REVISTA BAIANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

CC BY NC SA

https://doi.org/10.47207/rbem.v7i1.28301

Gênese do surgimento do computador à tecnologia na educação voltada ao Pensamento Computacional na disciplina de Matemática no Ensino Médio

BORGES, Julia Santana Garcia
Instituto Federal de Goiás (IFG). Mestranda. ORCID: 0009-0005-9587-1080. E-mail: julia.sgarciaborges@gmail.com.

MALAQUIAS, Arianny Grasielly Baião
Instituto Federal de Goiás (IFG). Doutora. ORCID:0000-0002-3944-4544. E-mail: arianny.malaquias@ifg.edu.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar a inserção do Pensamento Computacional no contexto educacional brasileiro, com ênfase em sua incorporação na Base Nacional Comum Curricular. A partir desse documento normativo, que orienta a integração das tecnologias digitais na educação básica, investiga-se como o Pensamento Computacional vem sendo compreendido e implementado, especialmente no ensino de Matemática. O estudo busca discutir as implicações dessa inserção para a formação dos estudantes, considerando as diferentes concepções que permeiam o tema, desde abordagens voltadas ao desenvolvimento de habilidades técnicas até perspectivas que enfatizam sua contribuição para a organização do pensamento e resolução de problemas. Além disso, o trabalho problematiza o uso de estratégias didáticas associadas ao Pensamento Computacional, como atividades desplugadas, refletindo sobre suas potencialidades e limites no contexto das condições concretas das escolas. A análise é conduzida a partir de um movimento lógico-histórico, buscando compreender o desenvolvimento e a inserção das tecnologias na educação em sua relação com as transformações sociais mais amplas. Por fim, a pesquisa pretende contribuir para o debate sobre o papel das tecnologias digitais na educação matemática, apontando caminhos que favoreçam uma formação mais ampla e significativa dos estudantes.
Palavras-chave: Pensamento Computacional. BNCC. Matemática.

Genesis of the emergence of computers and technology in education focused on Computational Thinking in the subject of Mathematics in High School.

Abstract: This paper aims to analyze the integration of Computational Thinking into the Brazilian educational context, with an emphasis on its incorporation into the National Common Curriculum Base (BNCC). Based on this normative document, which guides the integration of digital technologies in basic education, the study investigates how Computational Thinking has been understood and implemented, especially in mathematics teaching. The study seeks to discuss the implications of this integration for student development, considering the different conceptions surrounding the topic, from approaches focused on the development of technical skills to perspectives that emphasize its contribution to the organization of thought and problem-solving. Furthermore, the work problematizes the use of didactic strategies associated with Computational Thinking, such as unplugged activities, reflecting on their potential and limitations within the context of the concrete conditions of schools. The analysis is conducted through a logical-historical approach, seeking to understand the development and integration of technologies in education in relation to broader social transformations. Finally, this research aims to contribute to the debate on the role of digital technologies in mathematics education, pointing out ways that favor a broader and more meaningful education for students.
Keywords: Computational Thinking. BNCC. Mathematics.

El origen de la aparición de las computadoras y la tecnología en la educación se centró en el pensamiento computacional en la asignatura de matemáticas en la escuela secundaria

Resumen: Este trabajo analiza la integración del Pensamiento Computacional en el contexto educativo brasileño, con énfasis en su incorporación al Currículo Nacional Común (CNCC). A partir de este documento normativo, que guía la integración de las tecnologías digitales en la educación básica, el estudio investiga cómo se ha entendido e implementado el Pensamiento Computacional, especialmente en la enseñanza de las matemáticas. El estudio busca analizar las implicaciones de esta integración para el desarrollo estudiantil, considerando las diferentes concepciones en torno al tema, desde enfoques centrados en el desarrollo de habilidades técnicas hasta perspectivas que enfatizan su contribución a la organización del pensamiento y la resolución de problemas. Además, el trabajo problematiza el uso de estrategias didácticas asociadas al Pensamiento Computacional, como las actividades sin conexión a internet, reflexionando sobre su potencial y limitaciones en el contexto de las condiciones específicas de las escuelas. El análisis se realiza mediante un enfoque lógico-histórico, buscando comprender el desarrollo y la integración de las tecnologías en la educación en relación con transformaciones sociales más amplias. Finalmente, esta investigación pretende contribuir al debate sobre el rol de las tecnologías digitales en la educación matemática, señalando maneras que favorezcan una educación más amplia y significativa para los estudiantes.
Palabras clave: Pensamiento computacional. BNCC. Matemáticas.

A Revolução Industrial permitiu o aumento na quantidade de produtos fabricados por unidade de tempo, tornando essa produção mais ágil e com um menor custo, conforme Hobsbawm (1996, p. 45), “a característica essencial da Revolução Industrial foi a introdução de maquinaria que permitia produzir muito mais em menos tempo e com menor custo”. Com a computação aconteceu algo semelhante: o que antes era fabricado manualmente pode agora ser feito de maneira mais rápida e eficiente.

A computação “esconde” como ela realiza as operações e entrega o resultado a você, não sendo necessário ao usuário entender de programação, *hardware* e *software*. O uso de computadores é algo novo, mas a necessidade de computar não é. Computar aqui significa realizar uma contagem/uma operação matemática. Computar já era útil desde a idade das cavernas, por exemplo, para computar a alimentação e divisão entre todos os membros da tribo (Marçula; Benini, 2013).

De acordo com Marçula e Benini (2013) o primeiro instrumento de computação conhecido é o ábaco, que foi criado na Mesopotâmia 2500 a. C., ele permitia realizar cálculos de adição e subtração. O ábaco tinha 4 linhas e em cada uma delas 9 pedrinhas. A linha inferior referia-se as unidades, a segunda referia-se as dezenas, a terceira as centenas e a quarta a dos milhares.

> 2000 a.C. atribui-se ao ábaco o marco inicial dos dispositivos de cálculo (portanto, da informática). É uma calculadora binária, formada por varetas nas quais deslizam contas de madeira. A princípio, foi utilizada pelos fenícios e depois foi muito difundida no extremo Oriente (Marçula; Benini, 2013, p.33).

Depois do ábaco vários outros dispositivos também foram criados como o astrolábio, réguas de cálculo e os relógios. Todos esses trouxeram inovações em relação aos dispositivos anteriores, permitindo a realização dos cálculos de maneira mais rápida e precisa e expandindo a capacidade de representação disponível anteriormente. Até então não se usava o termo computadores (Marçula; Benini, 2013).

A primeira ocorrência do termo computador ocorreu em 1613, na obra *The Yong Mans Gleanings* de Richard Braithwait, e não se tratava de uma máquina, mas de um tipo de trabalho em que as pessoas realizavam cálculos, utilizando ou não máquinas.

Em 1694, um matemático alemão de nome Leibniz, desenvolveu uma calculadora mecânica, chamada Contador de Passos que funcionava como um hodômetro (instrumentos usados para contar quilometragem do automóvel), ele utilizava engrenagens mecânicas com dentes para realizar a contagem e registrar os valores, essas calculadoras foram utilizadas por quase dois séculos, até o início do século XIX, esse instrumento também permitia multiplicar e dividir, além de adições e subtrações. Este instrumento também possuía suas desvantagens como o desgaste físico que demandava muito tempo para entregar um único resultado, além de ser um instrumento grande, sendo necessário muito metal para fabricá-lo, além de serem muito caras, logo pouco acessíveis à população (Marçula; Benini, 2013).

Para solucionar os problemas supracitados, no século XIX, surgiram livros com tabelas gigantescas com resultados de raiz quadrada; esses valores eram utilizados para calcular direção de projéteis em aplicações militares. Utilizavam o formato do canhão como uma base para

calcular a trajetória dos tiros utilizando essas raízes. O problema era que se você mudasse o tipo do canhão ou a direção do canhão, seria necessário recalcular todo o livro de raiz quadrada novamente, o que era um processo demorado e propenso a erros.

Sabendo destes problemas, em 1824 um matemático inglês chamado Charles Babbage criou a máquina diferencial; essa máquina era um dispositivo mecânico capaz de realizar cálculos com polinômios, logaritmos e funções trigonométricas. Ele nunca a concluiu, a parte construída possuía 25 mil componentes e pesava 15 toneladas, esse projeto acabou sendo abandonado.

> A máquina nunca funcionou, pois, a tecnologia mecânica do século XIX era insuficiente para implementar a sua complexidade. Mas as ideias, quanto ao processamento da informação, são usadas, de uma maneira ou de outra, até hoje. Essa foi a primeira concepção de uma máquina com programa modificável. As ideias de Babbage mostraram-se corretas somente no início do século XX, quando foram construídas máquinas usando os seus princípios, por esse motivo, é conhecido como o "pai da computação" (Marçula; Benini, 2013, p.34).

Em 1891, pesquisadores reconstruíram a máquina diferencial, que funcionou. Ainda no século XIX, Charles Babbage projetou uma máquina mais complexa, chamada máquina analítica, que, além de memória, possuía impressora e executava uma sequência de operações a partir de dados; porém, essa máquina nunca foi construída (Martin, 1991). Ada Lovelace, desenvolveu programas hipotéticos para a máquina analítica e tornou-se a primeira programadora do mundo (Marçula; Benini, 2023) No fim do século XIX, era muito comum usar dispositivos de cálculo para realizar cálculos em ciência e engenharia, mas o uso de computadores nos negócios, no governo e na vida cotidiana era bem incomum. À medida que a população mundial aumentou e as demandas por cálculos se tornaram cada vez mais frequentes, os dispositivos mecânicos começaram a apresentar limitações. A principal limitação dessas máquinas é que elas possuíam um limite de contagem, porque a quantidade de valores que era possível ser representada dependia da quantidade de engrenagens que estavam disponíveis naquela máquina. Além disso, essas engrenagens começavam a se desgastar, ocasionavam erros nas contagens e nos cálculos, e alguns poderiam demorar muito tempo para serem concluídos. Daí a motivação para a necessidade de inserir elementos elétricos nas

máquinas de contar, pois a que existia até então era puramente mecânica (Marçula; Benini, 2013).

Em 1880 iniciou-se o censo (contagem da população) nos EUA; a constituição naquela época exigia que fosse feito um novo censo a cada 10 anos. O censo de 1880 demorou 7 anos para ser concluído e quando terminou, já estava desatualizado, já o censo de 1890 tinha uma estimativa de conclusão de 13 anos, o que era problemático, já que em 1900 já seria necessário um novo censo (Marçula; Benini, 2013).

Foi por este problema que Herman Hollerith viu a oportunidade de criar uma máquina eletromecânica que utilizava cartões perfurados para representar dados; os números eram decodificados em áreas específicas do cartão de papel, seguindo a mesma lógica do ábaco. Assim, os recenseadores visitavam as casas, contavam a quantidade de pessoas e furavam os cartões nos lugares indicados, anotavam os endereços e guardavam os cartões. O cartão era inserido na máquina, era lido de forma mecânica e o valor era acrescentado à contagem de modo elétrico. Com este avanço o censo demorou apenas 2 anos e meio para ser concluído, e economizou milhões de dólares. Dado o sucesso das máquinas, a área de negócios passou a ver com bons olhos o uso de máquinas para tornar o trabalho mais eficiente e, acima de tudo, aumentar o lucro. Herman Hollerith criou em 1924 a *International Business Machine* (IBM), uma empresa dedicada ao desenvolvimento de máquinas eletromecânicas (Marçula; Benini, 2013).

> 1889 - Herman Hollerith (estatístico americano) desenvolveu uma tabuladora baseada nas ideias de Babbage para o censo dos Estados Unidos. A máquina lia cartões perfurados. O censo anterior (1880) demorou sete anos para ter os resultados tabulados, enquanto a máquina de Hollerith demorou "apenas" três anos e meio. 1896 - Herman Hollerith fundou a *Tabulating Machine Company* que, em 1924, tornou-se a *International Business Machine* (IBM) (Marçula; Benini, 2013, p. 34).

Porém, ainda existiam limitações, pois os cartões perfurados eram perecíveis, podendo ser danificados, não sendo 100% confiáveis, eles poderiam ser perdidos e a sequência poderia ser modificada, o que faria com que a contagem devesse ser recomeçada. Nessa época, percebeu-se que não precisariam apenas de máquinas que conseguissem armazenar valores,

mas que fossem capazes de representar e armazenar de um modo não perecível, registrando informações de forma mais rápida, o que levou ao surgimento dos computadores digitais. Hermann Hollerith fundou uma empresa de sucesso que daria origem ao que conhecemos hoje como Vale do Silício nos EUA (Marçula; Benini, 2013).

O mundo passava por uma explosão demográfica e necessitava cada vez mais dessa automação, o que pressionou para que houvesse uso da eletricidade na computação, originando o que conhecemos como computador digital.

Os computadores digitais, na verdade, só surgiram em 1944, construídos pela IBM para ajudar na Segunda Guerra Mundial. A unidade básica daquela máquina era o relé (dispositivos eletromecânicos revolucionaram o armazenamento de valores em computadores e foram utilizados em massa para a construção deles). O primeiro computador criado com relé surgiu por volta de 1940, o chamado Harvard Mark I: este tinha cerca de 3000 relés que precisavam de manutenções frequentes. Além disso, esses computadores ocupavam salas inteiras, eram caros e propensos a erros, esquentavam muito, além de serem sujeitos a impactos físicos, e atraiam insetos que poderiam atrapalhar o fechamento e abertura dos relés e trazer resultados errados para o cálculo, o que chamamos de *bug*. O surgimento do termo *bug* foi em 1947 quando o computador Harvard Mark II sofreu deste problema.

> Howard Aiken e sua equipe da Universidade de Harvard concluíram o Mark I, em conjunto com a IBM. Foi o primeiro computador eletromecânico a utilizar os princípios idealizados por Babbage. Foi utilizado até 1959. Armazenava e contava números usando 3.000 rodas, 1.400 chaves rotatórias e mais de 600 quilômetros de fios. Era programado por cinco toneladas de cartões perfurados e fazia uma multiplicação em aproximadamente seis segundos (Marçula, Benini, 2013, p. 35).

Para resolver este problema foi necessária uma invenção criada no início do século XX, em 1904, o físico inglês John Ambrose Fleming desenvolveu um novo componente elétrico chamado válvula termiônica, que continha 2 eletrodos e um ducto de vidro.

> J. Ambrose Fleming (engenheiro inglês) criou a válvula. Construída num invólucro de vidro "fechado a vácuo" contendo dois eletrodos que, dependendo do modo como eram ligados à eletricidade, permitiam ou não

> passagem da corrente. Esses eletrodos eram usados para representar eletricamente os estados 1 ou 0 binários (Marçula; Benini, 2013, p. 34).

Em 1906, o americano Lee de Forest aperfeiçoou o design de Fleming para criar um novo tipo de armazenamento, de modo que era possível mudar os valores sem o desgaste mecânico das válvulas como acontecia nos relés. Através dos tubos de vácuo que Lee introduziu, era capaz de mudar valores milhares de vezes por segundo. Este dispositivo acabou tornando-se a base para os dispositivos eletrônicos por 50 anos adiante, apesar de serem frágeis e podiam quebrar ou danificar o circuito. Esse dispositivo permitiu a substituição dos relés na década de 40 (Marçula; Benini, 2013).

O Colossus MK1, desenvolvido por Tommy Flowers, em 1943, foi o primeiro a usar esses tubos; esse computador ajudou a decodificar códigos nazistas; inclusive dois anos antes disso, Alan Turing criou um dispositivo mecânico para decodificar as mensagens da máquina nazista Enigma (falaremos um pouco mais sobre ele nos parágrafos a seguir). O Colossus é considerado o primeiro computador eletrônico programável (Marçula; Benini, 2013).

Em 1946, na universidade da Pensilvânia, John Mauchly e J. Presper Eckert, criaram o *Electronic Numeric Integrator and Computer* (ENIAC), calculador e integrador numérico eletrônico que era um computador de propósito geral programável e eletrônico, construído a base de tubos de vácuo. Este podia fazer 5000 adições e subtrações de 10 dígitos por segundo; ele operou por 10 anos e fez mais cálculos que todos os humanos em toda a história. Porém, estes tubos estragavam e o computador era operacional por metade de um dia apenas até parar de funcionar.

> Apesar de o ABC ser considerado legalmente o primeiro computador eletrónico da história, os autores consideram este como o ano do início da "história da computação moderna" com o lançamento do ENIAC (*Electronic Numeric Integrator and Computer*- Computador Integrador Numérico Eletrônico), desenvolvido por John Presper Eckert Jr e John Mauchly, da Universidade da Pensilvânia, e pelo Laboratório de Pesquisas Balísticas do Exército dos EUA. Era um computador de propósito geral. O projeto inicial (1943) tinha aplicação militar específica, sendo o cálculo de balística de projéteis (Marçula, Benini, 2013, p. 35).

Em 1947 foi criado o transistor, que tinha a mesma lógica do relé e dos tubos de vácuo; isso permitia controlar o fluxo de eletricidade e decidir aquilo que seria armazenado. O material era sólido e não tão frágil quanto os anteriores. Além disso, possuíam tamanho menor e eram mais baratos, o que gerou computadores como o IBM 608, disponibilizado no mercado em 1957.

> A partir desse primeiro modelo os transistores evoluíram bastante. Tornaram-se componentes pequenos, o que permitiu a redução do tamanho dos computadores e o aumento da velocidade de processamento, uma vez que os elétrons teriam de viajar distâncias internas menores. O transistor é um componente eletrônico de "estado sólido", pois no seu interior há materiais semicondutores (normalmente o silício), por isso é mais resistente; consome menos energia, gerando menos calor que as válvulas, portanto, queimam menos e têm menor necessidade de refrigeração. Mesmo com as vantagens dos transistores, por algum tempo os computadores transistorizados conviveram com os computadores a válvula (Marçula; Benini, 2013, p. 36).

O material mais comum para fazer os semicondutores utilizados nos transistores é o silício; o lugar de produção na Califórnia ficou conhecido como Vale do Silício. William Shockley fundou a *Shockley Semicondutors*. Apesar de não ter sido um grande sucesso comercial, a empresa desempenhou papel crucial ao formar engenheiros talentosos que posteriormente fundaram a *Fairchild Semiconductors* e, mais tarde, fundaram a Intel, a maior fabricante de chips do mundo (Freeman, 2005).

Da adoção dos relés até a adoção dos transistores nos computadores, estamos falando de 1930 até 1957. Neste período tivemos a Gripe Espanhola, a Crise de 29 e a Segunda Guerra Mundial.

Dois grandes personagens foram importantes não só no desenvolvimento dos computadores, mas também na computação; Alan Turing e John Von Neumann. Alan Turing foi um matemático e cientista britânico que se destacou no trabalho de decodificação de mensagens na Segunda Guerra Mundial. Ele nasceu em 1912 e com 24 anos se consagrou com a publicação de um trabalho nomeado *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Nesse artigo, Turing introduziu a máquina de Turing, um modelo teórico de computador capaz de executar qualquer cálculo matemático que fosse computável.

Esse trabalho é considerado um marco da computação teórica e da ciência da computação moderna. Em 1936 ele definiu formalmente o conceito de computabilidade e propôs um modelo matemático formal chamado Máquina de Turing (um modelo matemático capaz de representar a computação). Até então, antes da sua publicação, os computadores e a computação consistiam em contagem e armazenamento de valores utilizando dispositivos mecânicos via relés transitando para a consolidação do uso de tubos de vácuo com todas as limitações já mencionadas.

O conceito de computabilidade, segundo Alan Turing, refere-se à ideia de que uma função ou problema é computável se puder ser resolvido por um procedimento mecânico ou algoritmo executável por uma máquina de Turing em um número finito de passos. Esse conceito estabelece os limites do que pode ser calculado de forma algorítmica (Hodge, 1983).

Alan Turing propôs o conceito de computação com base em uma máquina composta por uma fita, nesta, era possível ler e escrever valores, ou seja, ali nascia o conceito clássico da computação em que temos entrada, processamento e saída. É importante lembrar que o primeiro computador programável de propósito geral foi o ENIAC e só apareceu em 1946. Segundo Turing, a computação não depende da inteligência humana, pois acreditava que se um problema puder ser descrito por regras finitas e precisas, uma máquina teórica (ou real) pode realizá-lo. Esse conceito é fundamental para a teoria da computação e estabelece os limites do que é possível calcular de forma algorítmica (Hodge, 1983)

Logo, o trabalho de Turing não só influenciou as máquinas que vieram depois, mas também o conceito que possibilitava a ideia de programar uma máquina. Turing projetou em 1940 a chamada Bomba Eletromecânica (*bombe*), um equipamento eletromecânico que ajudaria a decriptar as mensagens da Enigma, uma máquina alemã utilizada na segunda guerra para enviar mensagens criptografadas aos outros países do eixo nazista. Em 1943 sua equipe criou o Colossus, que também ajudou a decodificar outra máquina alemã, o Lorenz.

Turing era homossexual, o que era considerado crime na Inglaterra até o ano de 1967. Turing morreu em 1954, 16 dias antes de seu 42º aniversário, por envenenamento por cianeto. Um inquérito determinou sua morte como suicídio, mas se observou que a evidência conhecida

também é consistente com envenenamento acidental. Em 2009 o governo da Inglaterra reconheceu a importância de Turing pelo seu esforço pelo fim da guerra e pelo seu legado à ciência, lhe foi concedido o perdão da rainha devido a sua excepcionalidade (Hodges, 1983).

John Von Neumann foi um matemático húngaro, de origem judaica e naturalizado estadunidense, viveu de 1903 até 1957. Ele criou um conceito essencial para que compreendamos a computação como ela é atualmente. O conceito de computação segundo John von Neumann está relacionado à arquitetura de computadores modernos, na qual dados e instruções são armazenados na mesma memória e processados pelo mesmo sistema. Para von Neumann, um computador é uma máquina capaz de executar sequências de operações lógicas e aritméticas de forma automática, seguindo um programa armazenado, o que permite a execução de múltiplas tarefas de propósito geral (Neumann, 1945).

Ele foi contemporâneo de Turing e apresentou uma proposta de arquitetura de computador composta pelos seguintes componentes: uma Memória Volátil, que deu origem ao que hoje conhecemos como memória RAM, para armazenar valores temporários. Uma Unidade Lógica e Aritmética (ULA) e uma Unidade de Controle (UC) cuja função é a mesma da tabela de controle da máquina de Turing universal (buscar por um programa na memória *fetch*) (Neumann, 1945). Esse fluxo rege até hoje o funcionamento dos computadores.

Os computadores como o ENIAC funcionavam com programas fixos, ou seja, para construir novos programas era necessário reconstruir boa parte das máquinas. Von Neumann propôs uma estrutura que permitia que os programas fossem carregados na memória. Mais tarde, o disco rígido ou HD foi inserido na arquitetura para possibilitar que em vez de só entregar os dados de modo impresso como prescrito na máquina de Turing, o computador pudesse também transferir os dados da memória volátil para memória permanente e que ao ligar poderiam ser recuperados do HD. Essa arquitetura foi tão revolucionária que continua a ser utilizada até hoje. Celulares, geladeiras, computadores, carros são estruturados utilizando essa mesma organização de componentes.

Desde a década de 50, quando surgiram estes computadores de propósito geral, vários outros avanços apareceram. As linguagens de programação começaram a evoluir na década de

1960 usando os códigos *assembly*, que demandavam uma quantidade muito grande de instruções para realizar pouco processamento. As linguagens de programação foram criadas como formas mais inteligíveis de programar o computador, escrevendo instruções em inglês que eram traduzidas automaticamente para *assembly* por um outro programa, chamado compilador. Desde então os programas e o computador foram se tornando mais presentes na vida de todos, auxiliando a levar o homem à lua com a Apollo 11 em 1969. Na época da Apollo 11 os programas ainda eram escritos em *assembly* usando um conjunto de apenas 11 instruções diferentes. A memória RAM da Apolo 11 possuía apenas 4 KB. Além disso, vale destacar que o software que levou Apollo 11 à lua foi concebido por Margaret Hamilton (Stallings, 2016).

Ao longo da história inovações continuaram a ser construídas; é interessante perceber que o avanço dos computadores se deu a partir da necessidade e problemas encontrados nas versões anteriores.

O computador deixou de ser apenas uma máquina de processar dados voltados à indústria e às guerras, tornando-se uma máquina de pensar e aprender, passando a ser usado na educação a partir de Papert em 1967. O modelo escolar presente neste período era voltado ao ensino tradicional, em que o professor era detentor do conhecimento e o aluno receptor passivo de tais informações, com a predominância do instrucionismo, que parte da ideia de que, se a escola não funciona bem, basta ensinar melhor; trata-se de uma visão que encara a educação como transmissão de conhecimentos do professor para o aluno. Papert (1994) propõe então o construcionismo, em que o computador não é visto como um auxílio, mas como um elemento que tensiona e transforma a relação sujeito-objeto no aprendizado da Matemática.

> O construcionismo é uma teoria da aprendizagem proposta por Papert, pela qual o aluno constrói, através da interação com o computador, o seu próprio conhecimento. Ele a define como "sua versão pessoal" da Teoria Construtivista que tem como principal referência a epistemologia genética de Jean Piaget. No construcionismo observa-se uma oposição entre ensino e aprendizagem, a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino (Papert, 1994, p. 125).

Seymour Papert (1928–2016) foi um matemático e educador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), criador do Construcionismo e coautor da linguagem logo[1] em 1967, como uma ferramenta educacional para ensinar crianças a programar e a pensar de forma lógica e construcionista. É considerado um dos pioneiros no uso de tecnologias digitais na educação.

Papert (1994) buscava descobrir o que poderia ser feito utilizando o computador, relatando a experiência como bebês descobrindo o mundo. Em meio a isso, ele pensou como seria a experiencia das crianças com os computadores, e percebeu o quanto as linguagens de computador da época não podiam ser entendidas por todos, e foi a partir daí que Papert viu a necessidade de fazer uma linguagem de computador disponível as pessoas comuns, surgindo assim a Logo, como modo de provocar e incentivar imaginações, alegando que seu propósito é defender uma invenção particular como a solução para o problema da educação.

> Minha meta tornou-se lutar para criar um ambiente no qual todas as crianças – seja qual for sua cultura, gênero ou personalidade – poderiam aprender álgebra, geometria, ortografia e história de maneiras mais semelhantes à aprendizagem informal da criança pequena pré-escolar ou da criança excepcional do que o processo educacional seguido nas escolas (Papert, 1994, p. 19).

Na obra *A Máquina das Crianças* (Papert, 1994), o autor contrapõe duas formas de compreender o processo de aprendizagem: o instrucionismo e o construcionismo. Para explicitar essa oposição, Papert recorre à metáfora de "dar o peixe", associada à instrução direta e à transmissão de conhecimentos, em contraste com "ensinar a pescar", que simboliza a promoção da autonomia e da construção ativa do saber. Essa contradição evidencia a permanência de uma estrutura escolar forjada sob a lógica da Era Industrial, marcada pela padronização e pela transmissão em massa do conhecimento, em tensão com as potencialidades emergentes da cultura digital, caracterizada pela personalização dos percursos de aprendizagem.

[1] A linguagem logo foi criada no final da década de 60. Papert, que foi um dos criadores da linguagem Logo. A proposta da linguagem logo era colocar a criança para comandar um robô ou uma representação de robô na tela do computador. Um dos primeiros robôs controlados pela Linguagem logo lembrava a forma de uma tartaruga, a partir daí a tartaruga passou a ser o símbolo dessa linguagem (Valente, 1988).

À semelhança do modelo fabril, o ensino instrucionista organiza a aprendizagem como um processo de entrada–processamento–saída, no qual se espera que todos os estudantes alcancem os mesmos resultados, no mesmo tempo e da mesma forma. Em contraposição, a cultura digital potencializa o construcionismo ao possibilitar que os estudantes programem, simulem, criem jogos, modelos e outros artefatos digitais, tornando o pensamento visível e favorecendo aprendizagens mais significativas.

Quadro 1- Quadro comparativo: Intrucionismo e Construcionismo

Era Industrial / Instrucionismo	Cultura Digital / Construcionismo
Padronização	Personalização
Transmissão	Produção
Centralização	Descentralização
Repetição	Criação
Aluno passivo	Aluno autor
Tecnologia como suporte	Tecnologia como meio expressivo

Fonte: elaborado pelas autoras, 2025.

O construcionismo emerge como uma negação crítica do modelo pedagógico vigente, instaurando uma tensão concreta no interior da sala de aula. Nesse contexto, o computador, ao ser incorporado ao ambiente escolar, é frequentemente apropriado e "domesticado" por práticas instrucionistas, passando a reproduzir lógicas tradicionais de ensino. Desse modo, a simples presença da tecnologia não é suficiente para promover mudanças significativas nos processos de ensino e aprendizagem; é a intencionalidade pedagógica que se coloca em disputa e define se as tecnologias digitais serão utilizadas como instrumentos de transmissão de conteúdo ou como meios para a construção ativa do conhecimento.

Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na Educação Matemática para o Ensino Médio e o Pensamento Computacional

Em 17 de fevereiro de 2022, por meio do Parecer CNE/CEB nº 2/2022 e da Resolução CNE/CEB nº 1/2022, o Estado brasileiro institui a BNCC (Brasil, 2022) da área de Computação,

formalizando um documento orientador que passa a complementar a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) homologada em 20 de dezembro de 2017. Tal regulamentação representa a incorporação oficial da computação como componente estruturante das práticas pedagógicas na Educação Básica.

Entretanto, a temporalidade dessa implementação revela um dado significativo: apenas cinco anos após a homologação da BNCC (Brasil, 2018), o país estabelece diretrizes específicas para a computação, e isso ocorre em um contexto marcado pela crise sanitária da Covid-19, iniciada em 2020. A pandemia expôs de forma contundente as fragilidades estruturais do sistema educacional brasileiro, especialmente no que se refere à conectividade, à infraestrutura tecnológica e à formação docente. Nesse cenário, a formulação da BNCC Computação (Brasil, 2022) pode ser compreendida menos como resultado de um planejamento estruturado de longo prazo e mais como resposta política a uma conjuntura emergencial que tornou visíveis desigualdades historicamente negligenciadas.

Embora a BNCC Computação (Brasil, 2022) para o Ensino Médio afirme que o Pensamento Computacional deve perpassar as áreas do conhecimento, inclusive a Matemática, o documento não explicita de maneira sistemática como essa integração deve ocorrer no interior da prática pedagógica matemática. As habilidades descritas concentram-se em aspectos formais da computação, algoritmos, modelagem, análise de eficiência, sem detalhar sua articulação com conteúdos matemáticos específicos do Ensino Médio.

Essa ausência de mediação conceitual gera uma tensão, pois a transversalidade é afirmada no plano normativo, mas permanece aberta no plano pedagógico. Desloca-se, assim, para o professor de Matemática a tarefa de interpretar, traduzir e operacionalizar um conceito cuja definição e aplicação curricular não são plenamente delimitadas no próprio documento. Tal movimento reforça a contradição entre prescrição e concretização, evidenciando que a integração do Pensamento Computacional à Matemática depende menos da formulação normativa e mais das condições formativas e materiais efetivamente disponíveis nas escolas.

Diferentemente da BNCC Computação (Brasil, 2022), a BNCC (Brasil, 2018) não apresenta o Pensamento Computacional como eixo estruturante da área de Matemática no

Ensino Médio. O documento menciona o uso crítico e reflexivo das tecnologias digitais como uma das Competências Gerais da Educação Básica, mas não sistematiza o Pensamento Computacional como categoria teórica ou organizadora do currículo matemático.

Na área de Matemática, a ênfase recai sobre resolução de problemas, modelagem, argumentação e múltiplas representações, incluindo o uso de recursos tecnológicos. Entretanto, tais elementos não são articulados explicitamente ao campo da Ciência da Computação nem estruturados segundo os princípios posteriormente consolidados no documento da BNCC Computação (Brasil, 2022).

Sob uma perspectiva dialética, esse dado revela que o Pensamento Computacional não constitui fundamento originário da BNCC (2018), mas resultado de um movimento posterior de reconfiguração curricular. Tal incorporação tardia sugere que a centralidade da computação no currículo brasileiro não emerge de um processo epistemológico interno à área de Matemática, mas de transformações sociais mais amplas que pressionam o sistema educacional a responder às demandas da digitalização contemporânea.

O documento (Brasil, 2022) propõe que o eixo do Pensamento Computacional centrado na construção de algoritmos, na decomposição de problemas e na automação perpassa transversalmente o currículo, incluindo a área de Matemática. Contudo, essa proposição ocorre em um cenário no qual as escolas públicas brasileiras enfrentam precariedade estrutural, insuficiência de formação específica e desigualdade no acesso às tecnologias, conforme evidenciado na análise documental realizada por Santos (2025).

No campo da Matemática, essa incorporação não é neutra. A disciplina já possui uma tradição histórica de formalização, abstração e tratamento simbólico. Quando o Pensamento Computacional é integrado sem mediação crítica, há o risco de reforçar uma racionalidade instrumental já presente no ensino matemático, centrada na execução eficiente de procedimentos, na resolução mecânica de exercícios e na adaptação a padrões avaliativos. Assim, o que poderia ampliar a compreensão conceitual pode, paradoxalmente, intensificar práticas tecnicistas.

Enquanto o discurso oficial da BNCC Computação (Brasil, 2022) afirma promover protagonismo, autoria e pensamento crítico, sua organização por competências e habilidades pode reduzir o processo formativo a metas operacionalizáveis, deslocando a centralidade da compreensão conceitual para a performance técnica. No Ensino Médio, etapa fortemente pressionada por avaliações externas e pela lógica da empregabilidade, essa tendência torna-se ainda mais evidente.

É nesse ponto que a presente pesquisa se insere, diferentemente de uma abordagem que compreende o Pensamento Computacional como conjunto de habilidades algorítmicas a serem treinadas, este trabalho propõe analisá-lo como possibilidade de reorganização epistemológica do ensino de Matemática.

Desse modo, a questão que orienta esta investigação não é simplesmente como aplicar as orientações da BNCC Computação (Brasil, 2022) às aulas de Matemática, mas como ressignificar o Pensamento Computacional de modo que ele contribua para a compreensão crítica de conceitos matemáticos, para a reflexão metacognitiva dos estudantes e para a análise das implicações sociais da tecnologia. Em vez de subordinar a Matemática à lógica da eficiência computacional, busca-se compreender como a computação pode ampliar a modelagem, a visualização dinâmica e a problematização de fenômenos, fortalecendo a formação conceitual e não apenas o treinamento técnico.

Foohs *et al.* (2025), ao analisarem pesquisas acadêmicas produzidas após a implementação da BNCC Computação (Brasil, 2022), identificam a persistência de ambiguidades conceituais no tratamento do Pensamento Computacional. Segundo os autores, em muitos estudos o conceito ainda é empregado como sinônimo de qualquer forma de pensamento estruturado, frequentemente ancorado na definição inicial proposta por Wing (2006). Essa formulação apresenta uma ambiguidade estrutural ao aproximar agentes humanos e sistemas computacionais sob a mesma lógica operativa, abrindo margem para interpretações que reduzem o Pensamento Computacional a mero raciocínio lógico ou organização sequencial de ideias.

Embora a BNCC Computação (Brasil, 2022) avance ao associar o Pensamento Computacional à resolução de problemas por meio de abstrações, representações e algoritmos, sua redação, conforme apontam Foohs *et al.* (2025, p. 4), "carece de parâmetros conceituais claros", o que mantém certa indeterminação quanto aos limites e à especificidade do conceito. Essa falta de precisão favorece apropriações amplas e pouco rigorosas, dificultando sua consolidação teórica no campo educacional.

A Nota Técnica nº 21 do CIEB (2024, p. 9) busca conferir maior delimitação ao definir algoritmos como "sequências de passos que podem ser compreendidas por máquinas", admitindo o uso de representações intermediárias, como pseudocódigos, fluxogramas e descrições estruturadas, desde que preservada a possibilidade de formalização. Nessa perspectiva, o raciocínio humano é traduzido em instruções potencialmente executáveis por sistemas computacionais, o que estabelece um critério técnico mais objetivo para a caracterização do Pensamento Computacional.

Ainda assim, Foohs *et al.* (2025) demonstram que, mesmo após a publicação da BNCC Computação (Brasil, 2022) e de documentos complementares, permanecem equívocos conceituais que diluem o Pensamento Computacional em qualquer modalidade de pensamento organizado. Tal indeterminação fragiliza o conceito e o torna suscetível à banalização e à incorporação superficial em propostas pedagógicas. Sem uma definição minimamente precisa e operacionalizável, o Pensamento Computacional corre o risco de transformar-se em categoria retórica, passível de apropriações genéricas que pouco contribuem para a consolidação de uma prática pedagógica consistente.

A indeterminação conceitual do Pensamento Computacional não constitui apenas um problema terminológico, mas revela uma contradição própria do campo. À luz da dialética, os conceitos não são neutros; eles expressam disputas teóricas e interesses sociais. Essa indeterminação conceitual favorece sua incorporação acrítica ao currículo, permitindo que diferentes agentes, políticas públicas, empresas, documentos normativos, o mobilizem conforme conveniências distintas. Em termos dialéticos, trata-se de um movimento de universalização abstrata, o conceito torna-se suficientemente amplo para caber em qualquer

proposta pedagógica, mas perde a capacidade de orientar práticas formativas consistentes. Assim, a ambiguidade não é um simples descuido conceitual, ela cumpre função ideológica ao possibilitar a adesão ampla ao termo sem que haja consenso quanto à sua fundamentação.

No campo da Educação Matemática no Ensino Médio, essa indeterminação assume consequências concretas. A matemática escolar já opera historicamente sob forte formalização simbólica. Se o Pensamento Computacional é entendido apenas como raciocínio lógico estruturado, ele corre o risco de se confundir com práticas já consolidadas na disciplina, como a execução de algoritmos ou a aplicação mecânica de procedimentos. Nesse cenário, sua introdução pode não representar avanço epistemológico algum, mas apenas reforçar o tecnicismo existente. O aluno que segue passos algorítmicos sem compreender sua necessidade conceitual não está desenvolvendo Pensamento Computacional no sentido formativo, mas apenas reproduzindo sintaxes operatórias.

A definição apresentada pela Nota Técnica nº 21 do CIEB (2024), ao enfatizar algoritmos como sequências de passos compreensíveis por máquinas e formalizáveis em pseudocódigos ou fluxogramas, oferece maior delimitação técnica ao conceito. No entanto, essa precisão opera predominantemente no plano sintático.

À luz de Vieira Pinto (2005), a técnica não pode ser compreendida apenas como conjunto de procedimentos formalizáveis; ela é produção histórica situada, determinada por relações sociais concretas. Reduzir o Pensamento Computacional à formalização de instruções potencialmente executáveis por sistemas computacionais significa privilegiar a dimensão operacional da técnica em detrimento de sua dimensão histórica e social. De modo complementar, Peixoto (2016) alerta para os riscos da instrumentalização da tecnologia na educação, quando esta passa a orientar o currículo segundo a lógica da eficiência e da empregabilidade. Uma definição excessivamente formalista pode contribuir para esse movimento, ao centrar-se na convertibilidade do raciocínio humano em comandos executáveis, sem problematizar os sentidos sociais dessa conversão.

Sob essa perspectiva, o Pensamento Computacional não deve ser compreendido apenas como capacidade de formalizar instruções para máquinas, mas como prática mediada

socialmente, atravessada por intencionalidade, consciência e produção de significados. Caso contrário, corre-se o risco de reduzir o sujeito a operador eficiente de sistemas, deslocando a centralidade da formação humana para a adaptação funcional à lógica tecnológica dominante.

Dessa forma, a persistente indeterminação conceitual identificada por Foohs *et al.* (2025) e a tendência à formalização técnica observada em documentos normativos revelam duas faces de uma mesma tensão: entre universalização abstrata e instrumentalização técnica. A superação dialética dessas posições exige compreender o Pensamento Computacional não como modismo discursivo nem como mera habilidade operacional, mas como prática formativa situada historicamente, cuja incorporação à Educação Matemática deve estar orientada pela construção de sentido, pela mediação crítica e pela formação de sujeitos capazes de compreender as relações entre matemática, tecnologia e sociedade.

A institucionalização do Pensamento Computacional como diretriz curricular nacional revela uma tensão significativa entre prescrição normativa e clareza conceitual. Ao mesmo tempo em que o Estado estabelece a obrigatoriedade de sua incorporação às práticas pedagógicas, a definição do conceito permanece marcada por indeterminações e amplitude interpretativa. Tal situação suscita uma questão fundamental: como pode o professor agir pedagogicamente sobre um objeto cuja delimitação teórica não está claramente estabelecida? Sob uma perspectiva dialética, essa contradição não é meramente formal. O currículo, enquanto expressão da superestrutura normativa, projeta expectativas de inovação, interdisciplinaridade e desenvolvimento de competências digitais. Contudo, quando o conceito que fundamenta tais expectativas carece de precisão epistemológica e de orientações operacionais consistentes, transfere-se ao professor a responsabilidade de preencher lacunas que deveriam ter sido enfrentadas no próprio processo de formulação da política pública.

Nesse cenário, o docente passa a ocupar uma posição paradoxal, pois é convocado a implementar o Pensamento Computacional sem que lhe sejam oferecidas definições suficientemente consistentes, formação adequada ou condições materiais compatíveis com a complexidade da proposta. A ausência de delimitação conceitual tende a gerar dois movimentos igualmente problemáticos, ou o conceito é diluído em práticas genéricas, sendo confundido

com qualquer atividade lógica ou estruturada, ou é reduzido a procedimentos técnicos descontextualizados, como a mera execução de algoritmos. Em ambos os casos, a responsabilização recai sobre o professor, que passa a ser avaliado pela implementação de uma política cujo fundamento teórico permanece aberto e cuja viabilidade depende de condições estruturais nem sempre asseguradas. A pergunta que emerge, portanto, não é apenas como o professor deve agir, mas em que medida é legítimo exigir determinada prática quando o próprio Estado não oferece base conceitual clara nem suporte formativo suficiente.

A BNCC Computação (Brasil, 2022) para o Ensino Médio, ao organizar o currículo em competências específicas e habilidades detalhadas, expressa uma concepção fortemente orientada pela lógica da operacionalização e do desempenho. O Pensamento Computacional é desdobrado em ações mensuráveis e fragmentadas, privilegiando a tratabilidade técnica, a formalização algorítmica e a produtividade digital. Embora o documento reconheça a importância da ética, da segurança e da cidadania digital, sua estrutura revela predominância da racionalidade instrumental.

Sob a perspectiva dialética, essa organização evidencia uma contradição entre o discurso de formação crítica e a centralidade da eficiência técnica. O currículo projeta um ideal de modernização e inovação, mas não enfrenta de modo estruturado as condições materiais de sua implementação, tampouco problematiza a inserção da tecnologia nas relações sociais de produção. Além disso, ao enfatizar produtividade, criação de artefatos digitais e inserção no mundo do trabalho, o documento aproxima-se da lógica da empregabilidade, deslocando o foco da formação humana integral para a adaptação funcional às demandas do mercado tecnológico. Nesse contexto, a incorporação do Pensamento Computacional ao Ensino Médio corre o risco de reforçar práticas tecnicistas já presentes na cultura escolar, especialmente na área de Matemática, caso não seja mediada por reflexão epistemológica e crítica social.

Assim, a problematização central que emerge não é a pertinência da computação no currículo, mas o sentido de sua incorporação, o documento parece preocupar-se em capacitar sujeitos a operar eficientemente sistemas digitais em vez de formar sujeitos capazes de compreender criticamente as relações entre tecnologia, matemática e sociedade.

A ênfase da BNCC Computação (Brasil, 2022) em produtividade digital, criação de artefatos tecnológicos e inserção no mundo do trabalho tensiona a própria finalidade educativa. Corroboramos com Saviani, em relação a finalidade educativa, que não é adaptar ao mercado, mas produzir humanidade historicamente construída, porém "a pedagogia das competências tende a subordinar a formação escolar às exigências do mercado de trabalho." (Saviani, 2013). Conforme sustenta Saviani (2013), a função da escola é socializar o saber elaborado historicamente e produzir, em cada indivíduo, a humanidade construída coletivamente, e não subordinar a formação escolar às exigências imediatas do mercado. De modo semelhante, "a escola não existe para atender diretamente às necessidades do mercado, mas para garantir o acesso ao conhecimento científico, artístico e cultural acumulado historicamente." (Libâneo, 2012, p. 23). O autor adverte que a educação escolar deve orientar-se pela formação omnilateral do sujeito, garantindo acesso ao conhecimento científico e cultural, e não reduzindo-se à preparação para funções produtivas.

Sob essa perspectiva, quando o currículo enfatiza competências voltadas à produtividade tecnológica e ao desempenho digital, corre-se o risco de deslocar a centralidade da formação conceitual e crítica para a adaptação funcional às dinâmicas do mercado. A questão, portanto, não reside na presença da tecnologia na escola, mas na finalidade que orienta sua incorporação, que tem buscado treiná-los para operar eficientemente sistemas já dados.

Um aspecto que merece problematização diz respeito ao próprio conjunto de exemplos apresentados no documento da BNCC Computação (Brasil, 2022) para o Ensino Médio. Ao longo das habilidades descritas, o texto sugere a utilização de diferentes plataformas e softwares, muitos deles amplamente difundidos no mercado digital, como forma de operacionalizar as competências previstas. Embora tais exemplos possam facilitar a visualização de práticas pedagógicas, sua recorrência evidencia uma orientação predominantemente instrumental.

A ênfase na utilização de ferramentas digitais para produção de conteúdos, organização de projetos, elaboração de apresentações e criação de artefatos multimídia aproxima o currículo de uma lógica de treinamento para o desempenho no mundo do trabalho digital. Nesse

movimento, o foco desloca-se da compreensão conceitual dos fundamentos da computação para a familiarização com ambientes e plataformas específicas, muitas vezes vinculadas a ecossistemas corporativos consolidados.

Sob uma perspectiva dialética, essa escolha não é neutra. Ao sugerir o uso de softwares amplamente difundidos no mercado, como ferramentas de design e edição de conteúdo, o documento tende a naturalizar determinadas soluções tecnológicas, sem problematizar seus contextos de produção, seus modelos de negócio ou suas implicações sociais. Além disso, a ausência de discussão mais aprofundada sobre tecnologias educacionais desenvolvidas a partir das necessidades concretas da escola pública ou sobre alternativas abertas e contextualizadas à realidade dos estudantes revela um possível descompasso entre prescrição curricular e condições materiais efetivas.

Tal orientação pode produzir um duplo efeito: por um lado, reforça a adaptação do estudante às dinâmicas produtivas do mercado digital; por outro, desloca o papel do professor para o de mediador técnico do uso de ferramentas, em vez de protagonista na problematização crítica da tecnologia. A questão que emerge, portanto, não é se essas ferramentas devem ou não ser utilizadas, mas sob qual finalidade pedagógica e com quais mediações teóricas. Quando o uso do software antecede a discussão conceitual, corre-se o risco de reduzir o Pensamento Computacional à aprendizagem operacional de plataformas, esvaziando sua dimensão epistemológica e formativa.

Quadro 2 - Aplicativos sugeridos para uso na BNCC Computação

GitHub	Plataforma corporativa de desenvolvimento colaborativo
Arduino	Ecossistema de prototipagem tecnológica
MakeCode	Ambiente vinculado à Microsoft
TikTok	Rede social comercial
Canva	Plataforma privada de design
ActivePresenter	Software de produção multimídia
Whatsapp	Aplicativo de comunicação corporativo

Elaborado pela autora, 2026

A sugestão, no âmbito da BNCC Computação, do uso de plataformas como GitHub, Arduino, MakeCode, TikTok, Canva, ActivePresenter e WhatsApp revela elementos significativos acerca da concepção de formação subjacente ao documento. Tais ferramentas estão inseridas em ecossistemas corporativos globais e pressupõem condições materiais específicas, como acesso contínuo à internet, dispositivos adequados e, em alguns casos, kits físicos e infraestrutura laboratorial. Essa escolha não pode ser compreendida como mera exemplificação didática. Ela expressa uma determinada visão de tecnologia, na qual o estudante é concebido como produtor de conteúdos digitais, colaborador em plataformas e potencial agente inserido em ambientes de inovação tecnológica já estruturados pelo mercado. A tecnologia aparece como instrumento disponível e neutro, desprovida de problematização quanto à sua origem, aos modelos de negócio que a sustentam e às relações de poder que a atravessam.

Além disso, a incorporação de plataformas privadas como referência curricular evidencia uma aproximação entre formação escolar e dinâmicas do mercado digital. Tal movimento tensiona a finalidade educativa, na medida em que pode deslocar o foco da formação conceitual e crítica para a adaptação funcional a ambientes tecnológicos hegemônicos. Ao mesmo tempo, projeta-se um ideal de modernização digital que não dialoga plenamente com as desigualdades estruturais da escola pública brasileira, revelando a contradição entre prescrição normativa e base material.

Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular — Computação**. Parecer CNE/CEB nº 2, de 17 fev. 2022; Resolução CNE/CEB nº 1, de 17 fev. 2022. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne-ceb-n-1-de-17-de-fevereiro-de-2022-368830955. Acesso em: 08 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 19 de novembro de 2025.

CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Nota Técnica nº 21: Algoritmos e Pensamento Computacional — conceitos e aplicações para o cotidiano escolar**. São Paulo: CIEB, 2024. Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2024/nota-tecnica-21-algoritmos-e-pensamento-computacional.pdf. Acesso em: 08 fev. 2026.

FREEMAN, J. *Silicon Valley: The Shockley Semiconductor Legacy*. Stanford: Stanford University Press, 2005.

FOOHS, Marcelo Magalhães; REBOUÇAS, Randerson Oliveira Melville; KRÜGER, Júlia Paes. **Pensamento Computacional e sua identidade conceitual no pós-BNCC: uma análise crítica das ambiguidades persistentes**. *Revista Edutec – Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente*, Campo Grande, v. 5, n. 1, e23231, 2025. DOI: 10.55028/edutec.v5i1.23231. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/EduTec/article/view/23231. Acesso em: 24 fev. 2026.

HOBSBAWM, Eric J. *A Era das Revoluções: 1789–1848*. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

HODGES, Andrew. *Alan Turing: The Enigma*. London: Burnett Books, 1983.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática: questões teóricas e práticas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MARÇULA, Marcelo; BENINI , Pio Armando. *Informática: conceitos e aplicações*. 4. ed. São Paulo: Érica, 2013.

NEUMANN, John Von. *First Draft of a Report on the EDVAC*. Philadelphia: Moore School of Electrical Engineering, 1945.

PAPERT, Seymour Aubrey. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 1994.

PEIXOTO, Joana. *Tecnologias e relações pedagógicas: a questão da mediação.* Revista Educação Pública, Cuiabá, v. 25, n. 59, p. 367-369, mai./ago. 2016.

SANTOS, Rejaine Célia dos. **Educação digital no Brasil: conflitos e contradições da BNCC Computação**. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, Curitiba, v. 14, n. 6, p. e2406, set. 2025. DOI: 10.23900/2359-1552v14n6-77-2025. Disponível em: https://journalppc.com/RPPC/article/view/2406. Acesso em: 24 fev. 2026.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 7. ed. São Paulo: Autores Associados, 2013.

STALLINGS, William. *Computer Organization and Architecture: Designing for Performance*. 10. ed. Boston: Pearson, 2016.

VIEIRA PINTO, Álvaro. *O conceito de tecnologia*. Vol. I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005a