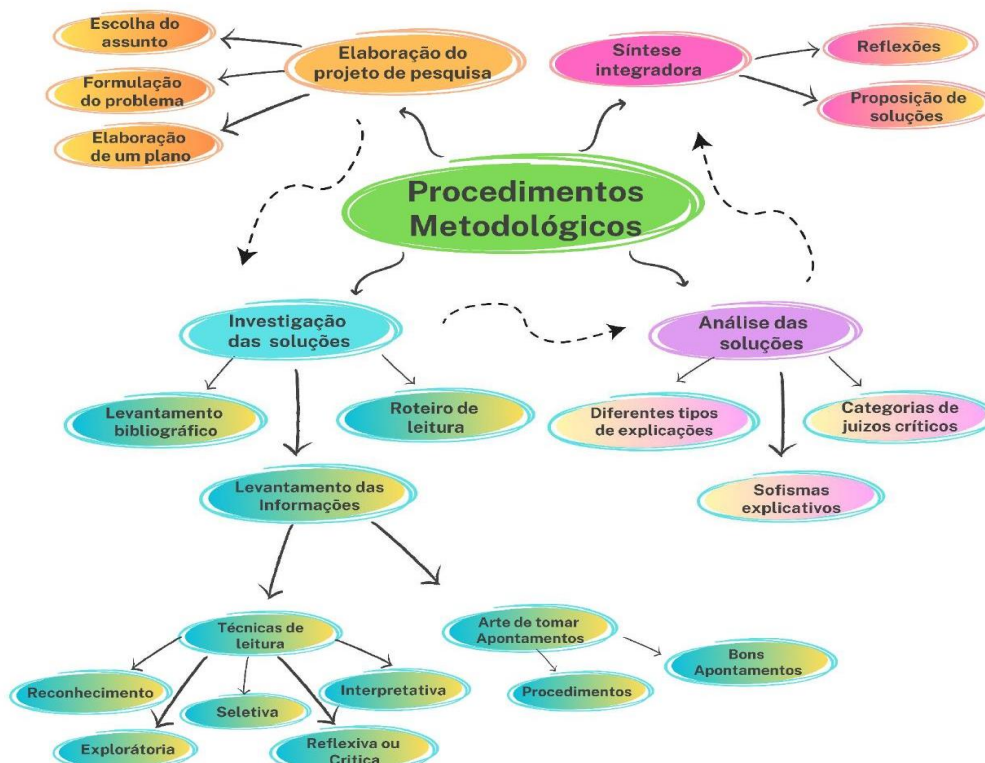
Destarte, para realizar esta pesquisa teórica fundamentada no Materialismo Histórico-Dialético temos que seguir no encontro com a afirmação de Vygotsky (2000), de que o método permite estudar a gênese dos objetos e os fenômenos em

movimento, dentro do seu contexto histórico e cultural. Assim, uma pesquisa de cunho teórico deve aprofundar as especificidades do objeto de estudo, já que um processo de constante mudança orienta o processo investigativo e de análise dos objetos e fenômenos da realidade humana.

Na mesma direção, Salvador (1977), em sua obra *Métodos e Técnicas de Pesquisa Bibliográfica*, relata que um estudo teórico segue uma sequência ordenada de procedimentos, elaborados a partir da reflexão pessoal e da análise de documentos escritos, originais e primários, denominados fontes.

Para a presente investigação, adotamos o protocolo de métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica sistematizado pelo autor supracitado, que propõe a sequência ordenada de procedimentos apresentada a seguir.

Figura 4 - procedimentos metodológicos baseado em salvador (1976)



Fonte: Elaborado pela autora baseado em Salvador (1977)

A sequência de procedimentos metodológicos é embasada nas quatro etapas de um processo contínuo

1) *Elaboração do Projeto de Pesquisa*: etapa em que se escolhe o assunto, formula-se a pergunta de pesquisa e elabora-se o plano que visa buscar as respostas às questões formuladas; 2) *Investigação das Soluções*: etapa na qual ocorre o levantamento bibliográfico, levantamento das informações e o roteiro de leitura; 3) *Análise das Soluções*: é o momento da análise explicativa das soluções a partir dos dados obtidos nas obras selecionadas, de acordo com a metodologia e referencial teórico adotado na pesquisa; 4) *Síntese Integradora*: é o produto do processo de investigação, resultante da reflexão e na proposição de soluções dos documentos resultando na escrita final.

Na primeira etapa, relativa à *Elaboração do projeto de pesquisa*, o tema escolhido foi devido à inquietação diante do uso de tecnologias na educação: se a Ciência da Computação busca um diálogo com a educação e as demais áreas do conhecimento, porque nós da educação, enquanto pesquisadores, também não deveríamos buscar esse diálogo na academia com eles? Outra inquietação foi que o processo do ensino de PC nos leva a uma falsa compreensão de que professores e estudantes que estão ensinando e estudando conceitos propriamente ditos da computação. Assim, a nossa pergunta de pesquisa foi a seguinte: *O pensamento computacional, como está proposto na BNCC e no seu complemento na fase Pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental, está estruturado em direção ao desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes como proposto na Teoria Histórico-cultural?*

A motivação desta pesquisa está na importância de realizá-la com enfoque na Educação Infantil, fase Pré-escolar e nos dois primeiros anos iniciais do Ensino Fundamental - devido à BNCC definir que a alfabetização deva acontecer nesses primeiros anos de escolarização. Para isso, analisamos a organização do ensino do pensamento computacional enquanto proposta de implantação nas escolas, conforme apresentado e estruturado nos documentos da BNCC e complemento da SBC voltados à Educação Básica (Brasil, 2018a, 2022).

Apresentamos também as diferentes concepções sobre o termo Pensamento Computacional, tanto no Brasil quanto em outros países que priorizam o seu ensino na Educação Básica. Essa ação focou na necessidade de discutir a importância da formalização e conceituação do termo, o que podemos ver destacado na análise dos

documentos da BNCC, que superficialmente menciona a sua importância para a educação e conseqüentemente relata sobre como deve ser o seu ensino.

Logo, para que essas ações de estudo se concretizassem, foram necessárias outras ações e operações. Em ordem de apresentação, mas não de execução, focamos na compreensão do pensamento computacional e os conceitos que vêm sendo relacionados com a matemática, principalmente em relação ao desenvolvimento do Pensamento Teórico, e especificamente na Educação Infantil na fase da Pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental.

A fim de alcançar as múltiplas determinações do nosso objeto de pesquisa, o conhecimento científico computacional e o desenvolvimento dos conceitos, nos aproximamos paulatinamente no movimento de desvelar as relações entre estes. Assim, propusemos como ação de pesquisa a identificação das contribuições teóricas do Pensamento Computacional, na área da matemática e da Teoria Histórico-Cultural, de modo a aprofundar a compreensão do seu papel no desenvolvimento do pensamento teórico. Com isso, visamos defender a tese de que o pensamento computacional como apresentado nos documentos oficiais não se caracteriza como pensamento segundo a Teoria Histórico-cultural.

Enquanto isso, a segunda etapa: *Investigação das soluções*, que não necessariamente aconteceu em subsequência à primeira, envolveu dois momentos, mas que se interligaram: o levantamento bibliográfico e o levantamento das informações, as quais correspondiam as buscas mediante um roteiro de leitura.

Para realizar o levantamento bibliográfico seguimos:

1. Critérios para o levantamento bibliográfico inicial;
2. Critérios de inclusão e exclusão; e
3. Materiais identificados e selecionados.

O levantamento bibliográfico iniciou-se com livros teóricos dos autores do Materialismo Histórico-Dialético e da Teoria Histórico-Cultural; passando por uma ampla busca de periódicos, teses dissertações nacionais e internacionais. Realizamos uma busca sistemática da literatura visando buscar as publicações sobre o pensamento computacional na educação e os documentos norteadores na educação

brasileira. Na pesquisa documental realizamos uma investigação sobre o ensino de computação na educação básica (em nível mundial e no Brasil), e os conceitos adotados sobre o que seria o pensamento computacional.

A partir disso, os estudos teóricos iniciaram-se desses conceitos que a Ciência da Computação adota sobre o Pensamento Computacional. Somente então, seguimos para compreender o objeto de estudo da computação e como os autores da THC nos apoiariam teoricamente, com seus estudos e pesquisas sobre o desenvolvimento da teoria da atividade, do pensamento teórico e da teoria da criatividade.

Destacamos que, após a qualificação, os professores que compuseram a banca trouxeram indicações de autores e obras que foram imprescindíveis para o adensamento teórico das análises. Todo esse movimento após a qualificação nos levou enquanto pesquisadores não a abandonar o que estudávamos, mas a incorporar elementos que resultaram em uma nova qualidade para a escrita desde o capítulo sobre o referencial teórico. Houve um salto significativo e uma reestruturação da pesquisa, desde um novo olhar para a pergunta de pesquisa, bem como para avançar nas discussões sobre o que é pensamento computacional. Por fim, passamos a considerar outras dimensões sobre o ensino das tecnologias, como por exemplo o fato da plataformização tender à separar o trabalho pedagógico, fenômeno através do qual professores e estudantes se distanciam de suas atividades, de ensino e de estudo, respectivamente. Ainda mais, como essas influências externas e desvinculadas do processo escolar podem alterar a estrutura de uma sociedade, o que reflete em um projeto educação que se apresenta em um modelo econômico capitalista.

A partir desse momento formativo da qualificação, voltamos para os procedimentos metodológicos e reorganizamos nossa pesquisa, direcionando olhares para os documentos oficiais da BNCC e da Computação, sob um novo olhar e novas considerações sobre o objeto a ser estudado, o que influenciou também o terceiro momento dos procedimentos metodológicos dessa pesquisa.

No *levantamento das informações*, terceiro momento, a leitura passou a ser a técnica principal do estudo teórico das publicações selecionadas, pois permitiu identificar os dados, as relações e as informações necessárias. Foi nesse momento que buscamos respostas relevantes para distinguir os materiais de estudo e organizá-

los, ou seja, observamos as relações existentes de modo a destacar as suas origens, efeitos e finalidades.

A elaboração do *roteiro de leitura* expressou a síntese dos procedimentos e dos bons apontamentos. Essa se apresenta sintetizada no formato de quadro, de modo a revelar o conteúdo pertinente ao assunto estudado e a reconhecer o que é válido na pesquisa. Para que assim, posteriormente, fosse descrito e examinado em uma próxima etapa, a da *Análise das soluções*. Assim, com esses passos metodológicos expressamos o aporte fundamental para a pesquisa teórica, por meio das considerações expostas, os critérios definidos em busca de soluções ao objeto de estudo proposto.

Vale ressaltar que os procedimentos da metodologia da parte da pesquisa bibliográfica não foram realizados de maneira linear, como pode parecer na descrição das etapas da pesquisa bibliográfica e posterior ao momento da qualificação. O que implica uma produção científica que se aproxima do método dialético. Pois apesar de cada etapa complementar-se, muitas vezes precisamos ir da última etapa novamente à primeira e assim por diante.

Na etapa das *Análises das Soluções*, já temos a coleta dos materiais selecionados, momento em que analisamos de forma crítica e conceitual os documentos em que realizamos o levantamento. Nesse momento, tentamos justificar e explicar as informações contidas nos materiais, selecionando os dados principais. Ao realizarmos o levantamento das fontes, buscamos as respostas dos problemas que nos propomos a resolver. Diante dos diferentes tipos de explicações, buscamos as explicações que possuem a estrutura dedutiva em que a explicação é consequência da lógica das premissas. No sofisma explicativo, buscamos as indicações que devem ser aprofundadas e ampliadas. Nas categorias de juízo críticos, apresentamos o roteiro de trabalho para análise das afirmações dos autores, visando compreender o significado e as evidências de suas afirmações.

Na última etapa, que é a da *Síntese Integradora*, momento final da pesquisa, trazemos as análises, reflexões e conclusões dos dados coletados, visando a soluções e sínteses. É o momento da pesquisa em que fazemos o diálogo com o material selecionado, diante das leituras e anotações, formulando uma tese e obtendo respostas a todos problemas que o assunto resolve.

Nas etapas de *Análises das Soluções* e de *Síntese Integradora*, discutiremos aprofundando os passos nas próximas seções onde traremos nossas análises e conclusões.

4 ANÁLISE

Nesta seção, apresentamos as análises e discussões obtidas a partir da investigação das soluções, passando pelo levantamento das informações e posteriormente pela elaboração do roteiro de leitura nesta tese de doutorado diante da nossa categoria de análise, que foi estruturada e apoiada nos procedimentos metodológicos de Salvador (1977). Retomamos a nossa questão norteadora de pesquisa: *O pensamento computacional, como está proposto na BNCC e no seu complemento na fase Pré-escolar e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental, está estruturado em direção ao desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes como proposto pela Teoria Histórico-cultural?* Ela é que nos direciona para a análise das soluções e síntese integradora.

A análise das soluções está organizada com base em questões norteadoras que chamamos de eixos diretivos, os quais obtivemos quando realizamos a *arte de tomar apontamentos*. Nesta etapa, encontramos os procedimentos e apontamentos principais dessa pesquisa, que foram fundamentais e nos deram apoio.

- Quais intencionalidades estão por trás da elaboração de diversas normas técnicas e complementos por parte da SBC?
- Por quais motivos a BNCC incorporou o pensamento computacional na Educação Infantil e no Ensino Fundamental?
- Outros nomes já foram utilizados no lugar de pensamento computacional?
- O que se nomeia por pensamento computacional hoje?
- Há apropriação de conceitos e/ou “ideias” de outras ciências devido a uma não formalização do pensamento computacional? Caso haja, podemos destacar exemplos?
- O que é pensamento computacional na Teoria Histórico-Cultural? E no componente curricular da Matemática na BNCC? E no complemento da BNCC de Computação?
- Há organização do ensino para uma apropriação do conhecimento teórico pelos estudantes ao estudarem o pensamento computacional conforme direcionamento da BNCC e seu complemento?

Assim, os eixos diretivos norteadoras nos dão o suporte para alcançar e auxiliar o desenvolvimento dos resultados gerais das investigações analisadas, bem como responder a questão dessa pesquisa teórica, dando suporte, assim, para concluir nossa tese de que *O pensamento computacional como apresentado nos documentos oficiais não se caracteriza como pensamento segundo a Teoria Histórico-Cultural*. Diante dos pressupostos da THC, propomos formas de organização tanto da estrutura como dos conteúdos, formalizando diretrizes que nos auxiliaram nas respostas e diálogos com a teoria em que nos apoiamos e assim alcançar nosso objetivo principal que é *apresentar as diferentes concepções e o percurso sobre o termo “pensamento computacional”, trazendo a necessidade de formalização e conceituação*.

Assim, categorizamos três eixos orientadores para análise. A nossa primeira categoria de análise é *O conceito da terminologia pensamento computacional*, na segunda trataremos sobre *Critério dos Documentos oficiais e norma e*, por último, a *Organização de ensino e formação do pensamento teórico*.

4.1 O conceito da terminologia "pensamento computacional" no Brasil: relação com a educação e o modo de produção capitalista

O termo Pensamento Computacional tem sido muito debatido nos documentos oficiais normativos e nos currículos estaduais e municipais brasileiros. O ensino da computação nas escolas brasileiras de educação básica apresenta-se organizado e distribuído nos Campos de Experiências, Componentes Curriculares e Itinerários Formativos. A justificativa do seu ensino aparece fortemente na BNCC, ganhando destaque na Matemática, em específico na unidade temática Álgebra, na etapa Ensino Fundamental e no seu complemento BNCC-Computação. Reiteramos, que a programação tão valorizada no Pensamento Computacional não soluciona todos os problemas. Acerca disso, discorreremos a seguir.

Antes de chegarmos às definições da terminologia “pensamento computacional”, apresentado (ressurgido) e popularizado em 2006, por Jeannette Wing, muitos estudos já mostravam a concepção de que os computadores podem ser usados para ensinar. A história começou com a máquina de ensinar desenvolvida por Sidney Pressey em 1924, muito parecida com uma máquina de escrever, tendo uma

janela para gerenciar questões e outra para responder. Em 1929, Lazerte desenvolveu o cilindro para solucionar problemas, ele apresentava um problema para um aluno e depois conferia se a resposta estava certa.

A máquina de pensar, aprimorada por Skinner no início dos anos 1950, e muito usada até o início dos anos 1960, tinha como proposta “ensinar” conceitos de instrução programada e era fortemente embasada no Behaviorismo. Como mencionado, ela era dividida em módulos, tinha suas respostas no foco comportamental e de estímulos. Entretanto, não se popularizou, pois era complicada a produção desses materiais e não havia padronização.

Em 1956, foi desenvolvido o primeiro sistema adaptativo de ensino, o Saki, por Gordon Park e Robin McKinnon-Wood. O sistema ajustava as questões a serem desenvolvidas pelos alunos de acordo com níveis que eles eram classificados.

Em 1967, foi desenvolvida a linguagem de programação Logo, pelo matemático Seymour Papert e colaboradores, que tinha como objetivo prover a compreensão e desenvolvimento do pensamento de acordo com os comandos que os alunos realizavam para os movimentos do robô (tartaruga). Por ser restrito aos grandes computadores das universidades, a linguagem Logo somente se popularizou na década de 1980, devida a utilização dos computadores pessoais.

Papert, ao propor o Logo, se baseia no que chamou de “Construcionismo”, teoria inspirada no “Construtivismo” de Piaget, embasada na teoria de aprendizagem a partir das competências do computador. Teoria esta que visava ao estudante como protagonista da construção de seu conhecimento e a aprendizagem como “construção da própria criança”, sendo assim, o centro no processo, deixa de ser no professor. O Construcionismo é fortemente utilizado na área da tecnologia da educação, inspirando o desenvolvimento de novas metodologias ativas, como Cultura Maker, Ensino Híbrido e STEAM, que atua nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Diante do nosso referencial teórico, em Vigotsky (2000, 2007), e Davidov (1982), o Construcionismo vai na contramão da Teoria Histórico-Cultural, pois o sujeito não vai se apropriar sozinho do conceito, é necessário a mediação para que ocorra a apropriação do conceito, desencadeando, assim, as funções psicológicas superiores promotoras do pensamento teórico.

Porém, diante das dimensões do que foram desenvolvidos e apresentados como ferramentas computacionais que promoviam o ensino, podemos historicamente dizer que já se discutia o “pensar computacionalmente” muito antes daquilo que é concebido como pensamento computacional dos dias de hoje. Muito do que embasa o PC é resultante dos estudos de Polya, que, em 1945, já tinha escrito sobre disciplinas e métodos mentais na resolução de problemas matemáticos.

Alan Perlis, em 1960, trouxe à tona o termo “algoritmização”, por compreender que os computadores iriam automatizar os processos e transformá-los em todos os campos. No mesmo ano, juntamente com Allen Newell e Herb Simon, argumentaram que o “pensamento algoritmo” seria um processo de instruções para que a máquina realizasse soluções computacionais e assim, distinguia a Ciência da Computação de outras ciências. Já em 1979, Dijkstra escreveu sobre hábitos mentais computacionais e descreveu sobre como programar com o uso eficaz da abstração e *design*.

Somente na década de 1980, o termo Pensamento Computacional surge, quando Seymour Papert o menciona no livro *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas* e reaparece de modo aprofundado no artigo *An Exploration in the Space of Mathematics Educations*. Papert buscava meios de integrar o pensamento computacional nas tarefas diárias dos estudantes. Mesmo que haja a utilização de termos similares ou até mesmo o próprio termo de pensamento computacional, como vimos, fica evidente a diversidade de terminologias que referenciam ou incluem Pensamento Computacional, seus conceitos e práticas. O matemático realizou pesquisas sobre como a programação, utilizando a linguagem LOGO, poderia ser utilizada para facilitar o aprendizado de matemática. Entretanto, compreendemos que mesmo que conceitos como variáveis, recursividade, entre outros e os princípios de depuração, construção de estruturas complexas e decomposição de um todo complexo estejam objetivados na linguagem, não significa que, ao programar em LOGO, os estudantes vão se apropriar. Não partimos do mesmo ponto que os construcionistas na relação ensino aprendizagem. O contato com a ferramenta tecnológica não garante que os estudantes vão se apropriar do conhecimento teórico em movimento de ascensão do abstrato ao concreto.

George Pólya, em *Arte de Resolver Problemas* (1978) é citado por Papert quanto à programação ser um exemplo tangível de resolução de problemas. Já que,

em sua concepção, pode-se sair da educação tradicional ao valorizar o protagonismo do estudante, que depura um problema ao ser resolvido, detectando e eliminando os erros (*bugs*) de um problema. Nesse sentido Papert (1980) toma que essa metodologia leva ao pensamento procedural, alinhado à compreensão de que as pessoas acabam pensando como um computador ao trabalharem por muito tempo com estes, o que influencia de forma positiva a resolução de problemas nas mais diversas circunstâncias (Papert, 1980).

Com isso, Wing em 2006, trouxe à tona novamente o termo pensamento computacional, popularizando-o pelo mundo todo. A pesquisadora trouxe o termo como uma habilidade que todo ser humano deve ter e saber sobre a sociedade moderna. Com isso, Wing difundiu a ideia de que o PC não se limita apenas ao conhecimento de cientistas da computação, mas a todos, por envolver a resolução de problemas. Além de que, na educação escolar, o PC precisa estar nas mais diferentes áreas de conhecimento, permeando a leitura, a aritmética e a escrita, desde a infância. Assim, Wing apresentou o PC como um processo de resolução de problemas apoiado em conceitos computacionais e com as informações organizadas e analisadas de forma lógica.

Foi na tentativa de formalização do termo que outros estudiosos desenvolveram pesquisas e definições para PC. Dentre as que mencionamos como as mais significativas, nenhuma chegou a realizar uma definição geral para PC, que fosse aceita com unanimidade, apresentando unicidade e sistematização. Dentre as definições já apresentadas nesta tese, podemos apresentar alguns conceitos-chave nas definições de PC que foram mobilizados e apresentados em pesquisas aqui destacadas:

- Utilização do computador como instrumento do aumento cognitivo e operacional humano;
- Habilidade desenvolvida para aplicação na criação de programas computacionais;
- Compreensão como metodologia, ou processos, ou abordagens para resolver problemas;
- Habilidades lógicas usadas em conjunto com os conceitos centrais da computação para resolver problemas;
- Aplicação de ferramentas e técnicas da ciência da computação;

- Pensar nos problemas de forma que um computador consiga solucioná-los;
- Reconhecimento da computação no mundo e sua aplicação em ferramentas tecnológicas para compreender questões naturais e sociais;
- Habilidade restrita aos programadores, pois são utilizados conceitos computacionais.

As pesquisas lideradas por Wing (2006, 2008, 2014), Liukas (2015), BBC Learning (2015), Grover e Pea (2013) geraram as quatro bases (ou pilares) do Pensamento Computacional, que são: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstrações e Algoritmos.

Quando trazemos para o âmbito brasileiro, a SBC liderou os estudos, pesquisas, elaborações de documentos, definições e implementações de PC na educação básica. Ao trazer uma abordagem mais ampla do tema, vinculando os pilares em conceitos de abstrações, análises e automação, em 2019, a SBC definiu o PC como “a capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas de forma sistemática através da construção de algoritmos” (SBC, 2019).

Na BNCC (Brasil, 2018a), o termo pensamento computacional não é mencionado na Educação Infantil. Aparece principalmente na etapa do Ensino Fundamental, quando menciona os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem. Como dissemos anteriormente, o PC apresenta-se no documento nas relações com a Álgebra, diante de situações-problema apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos, no uso de algoritmos e de fluxogramas. Os quais podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática, pois a linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável, além da identificação de padrões para se estabelecer generalizações e decomposição (Brasil, 2018a).

Ao evidenciar as relações das competências do PC com as competências específicas das áreas de Linguagens, Matemática, Ciências da natureza e Humanas da BNCC de 2018, trazendo a ideia da relação de PC com todas as áreas, Mesquita *et al.* (2019) elencou em suas pesquisas as habilidades e competências do PC sendo como: abstração, decomposição, coleta, análise e representações de dados,

paralelismo algoritmos, automação, simulação. Ou seja, conclui-se que aparece mais nas áreas de conhecimentos da Matemática e Ciências da Natureza.

Diante das várias iniciativas que ocorreram para promover o uso de tecnologias nos espaços educacionais, os cientistas da computação passaram a dar maior atenção ao que foi utilizado e disponibilizado nas últimas décadas de tecnologia computacional no ambiente escolar (Valente, 2005, 2019), chegando à conclusão de que foi priorizada a utilização de ferramentas prontas como *softwares*, aplicativos, plataformas e até a própria da internet, e não o conhecimento em si das tecnologias. Com isso, voltou-se a utilizar fortemente o termo pensamento computacional, que foi isolado das concepções anteriores pelo mercado em produções tecnológicas, com a concepção de “aprender com o computador” e “pensar como o computador”. Pois seria mais lucrativo popularizar o uso dos computadores pessoais e vender *softwares* para as empresas e escolas com a ideia de informatizar.

Com a necessidade de suprir as demandas e a pressão do mercado de trabalho capitalista, em uma busca por diminuir custos, o surgimento de novas tecnologias levou a humanidade a elaborar novos processos para desenvolvimento dessas ferramentas. Essa necessidade das grandes empresas e da organização do modo capitalista, como em outros momentos históricos, é refletida nas escolas, isto é, influencia a organização e os processos de ensino e aprendizagem (Moises, 1999).

Essa virada, ou seja, essa reorganização do modo de produção, influencia e muda o foco do mercado de trabalho. O que antes estava voltado para a popularização, como a venda de computadores de uso pessoal e de *softwares* de escritório, agora que a maioria dos trabalhadores já têm acesso, volta-se, agora, na acelerada modernização e descarte dessas ferramentas, para a aquisição de outras consideradas mais novas, como aplicativos, sistemas operacionais e até *hardware* (Fernandes, 2002).

A cada nova revolução tecnológica, em que máquinas substituem as mais variadas funções que antes eram desempenhadas pelos humanos, converte-se esse trabalho morto em lucro. Exigências de saber operar com essas ferramentas tecnológicas do mercado pressionam, conseqüentemente, para “renovação” de uma escola voltada para os filhos dos trabalhadores (Davydov, 2017). Logo, ensinar o básico, como ler, escrever e fazer conta, como foi diante da primeira Revolução

Industrial, não é mais suficiente. Precisa-se ensinar também alguns conceitos tidos como elementares de computação, justificando que as tecnologias digitais estão presentes em praticamente todos os campos de trabalho. Portanto, se faz imprescindível a formação de cidadãos que estejam conectados e saibam interagir, imergidos em uma cultura digital, rumo à Revolução Industrial 5.0.

Ao mesmo tempo que pesquisas nos EUA de Pappert, na década de 1980, traziam a importância do computador em uma compreensão de que este seria um dia uma máquina de ensinar, Tikhomirov apresenta uma teoria de superação por incorporação às teorias da substituição e da complementação.

A teoria da substituição levou ao que conhecemos atualmente como processamento da informação. Como o próprio nome já diz, trazia que o computador iria substituir o ser humano em seu trabalho intelectual por sua rapidez e capacidade de armazenamento.

Por defenderem que o computador pode simular o pensamento humano, Tikhomirov (1981) chamou a atenção de que essa teoria torna o conhecimento algo fragmentado. Ao realizar pesquisas empíricas, testes em que os seres humanos e computadores resolviam os mesmos problemas, argumentou que o computador trabalha com símbolos por meio de regras sustentadas pela lógica matemática. Ou seja, a teoria da substituição assumia que pensamentos complexos poderiam ser decompostos em pensamentos mais simples, além de que a soma desses retornaria à complexidade anterior, sem perda de informações e ou modificações.

Vygotski e Luria (2007, p. 50) reconhecem a importância dos signos no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, em que:

devemos incluir no sistema de categorias psicológicas aquelas formas psicológicas externas de atividades – como a fala, a leitura, a escrita, o cálculo ou o desenho – que até agora eram consideradas externas e complementares em relação aos processos psíquicos internos (Vygotski; Luria, 2007, p. 50).

Ou seja, não há como atribuir juízo de valores aos signos sem levar em consideração os seus significados. Mesmo que os seres humanos operem no mundo real através dos símbolos com seus significados, em última análise, os humanos operam com os significados. A maneira como se resolve o problema pelo computador

não se assemelha ao modo como os seres humanos o resolvem, ainda mais quando os problemas envolvem grande complexidade.

Sobre a teoria da complementação, Tikhomirov (1981) argumenta que o computador suplementa o pensamento, de modo a aumentar a quantidade e velocidade de processamento humano. As ações realizadas pelos humanos e computadores seriam realizadas justapostamente. Assim, não haveria relações entre humanos e computadores, não haveria transformação, de ordem qualitativa, dos processos psicológicos. Como Tikhomirov argumentou que o computador, enquanto criação humana, não só suplementa como modifica as relações entre os humanos e a natureza, reorganizando. Há um sistema humano-computador a ser considerado, por isso, há também uma nova forma de mediação, como a linguagem é.

A reorganização possibilita transformações e um desenvolvimento ontogenético do pensamento reorganizado. Tikhomirov (1981) menciona que as relações humanas são alteradas, destacando a comunicação humano-computador. Diferentemente do que aparece como educação inovadora, o computador possibilita realizar as atividades humanas com o auxílio das ferramentas tecnológicas, não limitando a potencialidade de seu uso à capacidade de solucionar um problema. Há de serem consideradas as múltiplas determinações tanto do problema, quanto dos dados que podem ser inferidos após análise desses em *softwares*, ou algoritmos e programas. A análise desses dados requer a lente humana sobre os dados e quais foram as determinações sobre as escolhas iniciais da resolução de um problema. Isso requer um olhar para o caminho utilizado na resolução, para as escolhas feitas, para o que não foi considerado.

Tikhomirov apontou que a tecnologia digital sozinha não é suficiente. O que nos leva a questionar se a ordem não deveria ser invertida, ao invés de pensarmos como os computadores, não deveriam ser os computadores a pensar como nós? Novas necessidades e solução de problemas postos à humanidade não são resolvidos apenas pelo computador, se assim fosse, teríamos já respostas para diversas situações que acometem os campos da ciência, o que expõe a complexidade do pensamento, função psicológica superior. A tecnologia é potencializadora na reorganização do pensamento, da atividade humana, para além de uma concepção de educação pautada na interação e construção do conhecimento pelos estudantes.

Assim, de acordo com Tikhomirov (1999), nos apoiamos na teoria valor-trabalho, de Marx (2013), para compreendermos o papel social da tecnologia e do nosso objeto de estudo, o Pensamento Computacional. Segundo o autor, o desenvolvimento tecnológico é responsável por aumentar a produtividade e permitir que a máquina se comporte como uma força produtiva, pois:

O uso dos computadores para armazenar informações é um novo estágio no desenvolvimento do que Vygotsky chamou de “memória artificial da raça humana”. O uso efetivo de computadores para a busca de informação nesta memória, reorganiza a atividade humana no sentido de tornar possível focalizar na resolução de problemas criativos verdadeiros (Tikhomirov, 1981, p. 12).

Dessa maneira, há uma modificação da interação, nas relações de trabalho, entre os sujeitos e a máquina, o que nos leva a compreender que relações muito próximas se estabelecem na atividade de estudo. Segundo Tikhomirov (1981, p. 12):

A influência dos computadores na atividade mental deve ser examinada não apenas em termos do desenvolvimento histórico da atividade humana, mas também em termos ontogênicos e funcionais. Com o surgimento do computador, a forma de armazenar a experiência da sociedade (o “cérebro eletrônico” versus a biblioteca) mudou, como mudou o processo de aquisição de conhecimento quando as relações professor-aluno começaram a ser mediadas pelo computador. Acima de tudo, o processo de aquisição de conhecimento está mudado (i.e., agora é possível reduzir o número de procedimentos formais a serem adquiridos graças aos computadores). Isto nos dá base para afirmar que como resultado da computerização, um novo estágio no desenvolvimento ontogênico do pensamento também tem se revelado (Tikhomirov, 1981, p. 12).

É na mediação simbólica que encontramos a unidade dialética entre o par instrumento-signo, o qual:

[...] muda fundamentalmente todas as funções psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de modo ilimitado uma série de atividades em cujo interior operam as novas funções psicológicas. Nesse contexto, podemos usar o termo de função psicológica superior, ou comportamento superior, ao nos referirmos à combinação de instrumento e signo na atividade psicológica (Vygotski, 2009, p. 92).

As funções psicológicas superiores são formações sociais e mantêm sua base orgânica das funções elementares. É a partir do uso de signos que as funções deixam de ser naturais, passando para a ordem analítica, então o uso do computador, *softwares* e outras tecnologias digitais em rede são inerentes à mediação simbólica

na atividade docente. Pela unidade dialética entre instrumento e signo é que há o desenvolvimento humano, em que destacamos, na questão ontológica, a dimensão simbólica ontológica sobre a instrumental.

Por mais que novas tecnologias - em processo de transformações, de movimento de continuidades e rupturas - sejam incorporadas nos processos de ensino e aprendizagem, assim como na atividade do trabalho, e sejam mediadoras simbólicas, o trabalho morto não pode ser substituído pelo trabalho vivo. Ou seja, a centralidade do trabalho vivo pedagógico, permanece na organização do ensino e dos modos da (re)produção das máximas potencialidades desenvolvidas pela humanidade que possibilitam a apropriação

Não podemos negar que, ao delegar funções humanas aos computadores, a estrutura geral da atividade humana é reorganizada e novos sentidos e significados são produzidos. Vigotski apontou que “o domínio da natureza e do comportamento estão mutuamente ligados, posto que a alteração da natureza por parte do homem altera, por sua vez, a própria natureza do homem” (Vygotski, 2009, p. 91).

Ademais, Tikhomirov (1999, p. 352) afirma que as “tentativas de proclamar toda a atividade como criativa contradizem a realidade da divisão do trabalho na sociedade”. O autor nos chama a atenção para não cairmos em uma compreensão de que, por realizar tarefas humanas, as máquinas em geral, e nelas destacamos principalmente computadores e outras tecnologias digitais, vão gerar por si só inovações, pois estaríamos desconsiderando as múltiplas determinações da atividade. Ao tratar sobre atividade de rotina e atividade criadora, Tikhomirov (1999, p. 350) menciona que esta é:

[...] uma atividade funcional que sofre uma evolução no decurso de sua realização, podendo ser definida como uma unidade de vida que inclui a geração de novas formações psíquicas oferecendo realmente aos homens oportunidade de gerar um novo mundo de objetos (Tikhomirov, 1999, p. 350).

Não estamos contrariando e nem realizando oposição à utilização das máquinas. Pelo contrário, assim como os autores em que nos embasamos, buscamos uma compreensão da produção, utilização e socialização das ferramentas tecnológicas, para além da aparência e das benesses que o capitalismo justifica proporcionar. Nossa proposta é compreender o Pensamento Computacional, a

exacerbada e acelerada necessidade de inserção e de plataformização da educação. Assim, como o trabalho é uma atividade coletiva e de exclusividade humana, caracterizada pela criação, produção e uso de instrumentos, a atividade de estudo é mediatizada pelos instrumentos e pelos sujeitos envolvidos na atividade educativa.

O trabalho, atividade exclusivamente humana, é caracterizado por dois elementos interdependentes: o uso e a fabricação de instrumentos e o fato de se efetuar em condições de atividade comum coletiva. Disputas essas que nos levam a entender a importância e relevância do seu uso, mas não apenas operacionalizando e nem em ciclo alienado, mas em processo de valorização dos sujeitos e humanização na escolarização formal.

Há uma ruptura no ensino, quando o mesmo é organizado com ênfase na repetição pela repetição, que não supera a imitação e há uma descontinuidade entre o que se planeja e o que é realizado. As ações tornam-se operações, não por desenvolvimento em atividade de estudo, mas por nunca terem sido ações. O estudante, quando não está em atividade de estudo, apenas executa comandos, dinâmica que Vázquez (2021) menciona mecanizadora da atuação do estudante. Em um ensino propriamente desenvolvimental, há a práxis criadora (Vázquez, 2011). É nela que se estabelece o movimento, o devir, em que necessidades de soluções para os seus problemas da humanidade não são deterministas.

Segundo Vázquez (2021), a práxis criadora carrega consigo, no processo prático (objetivo-subjetivo), os elementos da produção de unidade indissolúvel, a imprevisibilidade do processo e do resultado, e por fim, a unicidade e irrepitibilidade do produto. Portanto, a criação envolve de maneira indissociável os processos de idealização e de realização do que foi planejado.

O engessamento nas normas precariza o trabalho docente e a formação dos estudantes, e o termo Pensamento Computacional aparece na BNCC e BNCC-Computação, assim como nos currículos estaduais e municipais das escolas públicas brasileiras, de modo que a dimensão técnica prevalece sobre a dimensão simbólica, em que ambas as atividades, do professor e do estudante são reduzidas à práxis reiterativa. Acerca desses apontamentos traremos na próxima subseção elementos que contribuem para a análise.

Não há momentos em que somente exista práxis reiterativa ou somente práxis criadoras. Na práxis humana, ambas coexistem e são importantes, mas compreendemos que a práxis criadora supera por incorporação a práxis reiterativa, já que ela é composta por elementos já pertencentes à cultura e de inovação, já que temos criação e repetição.

Tikhomirov (1999) traz a Teoria da Atividade e reforça que a interação humano-computador possibilita a efetivação da práxis criadora nas relações em que a máquina influencia a ação humana, mas não realiza a atividade criadora, por essa ser de exclusividade humana. A atividade criativa caracteriza-se pelos motivos, objetivos e operações, como também por novos motivos, novos objetivos e novas operações. Diante disso, Tikhomirov apresenta que na Atividade Criativa:

[...] o objeto aparece em duas formas: como um novo produto da atividade; como uma imagem de um objeto a ser criado. Na atividade não criativa prevalecem as funções de comparação, reprodução, assimilação e cópia. Na atividade criativa prevalecem as funções de criação e produção do novo. (...) A atividade criativa é uma atividade funcional que sofre uma evolução no decurso de sua realização, podendo ser definida como uma unidade de vida que inclui a geração de novas formações psíquicas oferecendo realmente aos homens oportunidade de gerar um novo mundo de objetos (Tikhomirov, 1999, p. 349-350).

O psicólogo aponta que a experiência social é transferida para a tecnologia, entretanto, a apropriação dessa experiência pela humanidade é distinta da transferência dessa experiência para um computador. Tikhomirov (1999) reitera Marx (2004), Vygotski (2000, 2001) e Leontiev (2021), ao abordar que a atividade humana não é a simples soma das experiências sociais, pois concerne uma reconstrução, a qual não se faz de maneira artificial, já que é impossível de ser realizada pela máquina.

Ao apropriar-se da experiência acumulada historicamente de modo coletivo, a humanidade a reconstrói individualmente. Portanto, tanto as atividades do professor quanto a do estudante abrigam as contradições e possibilidades de transformação das condições materiais e psíquicas. Uma educação preocupada com a constituição do novo homem está direcionada para o desenvolvimento coletivo com princípios voltados à formação da consciência de classe.

Na análise da atividade prática, a ferramenta nas palavras de Tikhomirov (1981, p. 8):

[...] não é simplesmente adicionada na atividade humana: antes, ela a transforma. Por exemplo, a mais simples ação com uma ferramenta – cortar madeira – produz um resultado que não poderia ser atingido sem o uso de um machado. Ainda que o machado por si só não tenha produzido este resultado. A ação com uma ferramenta implica uma combinação de ativação e adaptação criativa humanas. As ferramentas por si só aparecem como órgãos suplementares criados pelos humanos. A natureza mediativa da atividade humana claramente desempenha um papel de liderança na análise da atividade prática.

Ao apresentar a Teoria da Reorganização (Tikhomirov, 1981), o psicólogo trouxe para a discussão a ferramenta computador, que por ser um objeto social é um elemento mediador simbólico. Nos processos de ensino e aprendizagem em que o estudante está em atividade de estudo mediada pelo computador, há a possibilidade de que este tenha uma reestruturação da sua atividade intelectual. Não são situações de adaptação, interação, compreendidas de modo isolado e sem relação com o desenvolvimento do pensamento que permitem que o estudante se aproprie das produções humanas que foram organizadas em materializadas de modo cristalizado em estruturas físicas e aos sistemas lógicos dos dispositivos, que executam de modo interligado as operações e comandos a ele fornecidos.

A atividade intelectual é transformada e incorporada no computador quando ocorre a substituição do homem pela máquina, ocorrendo assim, uma outra atividade desenvolvida pelo homem, que, ao utilizar o computador, passa e ter contato com o algoritmo e a resolução de problemas. O processo criativo de resolução de um determinado problema é inserido no computador para que outros usuários possam resolvê-lo a partir de determinada etapa, sem precisar iniciar novamente o processo. Esse movimento reorganiza a atividade do pensamento. Compreendemos esse processo como o que realmente seria um conceito para o pensamento computacional, apesar de não concordarmos com a terminologia para tal conceito. Não aprofundaremos a formalização de um conceito para PC na THC, mas trazemos indícios para futuros estudos.

A história da revolta das forças produtivas modernas contra as modernas relações de produção e de propriedade suscita a existência da burguesia e de seu domínio. O que vai na direção do que Leontiev (1978, p. 291) afirma sobre a apropriação da cultura humana pelas novas gerações:

4.2 Critérios dos Documentos oficiais e normas

Para a análise da BNCC direcionada à Educação Infantil e aos dois primeiros anos do Ensino Fundamental, foi necessário, para além de compreender o desenvolvimento do termo pensamento computacional, também compreender como se deu nos últimos anos a implantação do Ensino de Computação na Educação Básica brasileira. Reforçamos que a BNCC, segundo o próprio Ministério da Educação (MEC), é um documento normativo, ou seja, um norte para a elaboração coletiva do currículo, para todas as escolas brasileiras. Essa orientação tem como objetivo, ou melhor, deveria ter como objetivo, a elaboração dos currículos estaduais e municipais, os quais desencadeiam ações de construção de planos curriculares de escolas brasileiras, tanto as públicas, quanto os particulares; em suas diversas modalidades, níveis e categorias administrativas (Brasil, 2017a).

A Constituição de 1988 foi elaborada no momento da redemocratização brasileira. Em sua redação, garantido pela primeira vez em constituição, temos o primeiro direito social redigido, a educação:

Art. 205: “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Brasil, 2016a).

Ao traçar e sistematizar os princípios e diretrizes que regem uma sociedade ao longo de seu artigo 218, o texto versa especificamente sobre o provimento e incentivo à Ciência, Tecnologia e Inovação.

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação.

§ 1º A pesquisa científica básica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação.

§ 2º A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3º O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa, tecnologia e inovação, inclusive por meio do apoio às atividades de extensão tecnológica, e concederá aos que delas se ocupem meios e condições especiais de trabalho (Brasil, 1988).

Compartilhamos a ideia da educação como um direito de todos e dever do Estado, família e sociedade, propondo o desenvolvimento de seus cidadãos e qualificação para o trabalho. Apesar do ser humano produzir sua própria história, não o faz de forma livre, devido às circunstâncias em que se encontra (Marx, 2020a). As trajetórias históricas da concepção de criança e de seus direitos realizadas por órgãos internacionais da Educação, influenciam a compreensão de sociedade desejada pelo Capitalismo, ou seja, a criança passa a ser responsabilidade dos pais.

Assim, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ou Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Brasil, 1996), assegura o direito social à educação para estudantes brasileiros²¹. O sistema educacional brasileiro passou a ser dividido em dois níveis, Educação Básica e Ensino Superior. A Educação Básica foi estruturada em etapas e modalidades, incluindo a Educação Infantil. Em seu artigo 32, inciso II, a lei ratifica um dos objetivos da Educação Básica do cidadão, como sendo:

II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade; (Brasil, 1996).

Concepção reforçada na Seção IV, em seu artigo 35, referente ao Ensino Médio, além de indicar a "consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental", menciona a "preparação básica para o trabalho", a "formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico", bem como a "compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos". A alteração na LDB, pela Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 (Brasil, 2017b), em seu artigo 35-A, faz referência à BNCC, como o documento que:

[...] definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento:
I - linguagens e suas tecnologias;
II - matemática e suas tecnologias;
III - ciências da natureza e suas tecnologias;

²¹ Somente em 2006, foi introduzido na redação da LDB a antecipação do Ensino Fundamental para os 6 anos de idade. Embora a Educação Infantil seja de direito a todas as crianças, só passa a ser obrigatória para as crianças de 4 e 5 anos com a Emenda Constitucional nº 59/200926, que determina a obrigatoriedade da Educação Básica dos 4 aos 17 anos. A extensão da obrigatoriedade foi incluída na LDB em 2013, consagrando plenamente a obrigatoriedade de matrícula de todas as crianças de 4 e 5 anos em instituições de Educação Infantil.

IV - ciências humanas e sociais aplicadas.

Princípios estes também presentes nas normas que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino. As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), de 2013 (Brasil, 2013), já mencionava "orientações que contribuam para a formação básica comum nacional, tendo como foco os sujeitos que dão vida ao currículo e à escola". Em seu artigo 14, parágrafo terceiro, as DCN explicitam o desenvolvimento de habilidades relacionadas aos fundamentos da Computação em toda a Educação Básica, pelo motivo que:

§ 3º A base nacional comum e a parte diversificada não podem se constituir em dois blocos distintos, com disciplinas específicas para cada uma dessas partes, mas devem ser organicamente planejadas e geridas de tal modo que as tecnologias de informação e comunicação perpassem transversalmente a proposta curricular, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, imprimindo direção aos projetos político-pedagógicos (Brasil, 2013).

A partir de 2018, todos os estados brasileiros tiveram que adaptar seus currículos à BNCC, que normatiza em toda a Educação Básica o que se espera que os alunos das escolas brasileiras, públicas ou privadas, aprendam. Para a BNCC (2018a, p.18), a educação:

[...] tem um compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica. Além disso, BNCC e currículos têm papéis complementares para assegurar as aprendizagens essenciais definidas para cada etapa da Educação Básica (Brasil, 2018a, p. 18).

Ela é instituída por três resoluções²², da qual destacamos a última:

Resolução CNE/CEB nº 1 de 4 de outubro de 2022 (Brasil, 2022a), que institui as Normas sobre Computação na Educação Básica como o mais novo Complemento à BNCC (Brasil, 2022a). A resolução foi homologada com base no parecer CNE/CEB nº2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022(Brasil, 2022b).

²² As outras duas resoluções são: 1) Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017 (Brasil, 2017a), que institui a BNCC como obrigatória ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica; 2) Resolução CNE/CP nº 4, de 17 de dezembro de 2018 (Brasil, 2018b), que institui a BNCC Ensino Médio (BNCC-EM), como etapa final da Educação Básica, nos termos do artigo 35 da LDB, completando o conjunto constituído pela BNCC da Educação Infantil e do Ensino Fundamental.

As normas estabelecidas tornaram obrigatório o ensino de Computação no Brasil. Entretanto, a primeira proposta para introduzir computação na BNCC foi em 2015, mas o projeto não foi incluído na BNCC de 2018. Somente em 2021, foi construída uma proposta final da norma BNCC- Computação.

A BNCC-Computação atendeu em sua redação a Educação Básica, etapa da Educação Infantil (fase pré-escolar), Ensino Fundamental (anos iniciais e anos finais) e Ensino Médio. A Computação permite explorar e vivenciar experiências, sempre movidas pela ludicidade por meio da interação com seus pares. Estas experiências se relacionam com diversos dos campos de experiência da Educação Infantil e devem considerar as seguintes premissas:

1. Desenvolver o reconhecimento e a identificação de padrões, construindo conjuntos de objetos com base em diferentes critérios como: quantidade, forma, tamanho, cor e comportamento;
2. Vivenciar e identificar diferentes formas de interação mediadas por artefatos computacionais;
3. Criar e testar algoritmos brincando com objetos do ambiente e com movimentos do corpo de maneira individual ou em grupo;
4. Solucionar problemas decompondo-os em partes menores identificando passos, etapas ou ciclos que se repetem e que podem ser generalizadas ou reutilizadas para outros problemas (Brasil, 2022, p. 1).

As escolas brasileiras tiveram pouco tempo para adequação e quase nenhuma formação na área para implementação inicial obrigatória até o mês de outubro de 2023. Por mais que não se tenha um prazo limite estipulado na resolução, compreendemos que, de forma arbitrária, essa medida foi imposta sem suporte pedagógico às escolas, em especial as públicas.

Diante da implementação da BNCC-Computação, Alice Ribeiro, co-CEO/diretora de Articulação do Movimento pela BNCC, participou do 19º Fórum Nacional da Undime de 2023, destacando a inclusão da BNCC-Computação como uma oportunidade de orientar e fortalecer a competência geral nº 5 da BNCC, propondo que estudantes de todas as escolas brasileiras possam:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

As mudanças ocorridas na educação básica do Brasil por meio da BNCC-Computação, com a implementação do PC na educação brasileira, são diretamente relacionadas e influenciadas pelo CIEB, com seu Currículo de Tecnologia e Computação, e pela SBC, com seus documentos de Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica e posteriormente com as Diretrizes para o Ensino de Computação na Educação Básica. No que se refere às mudanças, surge assim, a preocupação sobre a maneira como o PC será implementado na educação: como disciplina, eixo, novo componente ou de modo transversal.

Na BNCC-Computação, o PC aparece como eixo, porém, Christian Brackmann, integrante da criação e validação da proposta da BNCC-Computação, também durante o 19º Fórum Nacional da Undime de 2023, defende que a BNCC-Computação seja trabalhada de maneira transversal com outras disciplinas e conteúdo, pois usamos a tecnologia em muitas frentes no nosso dia a dia, e também por acreditar que isso vai preparar para o mundo do trabalho.

Vale destacar que, desde a publicação da LDB de 1996, em seu art. 26, define-se que:

Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (Brasil, 1996, grifos nossos).

Mas não é novidade que documentos oficiais tenham sua função alterada e acabem sendo subutilizados ou impostos com uma função que estava nas entrelinhas de modo subjetivo. Em 1997, o lançamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) surge como uma indicação de conteúdos a serem trabalhados. O nome “parâmetro” não foi o suficiente para que o documento se configurasse como uma proposta curricular obrigatória (Teixeira, 2000). Enquanto isso, pouco impactaram as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais²³, de 2013, documento de caráter mandatário que estabelece normas para a educação básica brasileira.

O texto final traz que a BNCC:

É um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem

²³ Resolução CNE/CEB 4/2010.

desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018a, p. 7).

Para melhor compreendermos sua definição, retomemos o processo de elaboração e redação da BNCC. Em 2009, anterior às DCNs (Brasil, 2013) a BNCC já era discutida, porém a equipe de assessores responsáveis não era a mesma da primeira versão da BNCC.

A versão de 2014 traz o conceito de “Direito à Aprendizagem”, no lugar de “expectativas de aprendizagem”, revelando uma prioridade da concepção de educação concebida de modo integral. Mas para atender a essa perspectiva deveríamos estar focados no “Direito à educação”. Ao mencionar o “Direito de aprendizagem”, o documento se alinha a um conhecimento que pode ser mensurável, ou seja, as avaliações padronizadas e de larga escala. Portanto:

propõe-se superar as perspectivas estandardizadas de currículo que projetam conteúdos mínimos em rígidos degraus de evolução, e que se articulam de forma mais ou menos sistemática e indicam o lugar onde o estudante deve chegar para atender o desejo da escola, por um currículo construído com o objetivo de garantir o exercício do Direito à Aprendizagem e ao Desenvolvimento, a partir da experiência escolar concebida de forma integrada. (Brasil, 2014, p. 47).

Trouxemos esses dados para compreender que, em um momento de reconfiguração política e fragilidade, aprova-se a Lei 13.005/2014 que instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE) e a retomada das discussões da implementação de uma Base Nacional²⁴. Um ano depois, em junho, período pré-impeachment, foi lançada a portaria n.º 592, em que o Ministério da Educação (MEC) instituiu o grupo responsável²⁵ pela elaboração da primeira versão da BNCC. Em seguida, no dia 30 de julho do mesmo ano, lança-se o Portal da Base Nacional Comum Curricular, para

²⁴ Meta 2.2: Pactuar entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, no âmbito da instância permanente de que trata o § 5º do art. 7º desta Lei, a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que configuram a base nacional comum curricular do ensino fundamental (Brasil, 2014).

²⁵ Comissão essa [...] composta por 116 membros, indicados entre professores pesquisadores de universidades com reconhecida contribuição para a educação básica e formação de professores, professores em exercício nas redes estaduais, do Distrito Federal e redes municipais, bem como especialistas que tenham vínculo com as secretarias estaduais das unidades da Federação (Brasil, 2015a).

estabelecer canais de comunicação e participação da sociedade, mas em 16 de setembro de 2015, disponibilizava-se a primeira versão da BNCC. Outras duas versões foram divulgadas, em maio de 2016 e em abril de 2017, com a aprovação do texto final no Conselho Nacional de Educação²⁶ em 15 de dezembro de 2017 e, homologação pelo MEC em 20 de dezembro de 2017. A segunda versão abarcava a Educação Especial, a Educação de Jovens e Adultos, a Educação do Campo, etc., já a terceira excluiu de seu texto o Ensino Médio, que compõe a Educação Básica, além das modalidades mencionadas na anterior.

A última versão desse processo valoriza as competências: “Assim, ser competente significa ser capaz de, ao se defrontar com um problema, ativar e utilizar o conhecimento construído” (Brasil, 2017a, p. 16). Os “Direitos de Aprendizagem e Desenvolvimento” dão lugar às “Competências Gerais da BNCC” e às respectivas habilidades que “estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento – aqui entendidos como conteúdos, conceitos e processos –, que, por sua vez, são organizados em unidades temáticas” (Brasil, 2017a, p. 26, grifos nossos).

A BNCC, ao definir as competências e as habilidades, revela se pautar em uma concepção de educação que limita e mina a pluralidade de ideias e concepções pedagógicas. A formação continuada de professores passou a aplicá-la de modo a reproduzir instrumentalmente.

[...] o foco no desenvolvimento de competências tem orientado a maioria dos Estados e Municípios brasileiros e diferentes países na construção de seus currículos. É esse também o enfoque adotado nas avaliações internacionais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que coordena o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, na sigla em inglês), e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco, na sigla em inglês), que instituiu o Laboratório Latino-americano de Avaliação da Qualidade da Educação para a América Latina (LLECE, na sigla em espanhol). Ao adotar esse enfoque, a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que

²⁶ A Comissão Bicameral tinha por objetivo acompanhar e contribuir com o MEC na elaboração da BNCC acerca dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento, mas sofreu alterações sendo recomposta (CNE/CP nº 11/2014).

asseguem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC (Brasil, 2018a, p.11, grifos nossos).

Bigode (2019) menciona que o processo de elaboração da BNCC sofreu uma forte influência dos “reformadores empresariais” por meio do Movimento pela Base no processo de sua elaboração. O setor privado, representado pelo “Movimento pela Base” (MpB), ²⁷ganha força, influenciando, de modo decisivo, a redação final da terceira versão da BNCC. Enfatizamos que, no documento da BNCC, em nenhuma das versões constam os nomes de seus redatores, assim como podemos observar na BNCC-Computação (Brasil, 2022).

Assim, a mercantilização da educação se apoia no neoliberalismo, que tem a educação escolar, em especial a escola pública:

[...] como lugar privilegiado de concretização de estratégias globais de mudanças educacionais para países considerados periféricos em relação ao desenvolvimento econômico (também denominados países em desenvolvimento, ou países emergentes), cujas finalidades educativas de formação escolar centram-se em interesses capitalistas de formação imediata para o trabalho, em ligação direta com o mercado (Libâneo; Freitas, 2018).

O alinhamento da BNCC às políticas externas traz uma concepção de educação pautada nas competências e habilidades, o que permite inferir que o documento está inserido em um contexto neoliberal na educação, em destaque na Educação Básica. (Adrião; Domiciano, 2018). Essa mercantilização da educação está associada às políticas de ampliação e liberalização dos mercados de créditos que constituem uma nova fase da privatização da educação. Há uma predominância do mercado financeiro e a subordinação da educação às suas características.

A financeirização atacou de forma profunda o sistema de política social, quando a esfera financeira tornou a lógica de acumulação muito mais dirigida para especulação de diferentes tipos de ativos, expansão ilimitada do crédito, penetração das finanças na área social e econômica (como saúde, educação, previdência, infraestrutura social, habitação) e a emergência de uma cultura

²⁷ O Movimento organizado em 2013 é composto pelo Instituto Natura, Instituto Unibanco, Itaú Educação e Trabalho, Fundação Lemann, Fundação Maria Cecília Souto Vidigal, Fundação Roberto Marinho, Fundação Telefônica Vivo, Movimento Bem Maior, [B]³SOCIAL, Instituto Machado Meyer, CIEB, Instituto Ayrton Senna, LEPES/USP, Instituto Singularidades, Movimento Todos Pela Educação, Consed, Uncme, Undime, entre outras instituições. Também é composta por agentes públicos ligados ao MEC, economistas e consultores educacionais de bancos, representantes de grupos produtores de materiais didáticos e especialistas em avaliações de larga escala (Movimentos pela Base, 2024).

neoliberal voltada para a exaltação do mercado privado de bens na mesma extensão de um antiestatismo (Viana; Silva, 2018, p. 2111).

A mercantilização do ensino é refletida na BNCC e conseqüentemente na organização do ensino, devido ao documento ser assumido como currículo. Os interesses privados do mercado conversam diretamente com as exigências do setor empresarial. Em parceria com o setor público, prevalece uma formação por competências para atender as atuais configurações no mercado de trabalho e não do mundo do trabalho. Esvazia-se o currículo e diminui-se a função docente, o que para Frigotto (2021, p. 645) é consequência de uma pedagogia das competências que:

[...] resulta da lógica de que o mercado é que diz o que interessa e cabe aos indivíduos, na sua racionalidade, buscar estas competências. A “empregabilidade”, não mais a garantia do emprego, depende das escolhas acertadas de cada indivíduo supostamente em igualdade de condições. Isto num contexto em se propala cinicamente de que não há lugar para todos, mas apenas para “os melhores”, os que têm “mérito” (Frigotto, 2021, p. 645).

O autor menciona que com a promulgação da BNCC não há mais espaço para a defesa de Antônio Gramsci de uma escola básica unitária, a qual traz equilíbrio dos conhecimentos científicos. Ao definir como base comum português, matemática, entre outros, não se permite aos estudantes a compreensão das leis da natureza e as relações sociais na sociedade em que vivem.

Nós apoiamos em Vigotsky (1991) sobre a tarefa da escola, espaço privilegiado de mediação cultural, de promoção o desenvolvimento dos conceitos científicos. Processo esse de internalização dos conceitos que desenvolve a formação do pensamento teórico, pela apropriação dos conceitos científicos.

O conceito surge no processo de operação intelectual; não é o jogo de associações que leva à obstrução dos conceitos: em sua formação participam todas as funções intelectuais elementares em uma original combinação, sendo que o momento central de toda essa operação é o uso funcional da palavra como meio de orientação arbitrária da atenção, da abstração, da discriminação de atributos particulares e de sua síntese e simbolização com o auxílio do signo (Vygotski, 2010, p. 236).

O conceito é sempre um ato de generalização, sua formação não se dá por assimilação. Ao ampliar o ensino de conceitos e a densidade dos mesmos no campo teórico-científico, caminhamos para o que Vigotski chamou de formação dos verdadeiros conceitos (Vygotski, 2001).

Para destacar na BNCC em diálogo com a Teoria Histórico-Cultural, traremos em sua estrutura, texto geral e o complemento da computação elementos que reforçam seu caráter neoliberal e que promovem a formação e o desenvolvimento de conceitos empíricos.

A organização para a Educação Básica da BNCC é constituída pelas dez competências gerais que se interrelacionam com as três etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). Porém vamos dar destaque para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e a competência cinco, que traz a importância da tecnologia na educação. No Quadro 2, podemos ver a estrutura da educação Básica BNCC

Quadro 2 - Estrutura da Educação Básica BNCC - Educação Infantil e Ensino Fundamental

EDUCAÇÃO BÁSICA				
Competências Gerais da Educação Básica				
Etapas				
Educação Infantil			Ensino Fundamental	
Direitos de aprendizagem e desenvolvimento				
Campos de Experiência			Áreas do Conhecimento	
			Competências específicas de área	
			Componentes curriculares	
			Competências específicas de componente	
Bebês (0-1 a 6m)	Crianças bem pequenas (1 a 7m-3 a 11m)	Crianças pequenas (4m-5 a 11m)	Anos Iniciais	Anos Finais
Objetivos de aprendizagem e desenvolvimento			Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento
				Habilidades

Fonte: Adaptada pela autora (Brasil, 2018a)

Na etapa da Educação Infantil, de acordo com os eixos estruturantes e as competências da Educação Infantil (interações e brincadeira), devem ser assegurados seis direitos de aprendizagem e desenvolvimento, para que as crianças tenham condições de aprender e se desenvolver, são eles: conviver; brincar; participar; explorar; expressar. Considerando os direitos de aprendizagem e desenvolvimento, a BNCC estabelece cinco campos de experiências nos quais as crianças podem aprender e se desenvolver, que são: O eu, o outro e o nós, Corpo, gestos e movimentos, Traços, sons, cores e formas, Escuta, fala, pensamento e imaginação, Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações, e completa-se com os temas transversais como a Matemática, relacionados ao campo de experiências de espaço, tempo, quantidade, relações e transformações. Em cada campo de experiências, são definidos objetivos de aprendizagem e desenvolvimento organizados em três grupos por faixa etária: Bebês e Crianças bem pequenas (Creche) e Crianças pequenas (Pré-escola).

Na etapa do Ensino Fundamental, a estrutura da BNCC parte também das 10 competências gerais. Os objetivos nessa etapa são ampliados e aprofundados, por isso passa de Campo de Experiência para Área do conhecimento, o que favorece a comunicação entre os conhecimentos e saberes dos diferentes componentes curriculares. No decorrer do seu texto, as Áreas de Conhecimento se intersectam, mas preservam as especificidades e saberes nos diversos componentes, estabelecendo as Competências específicas de cada área.

As Áreas de conhecimento podem ter mais de um Componente Curricular, assim definindo as Competências Específicas dos Componentes, possibilitando a articulação entre as áreas, ou seja, a progressão entre os Anos iniciais e Anos finais. Para garantir o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular apresenta um conjunto de habilidades que estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento e conteúdo, conceitos e processos são organizados em unidades temáticas. Podemos ver essa estrutura no Quadro 3.

Quadro 3 - Estrutura da Educação Básica BNCC - Educação Infantil e Ensino Fundamental

EDUCAÇÃO BÁSICA				
Competências Gerais da Educação Básica				
Etapas				
Educação Infantil			Ensino Fundamental	
Direitos de aprendizagem e desenvolvimento				
Campos de Experiência			Áreas do Conhecimento	
			Competências específicas de área	
			Componentes curriculares	
			Competências específicas de componente	
Bebês (0 – 1 a 6m)	Crianças bem pequenas (1 a 7m-3 a 11m)	Crianças pequenas (4m-5 a 11m)	Anos Iniciais	Anos Finais
Objetivos de aprendizagem e desenvolvimento			Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento
				Habilidades

Fonte: Adaptada pela autora (Brasil, 2018a, p. 24)

Na BNCC, o Ensino Fundamental é dividido em cinco áreas do conhecimento, como podemos ver no Quadro 4. Nos textos introdutórios, cada área do conhecimento define seu papel na formação completa dos alunos do Ensino Fundamental e ressalta particularidades tanto para os Anos Iniciais quanto para os Anos Finais, levando em conta as características dos alunos e as especificidades e necessidades pedagógicas dessas etapas da educação. Cada área do conhecimento define competências específicas, que devem ser desenvolvidas ao longo dos nove anos do Ensino Fundamental. Essas competências específicas demonstram como as dez competências gerais se manifestam dentro de cada

Quadro 4 - Estrutura do Ensino BNCC - Ensino Fundamental

EDUCAÇÃO BÁSICA		
Competências Gerais da Educação Básica		
Ensino Fundamental		
Áreas do Conhecimento		
	Componentes curriculares	
	Anos Iniciais (1º ao 5º ano)	Anos Finais (6º ao 9º ano)
Linguagens	<ul style="list-style-type: none"> • Língua Portuguesa • Artes • Educação Física • Língua Inglesa 	
Matemática	<ul style="list-style-type: none"> • Matemática 	
Ciências da Natureza	<ul style="list-style-type: none"> • Ciências 	
Ciências Humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Geográfica • História 	
Ensino Religioso	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino Religioso 	

Fonte: Adaptada pela autora (Brasil, 2018a, p. 27)

Também é importante destacar que o documento da BNCC (Brasil, 2018a) relata que os critérios de organização das habilidades do Ensino Fundamental na BNCC (com a explicitação dos objetos de conhecimento com os quais se relacionam e o agrupamento desses objetos em unidades temáticas) representam um dos possíveis arranjos. Portanto, os agrupamentos sugeridos não devem ser vistos como um modelo obrigatório para a construção dos currículos. Essa forma de apresentação adotada na BNCC visa garantir a clareza, precisão e explicitação do que se espera que todos os alunos aprendam no Ensino Fundamental, oferecendo diretrizes para a elaboração de currículos em todo o país, adaptados aos diferentes contextos.

No entanto, o documento não está organizado como relata, apresenta de forma genérica a organização do ensino, o que não permite o desenvolvimento dos conceitos e do pensamento científico. Os conteúdos são apresentados como prescrições que esperam habilidades como "descrever, localizar, comparar, discutir", levando à memorização simples ou à apropriação espontânea dos conteúdos, sem que a criança compreenda os conceitos.

Vygotsky (2010) relata que um conceito vai além da simples soma de associações formadas pela memória ou de um hábito mental; trata-se de um ato real e complexo do pensamento que não pode ser adquirido apenas através da memorização. A formação de conceitos não é apenas uma assimilação direta, mas resulta das relações e da compreensão do significado das palavras. Portanto, um conceito é sempre um ato de generalização.

A norma da BNCC (2018) menciona, ao longo de seu texto, que o ensino precisa ser atualizado, contextualizado. Na área de Matemática, especificam que apesar dessa ciência ser:

[...] hipotético-dedutiva, porque suas demonstrações se apoiam sobre um sistema de axiomas e postulados, é de fundamental importância também considerar o papel heurístico das experimentações na aprendizagem da Matemática. No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade -, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. A dedução de algumas propriedades e a verificação de conjecturas, a partir de outras, podem ser estimuladas, sobretudo ao final do Ensino Fundamental (Brasil, 2018a, p. 265, grifos nossos).

Mas ao longo do excerto acima podemos destacar que o ensino tradicional construcionista se faz presente, desde a organização do ensino pelo professor, até a sua materialização em sala de aula, em que os estudantes têm interação com os professores e com o conteúdo de ensino. Para Piaget (1950), na fase pré-operacional, as crianças representam o mundo pelas palavras e imagens, o que as impossibilita de realizar formulações lógicas.

Após muitas discussões sobre o ensino de computação nas escolas, a BNCC (2018) trouxe o Pensamento Computacional como um tema transversal, relacionando-o às diferentes unidades temáticas, com ênfase em Matemática. A relação direta entre a Matemática e o Pensamento Computacional fica explícita em diversos momentos, sintetizamos isso com alguns excertos da BNCC (Brasil, 2018a, p. 266–271).

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática [...] Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional.

[...] Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa.

Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática.

[...] Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (Brasil, 2018a, p. 266–271).

Lockwood e Mooney (2017) apontam que a BNCC, ao incluir o Pensamento Computacional nos currículos escolares, trouxe benefícios ao ensino e integração nos currículos escolares. Apresentam que isso poderia influenciar em uma melhoria das habilidades analíticas dos alunos, a uma compreensão de que programação é sobre como resolver problemas e não apenas sobre como criar códigos, estimulando atitudes e confiança das mulheres em relação à programação e sobre a capacidade de prever o sucesso acadêmico.

A fim de ampliar o ensino da computação e devido à pouca abordagem na BNCC (2018a), a SBC retomou as discussões em diálogo e interações com CNE, entretanto, essa abordagem continuou presa aos conteúdos e métodos, pouco contribuindo para a formação de professores na área. Valente (2016) já pontuava, há quase uma década, os desafios na formação de professores sobre o PC, por não haver um consenso sobre habilidades e conteúdo a serem trabalhados.

No ano de 2019, essa sociedade propôs o que nomeou de “diretrizes para escolas”, definindo pensamento computacional como uma “habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de um jeito sistemático e metódico” (Ribeiro *et al.*, 2019). Enfatizam que o ensino deve priorizar as tecnologias e recursos digitais, além de trazê-los para o cotidiano das escolas, é necessário promover a alfabetização e o letramento digital, para que assim tornem-se acessíveis, oportunizando a inclusão digital por terem acesso (oferta) às tecnologias e às informações que estão presentes nos meios digitais (Brasil, 2018a).

Para isso, atrelam os eixos Mundo Digital e Cultura Digital, somados ao currículo com o eixo Pensamento Computacional com vias de consolidar uma nova disciplina científica obrigatória no Ensino Básico: a Computação²⁸. Entretanto, sabemos que, por mais que haja essa pressão, o ensino da computação não se faz ainda consolidado devido também à falta de infraestrutura, tanto de investimentos para salas específicas, recursos digitais, como para formação inicial de professores para atuarem na área, e continuada, para os que já estão em atuação.

Para melhor compreensão sobre o ensino da computação, buscamos entender onde se localiza o Pensamento Computacional e como ele se relaciona com os outros dois eixos. Por isso, retornamos às premissas e competências, respectivamente da Educação Infantil e do Ensino Fundamental.

Segundo a BNCC-Computação (Brasil, 2022, p. 1), o ensino da Computação “permite explorar e vivenciar experiências, sempre movidas pela ludicidade por meio da interação com seus pares”. As experiências se relacionam com os Campos de Experiência da Educação Infantil, considerando as seguintes premissas:

1. Desenvolver o reconhecimento e a identificação de padrões, construindo conjuntos de objetos com base em diferentes critérios como: quantidade, forma, tamanho, cor e comportamento.
2. Vivenciar e identificar diferentes formas de interação mediadas por artefatos computacionais.
3. Criar e testar algoritmos brincando com objetos do ambiente e com movimentos do corpo de maneira individual ou em grupo.

²⁸ Destacamos que os três eixos muito se assemelham às unidades temáticas apresentadas no texto geral da BNCC (2018).

4. Solucionar problemas decompondo-os em partes menores identificando passos, etapas ou ciclos que se repetem e que podem ser generalizadas ou reutilizadas para outros problemas (Brasil, 2022, p. 1).

Na Educação Infantil, a Computação relata possibilitar e explorar experiências lúdicas e interativas entre os colegas, enfatizando o reconhecimento de padrões, a criação de algoritmos e a resolução de problemas através da decomposição.

No Ensino Fundamental, o documento já se apresenta de modo direto e sem relações com os objetivos de aprendizagem e com o documento da BNCC de modo geral. Apresentam cinco competências:

1. Compreender a Computação como uma área de conhecimento que contribui para explicar o mundo atual e ser um agente ativo e consciente de transformação capaz de analisar criticamente seus impactos sociais, ambientais, culturais, econômicos, científicos, tecnológicos, legais e éticos.
2. Reconhecer o impacto dos artefatos computacionais e os respectivos desafios para os indivíduos na sociedade, discutindo questões socioambientais, culturais, científicas, políticas e econômicas.
3. Expressar e partilhar informações, ideias, sentimentos e soluções computacionais utilizando diferentes linguagens e tecnologias da Computação de forma criativa, crítica, significativa, reflexiva e ética.
4. Aplicar os princípios e técnicas da Computação e suas tecnologias para identificar problemas e criar soluções computacionais, preferencialmente de forma cooperativa, bem como alicerçar descobertas em diversas áreas do conhecimento seguindo uma abordagem científica e inovadora, considerando os impactos sob diferentes contextos.
5. Avaliar as soluções e os processos envolvidos na resolução computacional de problemas de diversas áreas do conhecimento, sendo capaz de construir argumentações coerentes e consistentes, utilizando conhecimentos da Computação para argumentar em diferentes contextos com base em fatos e informações confiáveis com respeito à diversidade de opiniões, saberes, identidades e culturas (Brasil, 2022, p. 11).

Nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, o eixo de Pensamento Computacional (PC) aborda algoritmos e organização de informação de forma concreta e desplugada, introduzindo a decomposição como técnica de resolução de problemas. No eixo do Mundo Digital (MD), são ensinadas habilidades sobre sistemas computacionais locais, arquitetura de computadores (*hardware*), sistemas operacionais (*software*), codificação e armazenamento de informações. No eixo de Cultura Digital (CD), são utilizadas ferramentas para criação de conteúdo digital e buscas na internet, além de noções básicas de responsabilidade e cuidados com informações compartilhadas. Como podemos ver no Quadro 5.

Quadro 5 - Conceitos da Computação abordados nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

EIXOS		
Pensamento Computação	Mundo Digital	Cultura Digital
Algoritmos (com sequências, repetições e condicionais)	Codificação da Informação	Lista de artefatos computacionais
Organização da Informação (matrizes, registros, lista e grafos)	Armazenamento de Dados	
Lógica	Sistemas Operacionais	Segurança e Responsabilidade no uso de tecnologias digitais.
Decomposição	Arquitetura de Computadores	

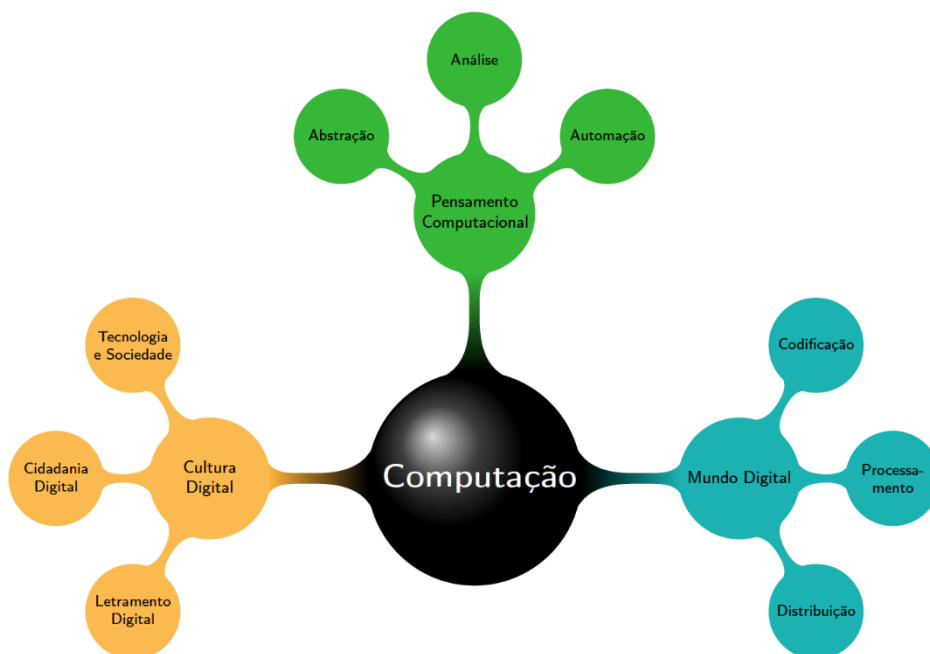
Fonte: Adaptado BNCC - Complemento (Brasil, 2022)

As diretrizes para a inclusão da Computação na Educação Básica, aprovadas pelo CNE, oferecem uma visão geral da área e estabelecem um conjunto de competências específicas a serem desenvolvidas ao longo da Educação Básica. Para orientar esse desenvolvimento, são definidas habilidades que abordam os conhecimentos necessários para adquirir essas competências, organizadas na BNCC nos três eixos:

- Pensamento Computacional - envolve habilidades para resolver problemas de forma sistemática e metódica através do desenvolvimento de algoritmos.
- Mundo Digital - refere-se à habilidade de processar, transmitir e proteger informações de maneira segura usando dispositivos físicos e virtuais, reconhecendo a importância da codificação e armazenamento de dados.
- Cultura Digital - abrange aprender a participar de forma consciente e democrática através das tecnologias digitais, entendendo os impactos sociais dos avanços tecnológicos e desenvolvendo uma abordagem crítica e ética em relação ao uso das mídias e tecnologias disponíveis.

Esses três eixos, também referenciados pela CIEB em sua proposta de currículo baseado na SBC, abrangem desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Como podemos ver na Figura 4.

Figura 4 - Eixos da Computação segundo a SBC



Fonte: SBC (2019)

A CNE ainda define parâmetros mínimos comuns para implementação da Computação na Educação Básica (Brasil, 2019), são eles:

1. Formação de professores;
2. Currículo;
3. Recursos didáticos compatíveis com os objetivos e direitos de aprendizagem;
4. Implementação incremental, ou seja, conforme graduação por ano e etapa de ensino;
5. Gestão do processo de implementação;
6. Avaliação formativa e somativa.

Neste processo, a definição de Pensamento Computacional segundo as Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC é: Pensamento Computacional envolve as habilidades de compreender, analisar, definir, modelar, solucionar, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de uma

maneira metódica e sistemática através do desenvolvimento de algoritmos (Brasil, 2019).

Essa configuração do ensino da Computação contrasta com outras experiências, como é o caso da Finlândia. O país inseriu a Ciência da Computação como componente curricular para depois tornar o ensino mais abrangente, de modo transversal a todas as disciplinas (Oliveira, 2022). No Brasil, fez-se movimento contrário, primeiro pensou-se sobre a transversalidade do currículo para depois oficializar a computação como uma disciplina obrigatória.

Leila Ribeiro, aponta que o fato de tomar a computação como transversal a todas as disciplinas, implica que todos os professores devam receber treinamento em computação. Devido à escala continental do país, há dificuldade na implementação do currículo. Por isso, justifica que capacitar professores apenas de uma nova disciplina (a ser criada) pode ser um caminho mais fácil de ser implementado no ensino.

Como ainda não temos um expressivo e relevante investimento na formação de professores licenciados em Ciência da Computação²⁹, compreendemos, a partir de Ribeiro (2022), que essa seria uma justificativa para também associar ao ensino da Matemática o ensino da Computação. Corroboramos a concepção da SBC sobre a decisão de tornar a Computação uma disciplina científica. Embora ela seja uma ciência recente na história humana, ela contempla uma síntese da produção humana e merece ser estudada no seu amplo aspecto. Reforçando essa visão, a CNE (Brasil, 2019) advogou a favor da inclusão de fundamentos de Ciência da computação nos objetivos de aprendizagem nas competências do BNCC:

A Ciência da Computação investiga processos de informação, desenvolvendo linguagens e técnicas para descrever processos, informação e também métodos de resolução e análise de problemas. Essas investigações foram acompanhadas pelo desenvolvimento e uso de máquinas (computadores) para armazenar a informação (em forma de dados)

²⁹ Estima-se que no Brasil existam cerca de 11 mil professores Licenciados em Computação, o que representa 0,5% dos professores brasileiros. Para diminuir essa defasagem, diversos programas surgiram com o intuito de formar professores de Computação. Existem cursos online em inglês disponibilizados pela ISTE, Code.org, Programa Profissional de Aprendizado, Launch CS e oportunidades variadas de desenvolvimento profissional da CSTA. Já em língua portuguesa, há materiais produzidos pela iniciativa Programaê, o Pensamento Computacional Brasil e o Centro para Inovação na Educação Brasileira (Oliveira, 2022).

e automatizar a execução de processo (através de programas) (SBC, 2019, p. 3).

De modo a reduzir o distanciamento entre as políticas públicas do ensino da Computação, três cursos online foram disponibilizados pelo Governo no Ambiente Virtual de Aprendizagem do MEC (AVA-MEC), projetados para formação continuada sobre Pensamento Computacional e integrações com as disciplinas que ministram.

Apesar do primeiro curso no Ensino Superior de Licenciatura em Computação, na Universidade de Brasília (UnB), datar de 1997, não houve um expressivo avanço na criação de novos cursos. Em pesquisa realizada pela revista *Contexto & Educação*, com base na plataforma virtual e-MEC, foram encontrados apenas 67 cursos superiores de Graduação em Licenciatura em Computação no Brasil. Quanto à modalidade dos cursos de Graduação, consta que 48 (71,6%) cursos são presenciais e 19 (28,4%) a distância (Silva; Falcão, 2021).

Esses números são ínfimos perto da necessidade de professores na área. São essas questões que levantamos sobre a falta de referências de ensino, de capacitação profissional, de diretrizes centralizadas pelo governo que corroboram para diversas e dispersas experiências nas mais diferentes áreas. Mesmo após a unificação das recentes diretrizes da BNCC, CNE e SBC, ainda o ensino fica refém de recomendações de quais as metodologias e ferramentas digitais são adequadas para implementação de cada etapa de ensino, o que abre brecha para competições de tecnologia no formato de maratona de inovação ou olimpíada terem os conteúdos por ela selecionados adotados como de estudo nas escolas. A competição acaba motivando o treino de estudantes que se interessam pelas premiações e pouco pelo aprendizado. Um exemplo é a Olimpíada Brasileira de Informática (OBI, 2018).

O documento BNCC-Computação (Brasil, 2022) se apresenta como complemento curricular, porém a BNCC (2018) não é currículo. Por isso, entre outros motivos, vamos nos atentar à análise e discussão do complemento curricular de computação consolidado pela BNCC (Brasil, 2022) e disponibilizado no Portal MEC.

Iniciamos com a observação de que, apesar do documento ser uma extensa descrição de objetos de conhecimento e habilidades, ainda existem indefinições, como por exemplo não mencionar como será a abordagem dos objetos de conhecimento por Série no Ensino Médio.

Além disso, apontamos a ausência dos nomes de seus redatores; a falta de referências metodológicas, de uma discussão aprofundada sobre as atividades e como realizar avaliações. Todos esses apontamentos contribuem para o desenvolvimento das habilidades descritas sem nenhum questionamento.

Na Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental, as metodologias apresentadas trazem um modelo com intuito de facilitar a implementação curricular, priorizando atividades desplugadas, a romantização traz a justificativa de diminuir a dificuldade de implementação em larga escala, mas esconde diferenças de concepção de acesso a atividades plugadas, devido ao pouco investimento.

Frisamos que as principais metodologias presentes na implementação de currículos relacionados a áreas de computação têm abordagens tradicionais e construcionistas, como já apontado anteriormente. O complemento à BNCC (Brasil, 2022), apresenta, para a Educação Infantil, quadros com os eixos e objetivos de aprendizagem, no para o Ensino Fundamental e Médio, os quadros são organizados em eixo, objeto de conhecimento e habilidade. Como no Quadro 6, a seguir.

Quadro 6 - Complemento em Computação da BNCC (2022) na Educação Infantil

COMPUTAÇÃO - EDUCAÇÃO INFANTIL	
Eixo: Pensamento Computacional	
OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	EXEMPLOS
(EI03CO01) Reconhecer padrão de repetição em sequência de sons, movimentos e desenhos.	<p>Computação plugada:</p> <p>1) Criar padrões de repetição em sequência com formas e cores diferentes: (i) por meio de editor de desenho; (ii) por meio de ferramenta online (Pattern Shapes:https://apps.mathlearningcenter.org/pattern-shapes/).</p> <p>2) Completar a sequência de figuras de acordo com o padrão estabelecido por meio de jogo online:</p> <p>(i) Shape Pattern (https://www.topmarks.co.uk/ordering-and-sequencing/shape-patterns).</p> <p>(ii) Chicken Dance (https://pbskids.org/peg/games/chicken-dance).</p> <p>Computação desplugada:</p> <p>1) Perceber, por meio de tarefas de sua rotina, a repetição de movimentos: (i) comer um sanduíche (morder, mastigar, engolir); (ii) respirar (inspirar, expirar).</p> <p>2) Reconhecer padrão por meio de sons do próprio corpo:</p>

	<p>(i) Perguntar às crianças se sabem o que é um padrão; (ii) Escolher uma música produzida com sons do corpo; (iii) E, após ouvir, fazer questionamentos como: Alguma coisa nessa música repete? O quê? Qual padrão você conseguiu observar? Consegue reproduzir? 3) Criar uma sequência a partir de um padrão de cores ou formas semelhantes, indicando a quantidade de repetições por meio de blocos de montar ou outros materiais</p>
<p>(EI03CO02) Expressar as etapas para a realização de uma tarefa de forma clara e ordenada.</p>	<p>Computação plugada: 1) Experienciar as etapas de execução de tarefas, discutindo como as tarefas são divididas em etapas a partir de jogos digitais como: (i) Cookie Monsters Foodie Truck (https://pbskids.org/sesame/games/cookie-monsters-foodie-truck/). (ii) Ready Set Grow (https://pbskids.org/sesame/games/ready-set-grow/). Computação desplugada: 1) Expressar as etapas de realização de tarefas diárias por meio de desenhos ou de forma oral; 2) Ordenar uma sequência de imagens que representam as etapas de uma tarefa diária. Exemplo de uma tarefa diária - Hora de dormir: (i) tomar banho, (ii) colocar pijama, (iii) escovar os dentes, (iv) ouvir uma história, (v) dormir.</p>
<p>(EI03CO03) Experienciar a execução de algoritmos brincando com objetos desplugados e plugados</p>	<p>Computação plugada: 1) Experienciar a execução de algoritmos por meio de (i) jogos digitais (e.g. Follow the Code: https://www.mathplayground.com/follow_the_code.html); (ii) brinquedos robóticos (e.g. Rope: http://smartfunbrasil.com/). Computação desplugada: 1) Experienciar a execução de algoritmos por meio de percursos realizados a partir de desenhos no chão (ou maquetes) como, por exemplo: (i) jogos de labirinto; (ii) amarelinha; (iii) sequências de números; (iv) sequências de cores; 2) Experienciar a execução de algoritmos por meio de atividades manuais (e.g. dobraduras, bordado, costura). Exemplo: Executar o seguinte algoritmo Passo (1) - Pegar uma folha de papel sulfite; Passo (2) - Dobrar esta folha ao meio; Passo (3) - Dobrar novamente ao meio; Passo (4) - Dobrar novamente ao meio; avaliar o resultado refletindo sobre: (a) Quantas vezes pode-se repetir este passo? e (b) Existem formas diferentes de dobrar o papel ao meio?</p>
<p>(EI03CO04) Criar e representar algoritmos para resolver problemas.</p>	<p>Computação Plugada: 1) Explorar jogos digitais, puzzles e jogos de programar que permitem representar uma sequência lógica para resolver problemas. Como exemplos de recursos, temos: (i) Jogos de sequência lógica (https://www.smartkids.com.br/jogos-educativos/c/jogos-sequencia-logica);</p>

	<p>(ii) LightBot (https://lightbot.com/); (iii) Scratch Jr. (https://www.scratchjr.org/).</p> <p>Computação Desplugada:</p> <p>1) Preparar uma receita (e.g. bolo, sorvete) com as crianças, evidenciando os passos para o preparo (algoritmo). Dialogar com elas sobre a ordem das etapas. Como sugestão de material de apoio pedagógico, temos a "Minha Fábrica de Comida" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/minha-fabrica-de-comida/).</p> <p>2) Criar percursos, de uma origem até um destino, em um tabuleiro (e.g. papel, chão), representando os passos do trajeto. Como sugestão de material de apoio pedagógico, temos o "AlgoCards" (http://www.computacional.com.br/) e "Segue o Trilho" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/segue-o-trilho/).</p>
<p>(EI03CO05) Comparar soluções algorítmicas para resolver um mesmo problema.</p>	<p>Computação Plugada:</p> <p>1) Comparar diferentes rotas executadas pelas crianças a partir de um jogo digital de labirinto.</p> <p>Computação Desplugada:</p> <p>1) Comparar diferentes rotas executadas pelas crianças a partir de um labirinto marcado no chão;</p> <p>2) Comparar diferentes formas de se realizar tarefas diárias como: (i) escovar os dentes, (ii) tomar banho, (iii) colocar roupa.</p>
<p>(EI03CO06) Compreender decisões em dois estados (verdadeiro ou falso).</p>	<p>Computação plugada:</p> <p>1) Criar um jogo digital a partir de um conjunto de perguntas com base em uma história, personagens ou tema de interesse da turma e avaliar as perguntas respondendo verdadeiro ou falso. Como sugestão de ferramentas para criação da atividade, temos: (i) Wordwall (https://wordwall.net/pt), (ii) Jamboard (https://jamboard.google.com/).</p> <p>Computação desplugada:</p> <p>1) Criar um conjunto de perguntas com base em uma história, personagens ou tema de interesse da turma. Cada criança recebe duas cartas, uma verde (verdadeiro) e uma vermelha (falso). Para cada pergunta, a criança apresenta o resultado da sua avaliação e, em conjunto, discutem os erros e acertos.</p> <p>2) Realizar a brincadeira popular de "morto e vivo" (e suas variações) em que, ao invés de morto e vivo, sejam utilizadas frases passíveis de serem julgadas como verdadeiras (vivo) ou falsas (morto).</p> <p>3) "Verdadeiro ou Falso" / "Isso no meu mundo" (https://lifes.dc.ufscar.br/computar/verdadeiro-ou-falso/).</p>

Fonte: Elaborada pela autora baseado na BNCC (2022)

Diante do Quadro 6 e dos objetivos de aprendizagem para Educação Infantil no ensino de computação, compreendemos, segundo perspectiva teórica que

assumimos, que o desenvolvimento humano não pode ser concebido apenas como um processo biológico. A aprendizagem e o desenvolvimento não se dão de forma descolada das relações sociais e das atividades mediadas, estão em movimento e não se dão em estágios determinados.

A periodização (Vygotsky, 2000, 2006) nos auxilia na compreensão das mudanças internas do próprio desenvolvimento da criança que marca os principais períodos de formação da personalidade. Vygotsky (2006) apresenta que para conhecer a transição de um certo período é necessário compreender de forma dinâmica, utilizando conceitos como da nova formação, situação social de desenvolvimento, períodos críticos (crises) e seus pontos de desenvolvimento e classificação da periodização por idade.

Não negamos o fator biológico, apenas não o consideramos como determinante do desenvolvimento do pensamento. Ou seja, “o processo pedagógico, enquanto atividade do professor-educador forma a personalidade em desenvolvimento da criança na medida em que o educador dirige a atividade da criança” (Davidov 1986, p. 32). O processo educacional, dirigido e organizado ao ensino e aprendizagem da criança, é o cerne do desenvolvimento humano em um ensino desenvolvimental.

Leontiev (2004, p. 284) nos explicita que:

[...] cada geração começa, portanto, a sua vida num mundo de objetos e de fenômenos criado pelas gerações precedentes. Ela apropria-se das riquezas deste mundo participando no trabalho, na produção e nas diversas formas de atividade social e desenvolvendo assim as aptidões especificamente humanas que se cristalizaram, encarnaram nesse mundo. Com efeito, mesmo a aptidão para usar a linguagem articulada só se forma, em cada geração, pela aprendizagem da língua. O mesmo se passa com o desenvolvimento do pensamento ou da aquisição do saber. Está fora de questão que a experiência individual de um homem, por mais rica que seja, baste para produzir a formação de um pensamento lógico ou matemático abstrato e sistemas conceituais correspondentes. Seria preciso não uma vida, mas mil.

Os processos de ensino e aprendizagem têm como importância contemplar as máximas produções humanas, como a situação social de desenvolvimento, a atividade principal de desenvolvimento do brincar e os interesses infantis, para que a escola tenha a função de promover a apropriação dos conhecimentos científicos produzidos pela humanidade. Para os estudos sobre a periodização do desenvolvimento infantil, destacamos os autores Elkonin (2017) e Mukhina (1996).

Elkonin (2017) apresenta o esquema geral de periodização da infância como: épocas, períodos e etapas. As épocas e períodos (estágios) são classificados como períodos e separados por crises, sendo as mais marcantes denominadas de “épocas”, que se compõem pela primeira infância, infância e adolescência; e as menos marcantes de “períodos” (estádios), e as etapas são designadas pelos momentos da vida.

Valeria Mukhina (1996) ao apresentar a periodização por idades e atividades, relata que as crianças de idades diferentes se distinguem entre si pelo tipo de atividade que é dado. E a infância é marcada por três crises no desenvolvimento: primeiro ano de vida (do nascimento ao primeiro ano de idade completo); na primeira infância (do primeiro ao terceiro ano de idade) e a última crise ao final da infância pré-escolar na qual a criança completa sete anos. A autora insere o conceito de ensino formativo para identificar a atividade principal de desenvolvimento da criança, com o propósito principal de desenvolver na criança as ações orientadoras em cada etapa da infância. No primeiro ano, é a relação emocional com o adulto; na primeira infância, a atividade com objeto e na infância pré-escolar, o jogo.

Os objetivos de aprendizagem não remetem à atividade principal da criança na Educação Infantil, além de não identificar a quais fases direcionam cada indicação.

As atividades não contemplam os conceitos computacionais, ou seja, o eixo Pensamento Computacional fica como um adereço no documento que dá ares de inovação na educação. A evidência é, que por diversas vezes, se apresentam conceitos matemáticos, e não os computacionais, como objetivos principais das atividades indicadas. Revela-se, assim, que a intencionalidade pedagógica está no ensino do conhecimento matemático e não do computacional, como mencionado na BNCC-Computação.

Além disso, como mencionado na seção anterior, o instrucionismo, originado das concepções behavioristas, valorizava a produção das máquinas de ensinar, porém, tornou-se pouco popular devido ao custo de produção e à falta de padronização delas. Valente (1999, p. 1) menciona que a introdução do uso das tecnologias tinha como objetivo “armazenar informação em uma determinada sequência e transmiti-la ao aprendiz. Na verdade, era a tentativa de implementar a máquina de ensinar idealizada por Skinner”. O método de instrução programada de

Skinner - máquina programada - muito se assemelha às indicações e exemplos de atividades para a Educação Infantil.

Valente já apresentava que a instrução programada consiste em:

[...] **dividir o material a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados e denominados módulos.** Cada fato ou conceito é apresentado em **módulos sequenciais**. Cada módulo termina com uma questão que o aluno deve responder preenchendo espaços em branco ou **escolhendo a resposta certa** entre diversas alternativas apresentadas. **O estudante deve ler o fato ou conceito e é imediatamente questionado.** Se a resposta está correta o aluno pode passar para o próximo módulo. Se a resposta é errada, a resposta certa pode ser fornecida pelo programa ou, o aluno é convidado a rever módulos anteriores ou, ainda, a realizar outros módulos, cujo objetivo é remediar o processo de ensino (Valente, 1993, p. 2, grifos nossos).

Encontramos no objeto de aprendizagem (EI03CO06) - Compreender decisões em dois estados (verdadeiro ou falso) - um exemplo que contempla a instrução programada em seus aspectos. Ao apresentar que, em computação plugada ou desplugada, pode-se criar um jogo digital a partir de perguntas com base em uma história, os personagens ou temas de interesse da turma, indicam uma avaliação das perguntas com respostas do tipo verdadeiro ou falso, para depois avaliar os erros e acertos.

A periodização é reduzida a brincadeiras indicadas no documento que pouco promovem desenvolvimento nessa fase. No caso desse objeto de aprendizagem, destacam a brincadeira “Vivo morto” para associar ao verdadeiro e falso. A organização do ensino fica condicionada, reduzindo-se a uma brincadeira que não relaciona os conceitos com a ação desenvolvida pelo estudante. Desconectada do conceito a ser ensinado, essa dupla associação vivo/verdadeiro, morto/falso não preconiza o desenvolvimento humano e condiciona uma resposta que infertiliza todo o movimento de aprendizagem. A criança permanecer de pé ou agachada não oferece uma resposta de qualidade, os professores não conseguem realmente avaliar o aprendizado, fica mais vago que uma avaliação de testes, preconizando novamente um ensino arraigado na lógica formal tradicional.

O Quadro 7 também é organizado em objetos de conhecimento e as respectivas habilidades para os conteúdos do primeiro e segundo anos do Ensino Fundamental. Nesse momento, a criança passa a ter contato com as formas

sistematizadas de conceitos que envolvem o que a BNCC-Computação organizou com sendo específicos da área. Entretanto, o ensino permanece fragmentado, disposto em uma lista sequencial.

Quadro 7 - Complemento em Computação da BNCC (2022) Anos Iniciais - Dois primeiros anos

COMPUTAÇÃO - ENSINO FUNDAMENTAL - ANOS INICIAIS- DOIS PRIMEIROS			
Eixo: Pensamento Computacional			
1º ANO			
OBJETO DE CONHECIMENTO	HABILIDADE	EXPLICAÇÃO DA HABILIDADE	EXEMPLOS
Organização de objetos	(EF01CO01) Organizar objetos físicos ou digitais considerando diferentes características para esta organização, explicitando semelhanças (padrões) e diferenças.	Objetos de um mesmo conjunto podem ser organizados e agrupados de diferentes maneiras, enfatizando as características desejadas. A organização adequada pode facilitar a busca por um objeto específico dentro deste conjunto.	O professor pode pedir que os alunos organizem um conjunto de personagens por gênero, cor dos olhos, idade, tamanho, nacionalidade etc. Também pode sugerir que os alunos organizem um conjunto de figuras geométricas por cor, por tipo de figura, por tamanho das figuras etc.
	(EF01CO02) Identificar e seguir sequências de passos aplicados no dia a dia para resolver problemas.	O objetivo é que os alunos possam identificar passos que fazem parte da execução de uma tarefa, bem como seguir uma sequência de passos para realizar uma tarefa (resolver um problema).	O professor pode fornecer sequências de passos para resolver problemas como construir origamis simples, seguir caminhos, executar uma receita, construir figuras com Tangram, entre outros, e solicitar que os alunos as executem.
Conceituação de Algoritmos	(EF01CO03) Reorganizar e criar sequências de passos em meios físicos ou digitais, relacionando essas sequências	Ao explicar para alguém como realizar uma tarefa (resolver um problema), se está criando um algoritmo. Esses algoritmos podem ser construídos a partir de um conjunto de passos	O professor pode fornecer imagens que descrevem os passos para construir um objeto usando peças do tipo 'Lego' e solicitar que os alunos as organizem em uma

	à palavra 'Algoritmos'.	desordenados, onde o aluno deve identificar a sequência em que esses passos devem ser executados, ou podem ser construídos partindo do zero, na qual esses passos também devem ser determinados, além da sequência desses. Pode-se usar linguagem textual, oral ou pictográfica para descrever os passos de um algoritmo.	sequência que permita construir o objeto. Ou ainda, o professor pode solicitar que os alunos expliquem, oralmente ou através de sequências de desenhos, como se joga esconde-esconde ou qualquer outro tipo de jogo.
2º ANO			
OBJETO DE CONHECIMENTO	HABILIDADE	EXPLICAÇÃO DA HABILIDADE	EXEMPLOS
Modelagem de objetos	(EF02CO01) Criar e comparar modelos (representações) de objetos, identificando padrões e atributos essenciais.	Um modelo é construído ao se identificar características essenciais de objetos. Modelos são importantes para classificar objetos e a escolha das características define os agrupamentos.	O professor pode distribuir um conjunto de imagens de veículos como motos, bicicletas, automóveis, trens, aviões, caminhões, helicópteros, jetskis, barcos a vela, lanchas etc., e solicitar que os alunos agrupem as imagens dos veículos que voam ou que possuem rodas, ou ainda os que possuem motor, entre outras características. Chamar a atenção de que diferentes características podem gerar diferentes agrupamentos.
Algoritmos com repetições simples	(EF02CO02) Criar e simular algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, construídos como sequências com	Usar linguagem oral, textual ou pictográfica para descrever algoritmos, percebendo a importância de descrevê-los com precisão para que possam ser executados por outras pessoas (ou máquinas). Os	Os alunos podem construir algoritmos com conjuntos de instruções pré-definidas, como ações para avançar, virar à direita, virar à

	repetições simples (iterações definidas) com base em instruções preestabelecidas ou criadas, analisando como a precisão da instrução impacta na execução do algoritmo.	algoritmos aqui devem ser descritos através de sequências de instruções (preestabelecidas ou criadas pelos alunos) que podem ser repetidas um determinado número de vezes. Os ciclos de repetição devem ser simples, isto é, não devem conter outros ciclos.	esquerda, bem como definir seus próprios conjuntos de instruções. Para descrever a tarefa de andar 10 passos, virar a esquerda e andar mais 5 passos, pode-se definir o seguinte algoritmo: 'Ande um passo 10 vezes; vire à esquerda; e ande um passo 5 vezes'
--	--	--	--

O objeto de conhecimento do 1º ano do Ensino Fundamental, *Organização de objetos* a habilidade EF01CO01, prioriza a organização dos objetos físicos ou digitais, destacando as características (semelhança e diferenças) para uma ordenação a partir de padrões, os quais podem ser dispostos de modo a facilitar a busca. Esse direcionamento condiciona a resposta. Operações e atividades semelhantes a essas já são realizadas na escola e encontram-se em livros didáticos de matemática. O documento apresenta a sugestão dos estudantes organizarem “um conjunto de figuras geométricas por cor, por tipo de figura, por tamanho das figuras etc.” (Brasil, 2022, p. 13).

O conceito de agrupamento não é desenvolvido conceitualmente, apenas fica na aparência e não promove a formação do pensamento teórico. Essa proposta de atividade não passa da observação e comparação dos objetos a partir das características externas, valorizando cor, tamanho e outras observações que podem colocar os objetos em um mesmo conjunto que tenha semelhanças.

Destacamos, do 2º ano do Ensino Fundamental, o objeto de conhecimento *Modelagem de objetos*. A habilidade EF02CO01 indica criar e comparar modelos (representações) de objetos, ao identificar padrões e atributos essenciais. Os modelos são utilizados para classificar objetos e, novamente, o ensino embasado na lógica formal tradicional se apresenta. Os agrupamentos são realizados pelas características externas dos objetos. O exemplo que menciona o documento é a separação em grupos de objetos que voam ou que possuem rodas, entre outras características. Mas,

se pensarmos por exemplo nesse tipo de classificação visual, estamos condicionados a erros conceituais, pois as relações para além da aparência não são relevadas apenas por um sentido (visual), desqualificando o conhecimento científico de determinado conteúdo. Pensemos no exemplo de agrupamento de animais em classe de mamíferos e peixes, se colocarmos a imagem de uma baleia no meio de outras, facilmente as crianças podem chegar a um erro conceitual ao classificá-la como peixe.

Para mobilizar os conceitos é imprescindível compreender os processos humanos de significação e os conhecimentos sobre computação, que incluem os signos que os representam. Logo, não é de forma desconexa e assistemática que a computação é compreendida em suas múltiplas determinações. A apropriação dos conceitos como conhecimentos produzidos ao longo da história em situação de ensino apresenta-se em um sistema de conceitos que instrumentaliza o pensamento na direção do teórico e não apenas do prático-utilitarista. Como observa-se na Figura 5, a seguir:

Figura 5 - Características do conhecimento empírico e do conhecimento teórico

Características	Conhecimento empírico	Conhecimento teórico
Elaboração	Comparação dos objetos às suas representações, valorizando-se as propriedades comuns aos objetos.	Análise do papel e da função de 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.
Tipo de representação	Representações concretas do objeto.	Relação entre as propriedades do objeto e as suas ligações internas.
Relações	A propriedade formal comum é análoga às propriedades dos objetos.	Ligação entre o geral e o particular.
Concretização	Seleção de exemplos relativos a certa classe formal.	Transformação do saber em uma teoria desenvolvida por meio de uma dedução e uma explicação.
Forma de expressão	Um termo.	Diferentes sistemas semióticos.

Fonte: (Cedro; Moraes; Rosa, 2010, p. 431)

O letramento matemático e o letramento digital-computacional são apresentados nos documentos oficiais do MEC e utilizados amplamente pelos profissionais da educação, como soluções que aprimoram o processo educativo. Esses termos ganham credibilidade e legitimidade na Educação Básica, mesmo que com sentido distorcido, ao serem defendidos por entidades como a SBC, e na

academia, por professores e pesquisadores. Mesmo que suas definições estejam pautadas em uma lógica formal e que tenham como base o conhecimento empírico que se pauta na análise e comparação de objetos (Cedro; Moraes; Rosa, 2010).

O conhecimento teórico, que defendemos junto a Davidov (1988) e Cedro, Moraes e Rosa (2010), está teoricamente apoiado na lógica dialética. A formação do pensamento teórico é o que possibilita sair da aparência dos fenômenos, presa a classificação empírica, para assim alcançar a forma mediada e teórica. Desse modo, é proporcionando aos estudantes chegar a uma relação geral, universal, que revela, na ascensão do abstrato ao concreto, as particularidades e as singularidades do fenômeno.

Ao observarmos os verbos utilizados no Quadro 6: analisar, comparar, criar, identificar, organizar, reorganizar e simular, analisamos que, conceitualmente, são palavras que direcionam para uma memorização mecânica e superficial, não pautada nos conhecimentos científicos (Cedro; Moraes; Rosa, 2010). Essa maneira de dispor o ensino remete a um ensino pautado nas questões mercadológicas que levam a resolução de problemas para criar mão de obra especializada. Segundo Moises (1999),

[...] embora o espaço educacional esteja separado do espaço da produção, a ele está submetido em seu conteúdo. Exterior a “ação produtiva direta”, a ação educativa recria o processo produtivo em sua dinâmica artificial indireta, captando deste o seu conteúdo essencial, seu componente mais abstrato, ou seja, a manipulação das regras, a dimensão da operacionalidade dos conceitos, ou ainda, o seu caráter algorítmico (Moises, 1999, p. 35).

A computação, em específico o eixo Pensamento Computacional, assim como a Matemática, é atrelada ao saber fazer e não ao pensar sobre os conceitos. Prioriza-se a resolução de problemas e a construção de algoritmos, com um destaque para os últimos anos, a elaboração de aplicativos. Conforme menciona Moises (1991), na matemática, os conceitos voltados a controle de variações, regularidades e registros ganharam destaque. Na evolução industrial atual, compreendemos que a robotização e o avanço tecnológico retornam, dando destaque à resolução de problemas. Em um modo de produção capitalista que extrai ao máximo a capacidade de produção pela racionalização do trabalho, o ensino é colocado à disposição das exigências do mercado.

Na BNCC-Computação, permanecem os princípios de uma educação embasada no conhecimento empírico, evidenciado nas habilidades e competências descritas no documento. Davidov (1999) enfatiza que o rompimento com essa forma de ensino é possível a partir do conhecimento teórico que expressa a unidade entre interno e externo, aparência e essência, abstrato e concreto.

Podemos fazer uma analogia com a linguagem, sobre a criança nascer em uma sociedade cujo contexto social é de pessoas que se comunicam pela fala, como o computador como intermediário nesse processo. Segundo Vygotski (2009), não é pelo contato imediato que a criança compreende que há significados para essa linguagem. A fala se torna mais natural para a criança em um processo ontogenético do que a sua organização na escrita. Mesmo que pensamento e fala possuam raízes diferentes, estão em unidade, isto é, no significado da palavra, que é uma generalização ou conceito. Já a linguagem escrita, quando descolada de sua necessidade social, é ensinada de modo artificial com ênfase na codificação e decodificação, sem a necessidade de compreender essa produção humana.

Ambos os documentos da BNCC, analisados por nós, estão em concordância com a discussão que Ilyénkov (2007) faz sobre a escola que não ensina a pensar. A organização de um currículo seguindo as normativas à risca leva os docentes a treinarem os estudantes para determinadas e únicas respostas, ao organizarem os conteúdos em uma lista.

É necessário superar os currículos que tornam os estudantes incapazes de sair do nível concreto caótico para uma abstração, retornando para um concreto pensado. O ponto de partida e de chegada é a síntese de múltiplas determinações, isto é, a unidade do diverso (Marx, 2008).

A BNCC poderia ser facilmente confundida com a definição que Ilyénkov (2007, p.20) apresenta sobre:

Os livros de texto e os professores que os seguem muitas vezes, infelizmente, começam imediatamente com “definições” quase científicas. Mas as pessoas reais que criaram a ciência nunca começaram com isso. Terminaram com definições. Por alguma razão, no entanto, a criança é “conduzida” para a ciência do lado oposto. E então as pessoas ficam surpresas de que ela é incapaz de “dominar” proposições teóricas gerais, e que tendo-as “dominado” (no sentido de amontoado) é incapaz de relacioná-las com a realidade, com a “vida”. Desta forma, o pseudo-cientista cresce, o pedante - a pessoa que às vezes conhece toda a literatura em seu campo de especialização, mas não a entende (Ilyénkov, 2007, p. 20).

Para um ensino de computação que promova o desenvolvimento do pensamento teórico acreditamos que a ordem também deva ser invertida. Não é a máquina que pensa, e temos que aprender com ela, mas sim o contrário. São as pessoas que pensam e conscientemente podem atualmente treinar uma Inteligência Artificial para que ela “pense” como nós humanos e responda ao que estamos a “ensinando”. Tikhomirov (1981) apresenta que é na mediação que há a reorganização do pensamento humano, o mesmo acontece com outras ferramentas criadas e utilizadas pela humanidade. Como apresentamos na seção 2, o conteúdo e os conceitos da Ciência da Computação são reduzidos ao nível empírico e classificador, cuja base encontra-se no reflexo das propriedades aparentes do objeto.

Para Davidov (2017), o concreto dá-se em um processo de reflexo mental da realidade, em que a generalização se apoia em um movimento de superação por incorporação do pensamento empírico. Ao esperar que as crianças aprendam habilidades e conteúdos, há uma ruptura entre ensino e aprendizagem, espera-se que estejam desenvolvidos para aprender. Contudo “[...] o ensino desde as séries iniciais, deve garantir aos estudantes a apropriação teórica da realidade, sendo essa a essência da atividade de estudo” (Davidov, 1988, p. 76).

Embora a criança tenha contato com máquinas digitais desde seu nascimento, sendo chamados de nativos digitais, é a escola o local por excelência para a apreensão, compreensão e apropriação dos conceitos relacionados à Ciência da Computação de forma sistematizada e organizada, para assim reorganizar a atividade do pensamento ao agir sobre a natureza da sociedade.

Por fim, compreendemos que o ensino organizado na BNCC e na BNCC-Computação não possibilita a formação do pensamento científico-teórico. Não há como desenvolver habilidades com uma lista descritiva, assim como já sabemos que não foi suficiente aquela lista nos índices dos livros didáticos das mais diferentes unidades temáticas, antigamente chamadas de disciplinas.

Para Vygotski (2010, p. 247), “a criança não assimila o conceito, mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado” (Vygotski, 2010, p. 247). Portanto, a forma como o ensino está organizado no documento não possibilita a apropriação dos conceitos científicos, promotora do desenvolvimento do pensamento científico. Os conteúdos são listados de forma prescritiva, associados a

habilidades e atividades indicadas, como se os docentes não pudessem apresentar atividades melhores que as apresentadas que valorizam a espontaneidade não ultrapassando a cristalização dos conceitos.

5 A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO COMPUTACIONAL: UMA SÍNTESE INTEGRADORA

O processo do pensamento é antes de tudo análise, síntese e generalização. Análise é a identificação no objeto de aspectos, elementos, propriedades, conexões, relações etc., é a divisão do objeto de conhecimento em diversas "partes" e componentes. [...] Desta maneira, a base fisiológica do processo psicológico de análises é uma determinada correlação de irritação e inibição nos setores superiores do cérebro. A unificação dos componentes do todo separados na análise é a síntese. No processo de síntese se produz a união, a correlação dos elementos em que se tinha dividido o objeto de conhecimento (Pétrovski)

Esta pesquisa, embasada nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e no método do Materialismo Histórico-Dialético, nos mobilizou a compreender a realidade em seu movimento histórico, tanto para o desenvolvimento humano, quanto para a atividade principal da pesquisa, o estudo do pensamento computacional. Procuramos contemplar as múltiplas determinações do processo da terminologia “pensamento computacional”, em sua relação com a matemática na escola em direção à formação do pensamento teórico.

A tese teve como característica teórica e estruturada a Teoria da Reorganização proposta por Tikhomirov. Assim, visou responder à seguinte questão de pesquisa: *O pensamento computacional, como está sendo proposto na BNCC e em seu complemento, está estruturado em direção ao desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes como proposto na Teoria Histórico-Cultural?* E teve como objetivo sistematizar e apresentar as diferentes concepções e o percurso sobre o termo pensamento computacional, trazendo a necessidade de formalização e conceituação.

Nesse intuito, aprofundamos evidências históricas sobre a terminologia do pensamento computacional. Além disso, nos debruçamos na compreensão de como este vem sendo aplicado na educação básica brasileira, com foco na Pré-escola da Educação Infantil e nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental.

Na apreensão do fenômeno, partimos da aparência de que os aparatos tecnológicos, ao serem tomados como revolucionários no processo educativo para desvelar que a tecnologia não é um terceiro elemento que faz uma ponte entre homem

e natureza, fato que nos orienta em direção a uma organização de ensino que privilegia a ascensão do abstrato ao concreto na formação do pensamento teórico.

Os processos metodológicos contribuíram como modelos investigativos e reflexivos para sistematizar as sínteses. De modo que, em atividade de reorganização criativa, na relação homem-computador ocorre uma transformação mútua oriunda de saltos qualitativos da humanidade. É em movimentos de ruptura que se possibilita complexos e contínuos processos de desenvolvimentos, diante de uma organização de ensino que privilegia a ascensão do abstrato ao concreto na formação do pensamento teórico.

Ao introduzir o conceito de pensamento computacional, a partir da concepção da Teoria Histórico-Cultural, a escola terá uma organização com necessidades humanas e, conseqüentemente, o desenvolvimento dos Pensamentos Teóricos, conforme temos defendido diante do uso das tecnologias. Todos esses elementos potencializam o desenvolvimento do pensamento teórico em atividade de estudo. De modo que o conteúdo do pensamento teórico também esteja nas ações e na atividade do professor.

As contradições da conjuntura apresentada se materializam nos documentos da BNCC (2018, 2022) e evidenciam a aprendizagem no saber fazer, dando ênfase na lógica formal e apenas em conceitos empíricos, como habilidades e competências e não no desenvolvimento de conceitos e na formação real do pensamento teórico.

À guisa de conclusão, pretendemos, a partir de nossos estudos teóricos, contribuir para a superação dos processos de mercantilização, ideologização, fetichização, reificação da tecnologia no ensino do Pensamento Computacional. Acreditamos na possibilidade de uma ampliação da discussão do tema e da criação de uma Sociedade Brasileira que se dedique à temática do Ensino da Computação, com apoio da qual docentes e estudantes possam atuar em práxis criadora na interação humano-computador.

Cientes de que ainda há muito o que estudar em relação às contribuições da teoria histórico-cultural, tanto para nosso objeto de estudo, o Pensamento Computacional, quanto para o ensino sistematizado e organizado pedagogicamente, consideramos importante enunciar possibilidades explicativas que regem as relações entre educação e tecnologia.

- Aprofundar estudos sobre a origem social da consciência;
- O Pensamento Computacional não é pensamento segundo os pressupostos para o desenvolvimento da THC;
- Aprofundar-se na Teoria da Criatividade e nos estudos de Tikhomirov visando desenvolver um conceito para PC;
- Formação do pensamento teórico e organização do ensino que promova uma personalidade coletivista dos estudantes, mesmo em interação com as ferramentas tecnológicas;

Esperamos mobilizar futuros estudos com ênfase na conceituação e desmistificação do ensino de computação no Brasil, de modo a aprofundar estudos na defesa de uma escola pública, gratuita e de qualidade em condições de enfrentar o modo de produção capitalista e assim, via transformação, superá-lo.

REFERÊNCIAS

ADRIÃO, Theresa; DOMICIANO, Cassia Alessandra. A Educação Pública e as Corporações: avanços e contradições em uma década de ampliação de investimento no Brasil. **FINEDUCA-Revista de Financiamento da Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2018.

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, p. 202-242, 2019.

ALMEIDA, Rosivaldo Pereira de. **Armadilhas no labirinto: escolarização e trabalho docente desafiados pelo pacto da educação em Goiás**. 2018. 222 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

ANDERSON, Nicole D. A call for computational thinking in undergraduate psychology. **Psychology Learning & Teaching**, v. 15, n. 3, p. 226-234, 2016.

ANTUNES, Ricardo. **Uberização, trabalho digital e indústria 4.0**. Boitempo. São Paulo, 2020.

ANTUNES, Ricardo. **Privilégio da Servidão**, O novo proletariado de serviços na era digital. Boitempo. São Paulo, 2018.

ARAUJO, Renata *et al.* **Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação no brasil-competências atitudinais**. Sociedade Brasileira de Computação, 2019. Disponível em: <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/63/280/529>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BABAEVA, Yuliya *et al.* Contribution of Oleg K. Tikhomirov to the methodology, theory and experimental practice of psychology. **Psychology in Russia: State of the art**, v. 6, n. 4, p. 4-23, 2013.

BARR, Valerie; STEPHENSON, Chris. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? **Acm Inroads**, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BARRETO, Raquel Goulart. Tecnologias e sentidos. Instrumento: **Revista de Estudo e Pesquisa em Educação**, Juiz de Fora, v. 20, n. 1, 2018.

BLIKSTEIN, Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. **Education & Courses**, v. 1, 2008. Disponível em: http://www.Blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html. Acesso em: 15 ago. 2023.

BORGES, Ilma. **Prática pedagógica, processos interativos humanos e a construção do conhecimento usando a internet**: uma análise a partir da teoria histórico-cultural de Lev S. Vygotsky. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BOWER, Matt *et al.* Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. **Australian Journal of Teacher Education**. v. 42, n. 3, p. 53-72, 2017.

BRASIL. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Ministério de Educação e Cultura, 1996.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília, DF: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BRASIL. **Por uma política curricular para a educação básica**: contribuição ao debate da base nacional comum a partir do direito à aprendizagem e ao desenvolvimento, Brasília, DF: Ministério da Educação, 2014. Disponível em: <https://ipfer.com.br/gper/wpcontent/uploads/sites/2/2017/12/Governo-Federal-Diretrizes-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar)**, Brasília, DF: Ministério da Educação. 2015. Disponível em: <http://base-nacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 20 maio 24.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 20 maio 2024.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares da área de Computação e Informática**. Brasília, DF: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior, 2016b. Disponível em: <https://www.inf.ufrgs.br/ecp/docs/diretriz.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (versão final)**. 2017a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017**, Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017a.

BRASIL. **LDB, Lei nº 13.415/2017, de 13 de fevereiro de 2017**, Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. 2017b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm. Acesso em: 10 mai. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018a. Disponível em: <https://bit.ly/3MDvWYI>. Acesso em: 30 jun. 2024.

BRASIL, **Resolução CNE/CP nº 4, de 17 de dezembro de 2018**, Brasília, DF: Ministério da Educação. 2018b.

BRASIL. **Resolução Nº 1, de 4 de outubro de 2022**. Normas sobre Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC. Brasília, DF, 2022a. Disponível em: <https://bit.ly/3W FvsFU>. Acesso em: 30 jun. 2024.

BRASIL. **Parecer CNE/CEB Nº2/2022**. Brasília, DF. 2022b.

BRACKMANN, Christian *et al.* Computational thinking: Panorama of the Americas. *In: 2016 international symposium on computers in Education (SIIE)*. IEEE. p. 1-6, 2016.

BRACKMANN, Christian. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In: Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, p. 25, 2012.

BRUZZI, Demerval Guilarducci. Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. **Revista Polyphonia**, v. 27, n. 1, p. 475-483, 2016.

BUNDY, Alan. Computational thinking is pervasive. **Journal of Scientific and Practical Computing**, v. 1, n. 2, p. 67-69, 2007.

CAMPOS, F. R.; DIAS, R. A. **Currículo de referência–Itinerário Formativo em Tecnologia e Computação**. São Paulo: CIEB (Centro de Inovação para a Educação Brasileira), 2020.

CASTRO, Angélica Beatriz. Autômatos: a mecânica como imitação da vida. VII Seminário Nacional de Pesquisa em Arte e Cultura Visual. **Anais**, Goiânia: UFG, FAV. p. 91-101. 2014.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA E ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARTUPS. **Mapeamento Edtech 2020** – investigação sobre as tecnologias educacionais brasileiras. São Paulo: ABSTARTUPS CIEB, 2021.

CHIESA, M. **Behaviorismo Radical**: a filosofia e a ciência. Brasília: Cealeiro, 2006.

CSIZMADIA, Andrew *et al.* **Computational thinking** - a guide for teachers. London, Computing at School, 2015.

DAVIDOV, Vasily Vasilyevich. Os princípios do ensino na escola do futuro. Tradução: Roman Vaz. *In*: MELLO, Roberto Valdés; **Teoria da atividade de estudo**: contribuições de pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Uberlândia: EDUFU, 2019.

DAVIDOV, Vasili Vasilievich. O que é a atividade de estudo. **Escola inicial**, São Paulo n. 7, p. 1-9, 1999.

DAVÍDOV, Vasili Vasilievich. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**: investigación teórica y experimental. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. Análise dos princípios didáticos da escola tradicional e dos possíveis princípios do ensino em um futuro próximo. *In*: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (org.). **Ensino desenvolvimental**: Antologia – Livro I. Uberlândia, v.4, p. 211-223, EDUFU, 2017.

DAVÝDOV, Vasily Vasilyevich. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DE SENA, Edna Maria Ferreira *et al.* A evolução da educação por meio da tecnologia. Educação e Tecnologia: Usos E Possibilidades Para o Ensino e a Aprendizagem. *In*: COSTA, Mara Alice Braulio *et. al.* **Educação e Tecnologia**: Usos e Possibilidades para o Ensino e a Aprendizagem. Ponta Grossa: AYA Editora, 2022.

DENNING, P. J. Remaining trouble spots with computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 3, p. 33-39, mar. 2017.

DIJKSTRA, Edsger. Structured programming. *In*: **Classics in software engineering**. p. 41-48. 1979.

DUARTE, Patrícia Ferreira. Educação para o século XXI e o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB): Uma Conexão Estratégia. **Trabalho Necessário. Niterói**, v. 20, nº 42, p. 1-17, maio/ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/trabalhonecessario/article/view/53523/32470> Acesso em: 31 out. 2023.

DWYER, Thomas A. An extensible model for using technology in education. *In*: SEIDEL, R.J.; RUBIN, M.L. **Computers and Communications**: implications for education. New York: Academic Press. 1977.

ENGELS, F. **Dialética da natureza**. São Paulo: Boitempo, 2020.

EUCLIDES. **Os elementos**. Editora UNESP. 2009.

FERNANDES, Cláudia Santos. **Ciência da computação para crianças**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FERREIRA, Ana Carolina C. *et al.* Experiência prática interdisciplinar do raciocínio computacional em atividades de computação desplugada na educação básica. *In*: XXI Workshop de Informática na Escola. **Anais**, SBC, p. 256-265, 2015.

FREGE, Gottlob. **Collected papers on mathematics, logic, and philosophy**. Nova York: Wiley-Blackwell, 1991.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Pandemia, mercantilização da educação e resistências populares. **Germinal**: marxismo e educação em debate, v. 13, n. 1, p. 636-652, 2021.

GADOTTI, Moacir. **Concepção dialética da educação**: um estudo introdutório. São Paulo: Cortez, 1995.

GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Aprendizagem conceitual e apropriação da linguagem escrita: contribuições da teoria histórico-cultural. **Estudos em avaliação educacional**, v. 20, n. 42, p. 111-124, 2009.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. Organization of mental activity and effectiveness of learning. **Soviet Psychology**, Moscou, v. 27, n. 3, p. 65-82, maio/jun. 1989.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. Acerca de la investigación del desenvolvimiento intelectual en el niño. *In*: ILIASOV, I. I.; LIAUDIS, V. **Antología de la psicología pedagógica y de las edades**. La Habana: Pueblo y Educación, p. 228- 234, 1986.

GUARDA, Graziela Ferreira; PINTO, Sérgio Crespo CS. Dimensões do Pensamento Computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. *In*: **Simpósio brasileiro de informática na educação (SBIE)**. SBC, p. 1463-1472. 2020.

GUARDA, Graziela Ferreira; DA SILVA PINTO, Sérgio Crespo Coelho. Materiais Didáticos para Formação de Professores da Educação Básica em Pensamento Computacional. **Revista Observatório**, Palmas, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2023.

GROVER, Shuchi; PEA, Roy. Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. **Educational researcher**, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013.

HEGEL, Georg Wilhelm Friedrich. **Linhas fundamentais da filosofia do direito ou direito natural e ciência do estado em compêndio**: A eticidade. A sociedade civil-burguesa. Terceira parte. Segunda seção. IFCH/UNICAMP, 1996.

HEINTZ, Fredrik; MANNILA, Linda; FÄRNQVIST, Tommy. A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K–12 education. **Teoksessa, 2016 IEEE frontiers in education conference (FIE)**, p. 1-9, 2016.

HSU, Ting Chia; CHANG, Shao Chen; HUNG, Yu Ting. How to learn and how to teach computational thinking: suggestions based on a review of the literature. **Computers & Education**, v. 126, p. 296-310, 2018.

ILYENKOV, E. V. Nossas escolas devem ensinar a pensar! **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 45, n. 4, p. 9-49, jul./ago. 2007.

IST-CSTA. International Society for Technology in Education, **Computer Science Teachers Association**. Computational thinking: leadership toolkit. p. 1 - 46, 2020. Disponível em: www.iste.org/docs/ct-documentes/ct-leadership-toolking.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

JACINSKI, Edson; FARACO, Carlos Alberto. Tecnologias na Educação: uma solução ou um problema pedagógico? **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 10, n. 2, p. 49-56, 2002.

KNUTH, Donald E. Structured programming with go to statements. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 6, n. 4, p. 261-301, 1974.

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

KRUPSKAYA, Nadezhda Konstantinovna. **A construção da pedagogia socialista: escritos selecionados**. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

LEONTIEV, Aleksei Nikoláievitch. **Atividade, consciência e personalidade**. México: Editorial Cartago de México, 1978.

LEONTIEV, Aleksei Nikolaevitch. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV, Aleksei Nikolaevitch. **El problema de la actividad en la Psicología**. La Habana, 1989.

LEONTIEV, Aleksei Nikoláievitch. **Atividade, Consciência e Personalidade**. Bauru: Mireveja, 2021.

LEONTIEV, Aleksei Nikolaevitch. As necessidades e os motivos da atividade. *In*: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés. (org.). **Ensino Desenvolvimental**, Uberlândia: EDUFU, 2017, p. 39-57.

LIBÂNEO, José Carlos. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação - ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública**: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, 2014.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, R. A. M. M. **Políticas educacionais neoliberais e escola pública**: uma qualidade restrita de educação escolar. Goiânia: Espaço Acadêmico, 2018.

LIMA, L. C. Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica. Programa Integrar. **Caderno do Professor: trabalho e tecnologia. CUT/SP**, p. 95-103, 1998.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1990.

LURIA, Alexander Romanovich. **Curso de psicologia geral**. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, v. I, 1979.

MARTINS, Lígia Márcia. Desenvolvimento do pensamento e educação escolar: etapas de formação de conceitos à luz de Leontiev e Vigotski. **Fórum linguístico**, v. 13, n. 4, p. 1572-1586, 2016.

MASSA, Nayara Poliana; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; DOS SANTOS, Josely Alves. O Construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. **Cadernos da FUCAMP**, v. 21, n. 52, 2022.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política: Livro I: O processo de produção do capital. São Paulo: Boitempo, 2020^a.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política. Livro 3: O processo de circulação do capital. São Paulo: Boitempo, v. 1, 2017. 2020b.

MARX, Karl. **Manuscritos econômico-filosóficos**. São Paulo: Boitempo, 2004.

MARX, Karl. **Contribuição à Crítica da Economia Política**. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

MIT APP INVENTOR. **About Us**, Massachusetts Institute of Technology, 2017. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

MOISÉS, Roberto Perides. **A resolução de problemas na perspectiva histórico/lógica: o problema em movimento**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MEDEIROS, Soraya Roberta dos Santos; MARTINS, Cibelle Amorim; MEDEIROS, Inácio Gomes. Materiais didáticos utilizados nas formações de professores em

Pensamento Computacional. XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais**, SBC, p. 1096-1106, 2021.

MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

MINSKY, Marvin. Applying artificial intelligence to education. **Computers and Communications**: implications for education. New York: Academic Pres. p. 1130-1142, 1977.

MIOTTO, P.; CARDOSO, V. C. A Utilização do software Scratch para o ensino e a aprendizagem do conceito de função. **Cadernos PDE**. Os desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor, Curitiba, p. 1-28, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_mat_pdp_polyana_miotto.pdf. Acesso em: 06 maio 2024.

MORAES, Maria Cândida. Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 19-44, 1997.

MORAES, Moema Gomes. **Pesquisa sobre Educação e Tecnologias**: questões emergentes e configuração de uma temática. 2016. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2016.

MORAIS, Anuar Daian de; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; FAGUNDES, Léa da Cruz. Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, p. 455-473, 2017.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. **A construção do signo numérico em situação de ensino**. 1992. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

NAVARRO, Eloisa Rosotti. **O desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na educação matemática segundo contribuições da teoria histórico-cultural**. 2021. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

NEWELL, Allen; SIMON, Herbert A. Computer Simulation of Human Thinking: A theory of problem solving expressed as a computer program permits simulation of thinking processes. **Science**, v. 134, n. 3495, p. 2011-2017, 1961.

NUNES, Daltro José. Ciência da computação na educação básica. **Jornal da Ciência**, v. 9, n. 09, 2011.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. **Vygotsky, Leontiev, Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

OLIVEIRA, Eliane Cecília de Lima. **O uso do software Scratch no Ensino Fundamental**: possibilidades de incorporação curricular segundo professoras dos anos iniciais. 2009. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

OBI – Olimpíada Brasileira de Informática. **Sobre a OBI**, 2018. Disponível em: <https://olimpiada.ic.unicamp.br/info/>. Acesso em: 23 ago. 2023.

OLIVEIRA, Pedro Wachsmann Schanzer de. **Ensino da computação na educação básica**. 2022. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2022.

ORSO, Paulino José. A educação em tempos de golpe, ou então, como avançar andando para trás. **Germinal**: marxismo e educação em debate, v. 9, n. 1, p. 50-71, 2017.

PALTS, Tauno; PEDASTE, Margus. A model for developing computational thinking skills. **Informatics in Education**, v. 19, n. 1, p. 113-128, 2020.

PAPERT, Seymour. A learning environment for children. **Computers and communications**: Implications for education, p. 271-278, 1977.

PAPERT, Seymour. Children, computers and powerful ideas. **Harvester Press**, v. 10, p. 978-3, 1980.

PAPERT, Seymour. An exploration in the space of mathematics educations. **Int. J. Comput. Math. Learn**, v. 1, n. 1, p. 95-123, 1996.

PIAGET, Jean. **El estructuralismo**. México: Publicaciones Cruz O. SA, 1999.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência. 1978.

QUALLS, Jake A.; GRANT, Michael M.; SHERRELL, Linda B. CS1 Students understanding of Computational Thinking Concepts. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 26, n. 5, p. 62-71, 2011.

RAABE, André L.A.; BRACKMANN, Christian P.; CAMPOS, Flávio R. **Currículo de referência em tecnologia e computação**: da educação infantil ao ensino fundamental. Centro de Inovação para a Educação Básica-CIEB, 2018.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Editora Vozes, 1998.

RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone André da Costa. Entendendo o pensamento computacional. *In*: RAABE, André; ZORZO, Avelino Francisco; BLIKSTEIN, Paulo (Orgs.). **Computação na educação básica**: fundamentos e experiências. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 16-30.

RIFKIN, Jeremy. **The third industrial revolution**: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world. Macmillan, 2011.

RUBTSOV, Vitaliy Vladimirovich. Activity approach to learning and the problem of creating digital learning aids. **Tätigkeitstheorie**: E-Journal for Activity Theoretical Research in Germany, v. 12, n. 1, p. 11-24, 2014.

SANTAELLA, L. Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano. **Revista Famecos**, v. 10, n. 22, p. 23-32, 2003.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**. São Paulo: Autores Associados, 2005.

SCRATCH, **Acerca do Scratch**. 2014. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 27 ago. 2023.

SCHWAB, Klaus; ZAHIDI, Saadia. The future of jobs report. *In*: **World Economic Forum**. 2018. p. 1-133.

SILVA, Leandro Luciano; MARTINS, Maria de Fátima Almeida. Pedagogia Socialista - Legado da Revolução de 1917 e desafios atuais. **Trabalho & Educação**, v. 27, n. 2, p. 185-192, 2018.

SIQUEIRA, I. C. P. *et al.* Normas sobre computação na educação básica—complemento à base nacional comum curricular (BNCC). **Technical report**, Conselho Nacional de Educação—Câmara de Educação Básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.hp>, 2022. Acesso em: 27 ago. de 2023.

SKINNER, B. F. **The behavior of organisms**. New York: Appleton Century-Crofts. 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação Plena em Computação 1991. Diretoria de Educação, Sociedade Brasileira de Computação, junho de 1991. Disponível: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~bigonha/Cr/cr91.html>, Acesso em: 17 fev. 2015. Acesso em: 24 maio 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. **Currículo de referência da SBC para cursos de graduação em computação, versão 1996**. Diretoria de Educação, Sociedade Brasileira de Computação, 1996. Disponível em: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~bigonha/Cr/crf96.html>. Acesso em: 24 maio 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. **Currículo de referência da SBC para cursos de graduação em computação, versão 1999**. Diretoria de Educação, Sociedade Brasileira de Computação. Disponível em: <http://lad.dsc.ufcg.edu.br/ec/cr99.pdf>. Acesso em: 24 maio 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. **Currículo de Referência para Cursos de Licenciatura em Computação . CR - LC/2002**, 2002. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/summary/131-curriculos-de-referencia/763-curriculo-de-referencia-lic-versao-2002>. Acesso em: 20 nov. 2023

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação**, 2005. Diretoria de Educação, Sociedade Brasileira de Computação. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/summary/131-curriculos-de-referencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005>. Acesso em: 24 maio 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO [SBC]. **Diretrizes para ensino de computação na educação básica**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>. Acesso em: 24 maio 2023.

TALÍZINA, Nina. **Psicología de la enseñanza**. Moscou: Progreso, 1988.

TASLIBEYAZ, Elif; KURSUN, Engin; KARAMAN, Selcuk. How to Develop Computational Thinking: A Systematic Review of Empirical Studies. **Informatics in Education**, v. 19, n. 4, p. 701-719, 2020.

TEDRE, Matti; DENNING, Peter J. The long quest for computational thinking. *In: Proceedings of the 16th Koli Calling international conference on computing education research*. 2016. p. 120-129.

THE ROYAL SOCIETY. **Shut down or restart?** The way forward for computing in UK schools. London: The Royal Society, 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

TIKHOMIROV, Oleg Konstantinovich. The psychological consequences of computerization. *In: WERTSCH, J.V. The Concept of Activity in Soviet Psychology*, New York: M. E. Sharpe, 1981. p. 256–278.

THIKOMIROV, O. K. The theory of activity changed by information technology. *In: ENGESTROM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMAKI, R. L. Perspectivy on Activity Theory*. Cambridge University Press, 1999.

TIKVA, Christina; TAMBOURIS, Efthimios. Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. **Computers & Education**, v. 162, p. 104083, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131520302815?via%3Di%3Dhub>. Acesso em: 26 out. 2023.

VALENTE, José. Diferentes usos do computador na educação. **Em aberto**, v. 12, n. 57, 1993.

VALENTE, José Armando; DE ALMEIDA, Fernando José. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 45-60, 1997.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na**

educação. 2005. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005. Disponível em:

<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000857072&opt=4>. Acesso em: 9 abr. 2024.

VIANA, Ana Luiza d'Ávila; SILVA, Hudson Pacifico da. Meritocracia neoliberal e capitalismo financeiro: implicações para a proteção social e a saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 7, p. 2107-2118, 2018.

VICARI, Rosa Maria; MOREIRA, Alvaro Freitas; MENEZES, Paulo Fernando Blauth. **Pensamento computacional**: revisão bibliográfica. 2018.

VIEIRA PINTO, Á. **O Conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto. 2005

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **Educação & Sociedade** - Manuscrito de 1929. v. 21, p. 21-44, 2000.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**, São Paulo: Ícone, 2010.

VOISKOUNSKY Aleksandr. Psychology of computerization as a step towards the development of cyberpsychology. **Psychology in Russia: State of the art**, v. 6, n. 4, p. 150-159, 2013.

VYGOTSKI, L. S. **Problemas teóricos y metodológicos de la Psicología**. Madrid: Visor, 1991.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Problemas del desarrollo de la psique**. Tomo III. Madrid: Visor, 2000.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Problemas de Psicología General**. Tomo II. Madrid: Antonio Machado Libros, 2001.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Psicología infantil**. Tomo IV. Madrid: Antonio Machado Libros, 2006.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: O desenvolvimento dos processos biológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

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

WING, Jeannette Marie. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008.

WING, Jeannette Marie. Research notebook: Computational thinking - What and why. **The link magazine**, v. 6, p. 20-23, 2011.

WING, Jeannette Marie. Computational thinking benefits society. 40th anniversary blog of social issues in computing, v. 2014, p. 26, 2014.

ZHANG, LeChen; NOURI, Jalal. A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. **Computers & Education**, v. 141, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333944299_A_systematic_review_of_learning_computational_thinking_through_Scratch_in_K-9. Acesso em: 15 out. 2023.

ZORZO, Francisco Avelino *et al.* **Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. Sociedade Brasileira de Computação (SBC)**. 2017.