

# Recursos Educacionais sobre o Mundo Digital para a Educação Básica

Lucas Holsback Menegucci<sup>1</sup>, Nahri Moreano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

{lucas.menegucci, nahri.moreano}@ufms.br

**Abstract.** *The effective implementation of the Digital World field, in accordance with the BNCC and SBC guidelines, poses significant challenges regarding the availability and selection of suitable teaching materials for primary and secondary education. This work presents a literature review with the goal of identifying and analyzing educational resources focused on this field, classifying them according to the objects of knowledge addressed and the pedagogical approaches proposed. The analysis reveals a predominance of resources focused on the operation of computational devices and primarily aimed at the final years of Elementary School and High School, highlighting significant gaps in topics such as Operating Systems and in the availability of materials for Early Childhood Education.*

**Resumo.** *A implementação efetiva do eixo Mundo Digital conforme as diretrizes da BNCC e da SBC impõe desafios significativos quanto à disponibilidade e seleção de materiais didáticos adequados para a Educação Básica. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar e analisar recursos educacionais voltados a este eixo, classificando-os quanto aos objetos de conhecimento tratados e abordagens pedagógicas propostas. A análise revela uma predominância de recursos focados no funcionamento de dispositivos computacionais e direcionados aos Ensinos Fundamental II e Médio, evidenciando lacunas significativas em temas como Sistemas Operacionais e na oferta de materiais para a Educação Infantil.*

## 1. Introdução

O avanço das tecnologias digitais tem transformado de maneira profunda a sociedade, o mercado de trabalho e as formas de interação entre as pessoas. Nesse cenário, a escola básica assume um papel fundamental na formação de cidadãos competentes e críticos em relação a essas tecnologias. Para atender a essas necessidades, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) desenvolveu diretrizes para o ensino de Computação na Educação Básica [Ribeiro et al. 2019]. Posteriormente, o Conselho Nacional de Educação elaborou normas sobre Computação na Educação Básica como um complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), referido como BNCC Computação [Conselho Nacional de Educação 2022]. Esses documentos definem os conteúdos e habilidades relacionados à Computação que devem ser desenvolvidos nas escolas de Educação Básica. Neles, os conhecimentos da área de Computação são organizados em três eixos: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. Diversos trabalhos e recursos educacionais têm sido desenvolvidos abordando o Pensamento Computacional, inclusive revisões sistemáticas da literatura e dos recursos disponíveis ([Silva et al. 2021, Oliveira and Matos 2024]). Entretanto, uma quantidade e diversidade menor de trabalhos são encontrados sobre os demais eixos.

O eixo Mundo Digital visa capacitar os estudantes a interagir com o ambiente digital de forma eficaz, compreendendo a estrutura e funcionamento dos dispositivos digitais e suas aplicações, o que engloba conhecimentos de hardware (computadores, *tablets* e celulares) e software (sistemas operacionais, aplicativos e internet). Isso abrange a compreensão da codificação, isto é, da representação, no mundo digital, dos diferentes tipos de informação e da capacidade de processamento e de distribuição das informações codificadas.

Apesar do aumento da atenção ao tema, a implementação efetiva do eixo Mundo Digital ainda enfrenta desafios. É preciso fomentar a produção de materiais didáticos e recursos educacionais adequados às diferentes etapas da Educação Básica, bem como fornecer formação específica para professores, a fim de alinhar as abordagens e consolidar práticas pedagógicas consistentes. Nesse sentido, torna-se relevante mapear e analisar os recursos educacionais existentes, verificando como eles dialogam com as diretrizes da BNCC e da SBC e quais lacunas ainda precisam ser preenchidas.

Este trabalho tem como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica para identificar, sistematizar e analisar recursos educacionais relacionados ao eixo Mundo Digital da BNCC, voltados à Educação Básica. Tal revisão pode servir aos professores da Educação Básica como uma referência na seleção de materiais didáticos e estratégias pedagógicas, facilitando a incorporação desses conceitos em sala de aula. Além disso, o estudo busca auxiliar pesquisadores ao evidenciar quais temáticas e níveis de ensino ainda carecem de recursos, apontando caminhos para o desenvolvimento de novas soluções educacionais.

Este texto está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a metodologia utilizada para a revisão bibliográfica, detalhando as bases de dados consultadas e os critérios de seleção dos trabalhos. A Seção 3 descreve os trabalhos selecionados, fornecendo um resumo das propostas pedagógicas de cada recurso identificado. Em seguida, a Seção 4 realiza a análise dos trabalhos, classificando-os quanto aos objetos de conhecimento, abordagens pedagógicas e níveis de ensino. Por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão, que sintetiza os resultados da revisão, destaca as lacunas encontradas e aponta trabalhos futuros.

## **2. Metodologia**

Realizou-se uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar, sistematizar e analisar recursos educacionais relacionados ao eixo Mundo Digital da BNCC, voltados à Educação Básica. A pesquisa abrangeu tanto fontes nacionais quanto internacionais, com ênfase em publicações científicas que abordem práticas pedagógicas, relatos de experiências e propostas de materiais para o ensino de Computação.

A revisão não foi estritamente sistemática, mas buscou adotar procedimentos estruturados de busca, seleção e análise para garantir a abrangência e a relevância dos trabalhos considerados. O período de tempo variou conforme a disponibilidade e a periodicidade de cada fonte consultada, cobrindo publicações de 2018 até 2025, com alguns trabalhos de anos anteriores a 2018.

### **2.1. Eventos, Periódicos e Bases de Dados Consultados**

A coleta de dados envolveu a consulta a eventos científicos, periódicos e bibliotecas digitais reconhecidos na área de Educação em Computação.

As principais fontes nacionais pesquisadas foram os eventos e periódicos organizados pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), incluindo:

- Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE/SBC);
- Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E);
- Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE/SBC);
- Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB/SBC);
- Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp/SBC);
- Workshop sobre Educação em Computação (WEI/SBC);
- Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE/SBC);
- Revista Informática na Educação: Teoria & Prática (UFRGS);
- Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE/UFRGS).

Entre as fontes internacionais pesquisadas, destacam-se as conferências e periódicos promovidos pela ACM, IEEE e Springer, como:

- ACM Conference on International Computing Education Research (ICER/ACM);
- ACM Global Computing Education Conference (CompEd/ACM);
- Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE/ACM);
- Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE TS/ACM);
- Frontiers in Education (FIE);
- IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC/IEEE);
- ACM Transactions on Computing Education (TOCE/ACM);
- Computers & Education (Elsevier);
- Education and Information Technologies (Springer);
- International Journal of Computer Science Education in Schools (IJCSSES);
- Technology, Knowledge and Learning (Springer).

Além disso, foram consultadas as seguintes bibliotecas digitais e bases indexadoras: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Springer, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ERIC e Google Scholar, além da Biblioteca Digital da SBC (SOL).

## 2.2. Estratégia de Busca e Processo de Seleção

A busca foi realizada a partir de combinações de palavras-chave relacionadas à temática da pesquisa, tais como: “Mundo Digital”, “Computação na Educação Básica”, “Computing Education”, “Computer Science Education”, “K-12”, “teaching resources” e “educational resources”. Foram empregados operadores booleanos (AND, OR) para refinar as combinações. Entretanto, observou-se uma dificuldade na filtragem dos resultados devido ao uso genérico do termo “digital” por diversos autores, o que gerou ruído e exigiu uma triagem manual mais criteriosa dos títulos e resumos.

O levantamento inicial resultou em aproximadamente 60 publicações, das quais 30 (25 artigos e 5 materiais como capítulos de livros, trabalhos de conclusão de curso e páginas web) foram selecionados após leitura integral e aplicação dos critérios de inclusão abaixo. A pesquisa foi extensiva, porém a relação de trabalhos encontrados não pretende ser completa e precisa ser constantemente atualizada. A partir dos trabalhos selecionados, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas.

- Critério 1: O conteúdo do trabalho se encaixa no eixo Mundo Digital;
- Critério 2: O trabalho é voltado para a Educação Básica ou é viável o suficiente para alunos da educação básica.

### 2.3. Estatísticas sobre os Trabalhos Seleccionados

Os gráficos e tabela apresentados nesta seção representam diferentes subconjuntos do trabalhos seleccionados. A Figura 1 mostra a distribuição dos 25 artigos seleccionados, de acordo com o seu ano de publicação. A Figura 2 indica os níveis de ensino aos quais os recursos são direcionados, considerando que um mesmo trabalho pode abranger diversos níveis, sendo, portanto, contabilizado em mais de uma categoria. Ela inclui tanto os artigos quanto os sete materiais da categoria Outros.

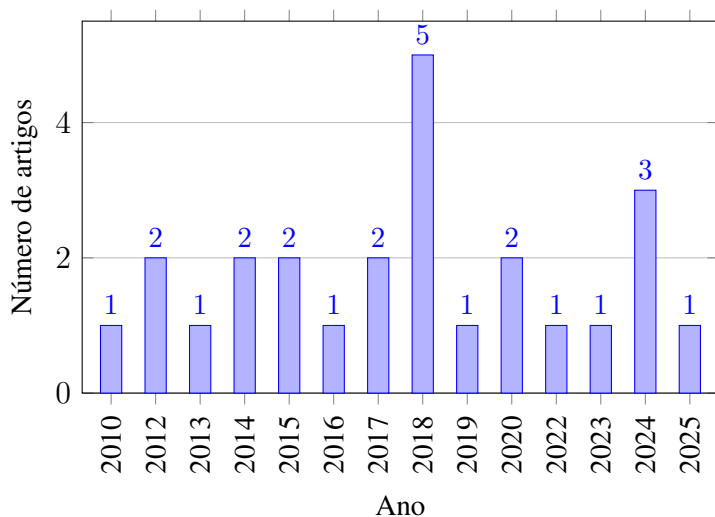


Figura 1. Artigos por ano de publicação.

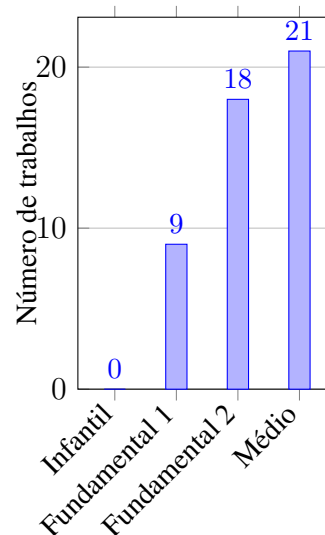


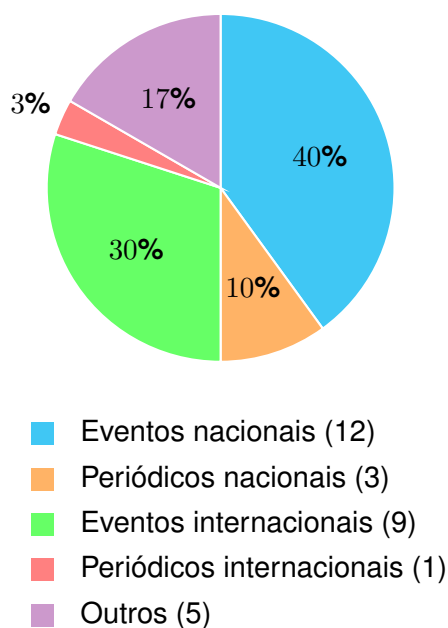
Figura 2. Trabalhos por nível de ensino.

A Figura 3 mostra a origem dos 25 artigos incluídos, classificando-os, de acordo com o veículo de sua publicação, entre eventos nacionais, periódicos nacionais, eventos internacionais e periódicos internacionais. Os cinco materiais restantes (da categoria Outros) correspondem a capítulos de livros e demais recursos cujo formato de publicação não se enquadra nas categorias anteriores. Por fim, a Tabela 1 apresenta a distribuição dos artigos de acordo com o evento ou periódico de sua publicação, desconsiderando os materiais da categoria Outros. Alguns eventos e periódicos nesta tabela não constavam na relação daqueles pesquisados inicialmente (listados na Seção 2.1) e foram encontrados através de buscas em bibliotecas digitais e bases indexadoras.

## 3. Trabalhos Seleccionados

Dentre os trabalhos seleccionados que compõem a base desta revisão, alguns, referentes aos mesmos autores, apresentam propostas relacionadas. Por questão de síntese, nesta seção esses trabalhos são descritos de forma agrupada. Para cada proposta, é fornecida uma descrição da sua abordagem pedagógica, seja ela uma atividade, um material ou um recurso tecnológico.

O trabalho em [Gonçalves et al. 2020] apresenta um jogo de tabuleiro de baixo custo criado para o ensino de Arquitetura de Computadores para alunos da Educação Básica. O objetivo do jogo é ensinar sobre hardware (processador, memória RAM, HD etc) e sistema de numeração binário de forma lúdica e desplugada. Os jogadores rolam dados



**Figura 3. Origem da publicação dos trabalhos.**

**Tabela 1. Principais veículos de publicação dos artigos.**

Evento ou periódico	Núm. de artigos
ITiCSE	4
SBC-EB	4
CBIE	2
IJCAE	2
SEURS	2
WEI	2
EduComp	1
RBIE	1
WIE	1
ASEE Cf. & E.	1
IPDPSW	1
LACLO	1
OALib	1
SIGCSE TS	1
WiPSCE	1

com números binários, convertem o resultado para decimal para se movimentar no tabuleiro e avançam respondendo a perguntas e cumprindo desafios sobre os temas.

Em [Beleti Junior et al. 2020], os autores apresentam uma abordagem metodológica organizada em um modelo de rotação com cinco estações de aprendizagem, que incluem a inicialização de um computador real, a apresentação de seus componentes e um passeio por um diorama que simula o interior de um computador em escala aumentada. A proposta utiliza gamificação para engajar os participantes por meio de uma gincana competitiva e avalia os resultados de aprendizagem.

Em [Beleti Junior and Sforini 2024] são apresentadas ações de ensino de conceitos de hardware destinadas a alunos do Ensino Fundamental. A proposta foca no manuseio direto de componentes físicos reais, como um gabinete de computador aberto e suas peças internas, para mobilizar a curiosidade dos estudantes. A metodologia envolveu diálogos investigativos, a resolução de problemas em grupo (como a classificação de dispositivos de entrada/saída) e atividades de síntese individual.

O simulador apresentado em [Silva et al. 2018] utiliza realidade aumentada e gamificação para o ensino de Organização e Arquitetura de Computadores. A proposta é integrar as ferramentas com o livro texto *Organização e Projeto de Computadores* [Patterson and Hennessy 2017] para demonstrar o fluxo de funcionamento do processador para alunos do Ensino Médio. Os simuladores reconhecem as figuras do livro e sobrepõem modelos 3D interativos, permitindo ao aluno visualizar o funcionamento interno do processador MIPS.

A atividade proposta em [Brum et al. 2015] consiste na aplicação de uma ferramenta de realidade aumentada para auxiliar o ensino de Arquitetura de Computadores, utilizando como base o processador hipotético Neander. O objetivo é proporcionar aos alunos uma visualização tridimensional e interativa dos componentes internos de um computador,

facilitando a compreensão do funcionamento e das interações entre seus elementos.

Em [Feaster et al. 2014], uma plataforma de hardware embarcado é utilizada para ensinar conceitos de computação na Educação Básica. Os alunos utilizam uma lanterna para representar dados em binário por meio de pulsos de luz em um fotorresistor, permitindo que o dispositivo processe operações aritméticas e exiba o resultado. A proposta expande-se para o ensino de redes, protocolos e algoritmos, combinando explicações teóricas com atividades que incluem a conexão física de dispositivos para formar uma rede ponto a ponto observando padrões de LED para compreender a comunicação e eventuais conflitos de dados e um exercício desplugado de orientação em labirinto. Por fim, o trabalho aborda redes de sensores, incentivando os estudantes a construir seus próprios sensores de umidade do solo utilizando materiais acessíveis como gesso, pregos e canudos.

Uma biblioteca JavaScript, proposta em [Karavirta et al. 2016], permite a preparação de exercícios interativos com avaliação automática e visualização para o ensino de circuitos lógicos. Nos exercícios de simulação, os quais os alunos recebem um circuito lógico completo e seus valores de entrada, e devem então determinar os valores corretos de entrada e saída para cada porta do circuito. Nos exercícios de projeto, os alunos recebem uma tabela-verdade ou expressão booleana e devem construir o circuito correspondente arrastando e conectando os componentes lógicos. Apesar do trabalho ter sido proposto para uso em disciplinas introdutórias no ensino superior, ele é simples o suficiente para ser aplicado também ao Ensino Fundamental 2 e Médio.

Uma atividade de jogo da memória é apresentada em [Guarda et al. 2024] e focada no ensino da conversão de bases (decimal para binário) através do padrão ASCII. O material é composto por 52 cartas que formam pares entre as letras do alfabeto e seus códigos decimais correspondentes. Os alunos, organizados em grupos, jogam o jogo da memória tradicional para associar a letra ao seu valor decimal. Em seguida, os grupos devem converter os valores decimais das cartas que coletaram para o código binário.

Uma abordagem para o ensino de criptografia é detalhada em [Fernandes et al. 2024] e focada no ensino da Cifra de César para o Ensino Fundamental. São utilizados recursos variados, tanto desplugados quanto digitais, com atividades incluindo a confecção de kits de encriptação com copos descartáveis, o uso de aplicativos web de criptografia e uma atividade lúdica adaptada que pode ser montada digitalmente ou impressa.

Um jogo de tabuleiro desplugado foi desenvolvido para o ensino de criptografia e destinado a estudantes do 1º ano do Ensino Médio, podendo também ser aplicado nos anos finais do Ensino Fundamental [França et al. 2025]. O jogo, projetado para 2 a 3 jogadores, utiliza um tabuleiro, um dado e cartas, e tem como objetivo que os participantes avancem no percurso decifrando mensagens secretas. Para isso, eles utilizam cartas que explicam como aplicar três cifras de substituição: a Cifra de César, a Cifra de Espelho e a Cifra de Substituição por Símbolo.

Em [Silva and Guarda 2019], os autores detalham uma atividade desplugada, para estudantes do Ensino Fundamental, que consiste em ensinar criptografia (especificamente a Cifra de César) e lógica de programação, utilizando um jogo digital, mas em um formato impresso. Os alunos, em grupos, resolvem fases do jogo em papel para descobrir uma chave (que corresponde ao número de instruções algorítmicas necessárias para solucionar a fase). Em seguida, essa chave é utilizada para decifrar mensagens criptografadas dispostas no quadro, aplicando a operação inversa para revelar o texto original.

Um ambiente de programação visual baseado na web [Broll et al. 2017] é usado para introduzir conceitos de Computação Paralela e Distribuída a alunos da Educação Básica. O ambiente oferece duas abstrações para a programação em rede: mensagens, que permitem a comunicação entre diferentes programas, e serviços, que permitem aos programas acessar dados da web (como clima, mapas ou dados sísmicos) ou executar lógica no lado do servidor. As atividades propostas permitem a criação de aplicações como jogos multiplayer ou painéis de visualização de dados em tempo real.

Uma atividade desplugada, proposta em [Lima et al. 2018], introduz conceitos de Computação Paralela para alunos do Ensino Técnico e Superior. Uma maquete física, construída com materiais de baixo custo (como garrafas PET, isopor e bolinhas), simula visualmente a execução em paralelo do algoritmo de soma dos elementos de um vetor, onde cada garrafa representa um processador e as bolinhas representam os dados. Em [Rodrigues et al. 2018], essa maquete é utilizada para o ensino de Computação Paralela para programadores iniciantes, abordando conceitos como divisão de carga, sincronização e comunicação entre processos.

Em [Torbert et al. 2010], os autores propõem o uso de uma plataforma baseada no modelo teórico PRAM (Parallel Random-Access Machine). A atividade é voltada a alunos de Ensino Médio Técnico, que utilizam uma extensão da linguagem C para implementar e analisar algoritmos paralelos. O objetivo é os alunos aprenderem o pensamento algorítmico paralelo através de exemplos de complexidade crescente, como soma paralela, soma de prefixos, multiplicação de matrizes e merge-sort paralelo.

Uma abordagem, apresentada em [Steffen and Zambreno 2012], introduz conceitos de Programação Concorrente a estudantes do Ensino Médio, utilizando dois motores de script de videogame. Os alunos escrevem códigos, em uma linguagem de script simplificada e com poucas instruções, para controlar um time de quatro jogadores simultâneos em uma competição, o que permite a compreensão dos desafios da concorrência, como a necessidade de colaboração entre os scripts dos jogadores para evitar “fogo amigo” e a importância do paralelismo para criar estratégias competitivas.

Em [Sheng and Chen 2022], os autores propõem um material didático físico para o ensino de circuitos lógicos no Ensino Médio: um instrumento de baixo custo para demonstrar o funcionamento de uma porta lógica AND. O artigo detalha o processo de construção do dispositivo, incluindo o esquemático do circuito (que utiliza componentes simples como diodos, resistores e um LED), a lista de materiais, o layout da placa e o dispositivo finalizado, que é alimentado por baterias e usa chaves para simular as entradas lógicas 0 e 1, fornecendo uma visualização intuitiva da tabela verdade da porta.

O jogo proposto em [Jarman and Bell 2014] visa ensinar problemas e soluções de confiabilidade em protocolos de comunicação em rede, especificamente o TCP, para estudantes do Ensino Médio. A atividade proposta inverte os papéis: o jogador não tenta resolver os problemas de transmissão, mas sim causá-los. O objetivo do jogador é impedir que uma mensagem seja entregue corretamente, aplicando ataques aos pacotes (como atraso, corrupção ou exclusão). À medida que o jogador avança, o jogo introduz novos níveis que implementam defesas de protocolo (como números de sequência, checksums, timeouts e acknowledgements), ilustrando como os mecanismos do TCP funcionam para garantir a confiabilidade dos dados.

A aula 6 (Unidade IV) do livro em [Araujo et al. 2020] detalha uma atividade

para ensinar Arquitetura de Computadores e software. Inicialmente, os alunos realizam a leitura de um texto que aborda a arquitetura de Von Neumann e conceitos de software (instrução, programa, SO), complementada por uma demonstração com um computador desmontado. Em seguida, os alunos aplicam esse conhecimento, classificando componentes de um desktop e identificando as funções de entrada, saída e processamento em três projetos de computação física baseados em Arduino.

O trabalho em [Martins 2020] propõe a melhoria e avaliação de um jogo de tabuleiro desplugado de perguntas e respostas, desenvolvido para apoiar o ensino de Redes de Computadores para alunos do Ensino Médio. O jogo conta com um banco ampliado de questões e regras atualizadas para eliminar a necessidade de um mediador. A avaliação do jogo inclui a classificação de todas as questões com base nos níveis Lembrar e Entender da taxonomia dos objetivos educacionais (taxonomia de Bloom) e uma análise de usabilidade e experiência do jogador.

O livro *Computer Science Unplugged* [Bell et al. 2011] apresenta uma coleção de atividades desplugadas para ensinar conceitos fundamentais da Ciência da Computação. No capítulo *Dados: A matéria prima – Representando a informação*, são propostas atividades práticas que utilizam materiais como cartões, papel e lápis de cor para demonstrar como os computadores armazenam e representam diferentes tipos de dados. As atividades abordam conceitos como a representação de números em binário (através de cartões de ligar/desligar), a codificação de imagens digitais (pintura por números para representar pixels), noções de compressão de dados (para textos e imagens) e técnicas de detecção e correção de erros.

A Tabela 2 sumariza os trabalhos descritos, oferecendo uma classificação conforme os objetos de conhecimento (contidos em [Conselho Nacional de Educação 2022]) abordados pelos mesmos para facilitar a análise comparativa. Além disso, a tabela detalha a natureza da atividade desenvolvida, classificando-a como desplugada, digital ou híbrida (atividades desplugadas, mas opcionalmente digitais), bem como os recursos físicos exigidos. A coluna *Disponível* indica aqueles trabalhos que apresentam explicações suficientes para replicação do mesmo ou são disponibilizados online. Na coluna *Materiais*, o termo Papeleria engloba itens de baixo custo e fácil acesso, como papel, cartolina, cola, isopor, tesoura, dados e impressões para cartas ou tabuleiros. Já para as atividades que envolvem hardware e eletrônica, além das placas microcontroladoras (como o Arduino), são considerados componentes periféricos essenciais, como LEDs, sensores, resistores, jumpers e protoboards. Ressalta-se que a indicação do nível de ensino segue a classificação fornecida pelos próprios autores de cada trabalho. Por fim, as abreviações na coluna *Objeto de Conhecimento* correspondem, respectivamente, a: Funcionamento de dispositivos computacionais; Codificação da informação; Armazenamento e transmissão de dados; e Sistemas distribuídos e internet.

#### **4. Análise dos Trabalhos**

Uma análise detalhada dos trabalhos selecionados, descritos na Seção 3, teve o objetivo de mapear o panorama do ensino de conceitos relacionados ao eixo Mundo Digital na Educação Básica. A análise é estruturada em três aspectos principais: os objetos de conhecimento abordados, as abordagens pedagógicas e recursos utilizados e os níveis de ensino visados.

##### **4.1. Objetos de Conhecimento Abordados**

Os trabalhos foram classificados de acordo com o principal objeto de conhecimento do eixo Mundo Digital que abordam. A Tabela 3 apresenta o mapeamento consolidado, agrupando

**Tabela 2. Trabalhos selecionados.**

Trabalho	Nível de ensino	Objeto de conhecimento	Unplugged	Disponível	Materiais
[Gonçalves et al. 2020]	Fundamental 2 Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Papelaria
[Beleti Junior et al. 2020]	Fundamental 1/2 Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Peças computador, papelaria
[Beleti Junior and Sforini 2024]	Fundamental 1/2	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Peças computador
[Silva et al. 2018]	Médio	Funcionamento disp. comput.	Não	Sim	Computador
[Brum et al. 2015]	Médio	Funcionamento disp. comput.	Não	Sim	Computador
[Feaster et al. 2014]	Fundamental 2 Médio	Codif. da info. Armaz./transm. dados	Híbrido	Sim	Arduino
[Karavirta et al. 2016]	Fundamental 2, Médio	Funcionamento disp. comput.	Não	Sim	Computador
[Guarda et al. 2024]	Fundamental 1	Codif. da info.	Sim	Sim	Papelaria
[Fernandes et al. 2024]	Fundamental 2	Codif. da info.	Híbrido	Sim	Papelaria
[França et al. 2025]	Fundamental 2 Médio	Codif. da info.	Sim	Sim	Papelaria
[Silva and Guarda 2019]	Fundamental 2	Codif. da info.	Sim	Sim	Papelaria
[Broll et al. 2017]	Fundamental 1/2 Médio	Sist. distrib. e internet	Não	Sim	Computador
[Lima et al. 2018], [Rodrigues et al. 2018]	Médio	Sist. distrib. e internet	Sim	Sim	Papelaria
[Torbert et al. 2010]	Médio (técnico)	Sist. distrib. e internet	Não	Sim	Computador
[Steffen and Zambreno 2012]	Médio	Sist. distrib. e internet	Não	Sim	Computador
[Sheng and Chen 2022]	Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Protoboard, componentes básicos
[Jarman and Bell 2014]	Médio	Armaz./transm. dados	Não	Sim	Computador
[Araujo et al. 2020]	Fundamental 1/2	Funcionamento disp. comput.	Híbrido	Sim	Computador desmontado, Arduino
[Martins 2020]	Médio	Armaz./transm. dados	Sim	Sim	Papelaria
[Bell et al. 2011]	Fundamental 1/2	Codif. da info.	Sim	Sim	Papelaria

os artigos por assunto e relacionando-os às habilidades descritas na BNCC Computação e nas diretrizes da SBC.

É importante esclarecer o critério de classificação adotado. Os documentos de referência categorizam explicitamente as habilidades do Ensino Fundamental nos três eixos: Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital. No entanto, para o Ensino

Médio, as habilidades apresentam um caráter mais multidisciplinar e não são divididas formalmente nesses eixos. Diante disso, para a construção dessa tabela em relação ao Ensino Médio, realizou-se uma análise dos descritores e exemplos de cada habilidade, identificando e classificando como pertencentes ao escopo do presente trabalho aquelas cujos temas incluem tópicos intrínsecos ao Mundo Digital, como Hardware, Redes de Computadores e Representação de Dados.

A análise da Tabela 3 revela uma concentração significativa de trabalhos voltados ao ensino de Funcionamento de dispositivos computacionais (Arquitetura de Computadores e Hardware). Esse tema é o mais frequente, abordado por meio de diversas estratégias, como dioramas, jogos de tabuleiro e simuladores de realidade aumentada. Temas como Codificação da informação (Criptografia e Base binária) e Sistemas distribuídos e internet (Computação Paralela/Concorrente e Redes de Computadores) também aparecem como grupos relevantes.

Por outro lado, a análise também evidencia lacunas importantes. Os objetos de conhecimento referentes a Sistema Operacional, Transmissão de dados e Compressão de dados apresentaram a menor incidência. Observou-se que itens específicos dessas habilidades não foram contemplados por nenhum trabalho ou apareceram em apenas uma publicação. Destaca-se a ausência total de trabalhos envolvendo as habilidades EF69CO10 (Entender como é a estrutura e funcionamento da internet) e EM13CO09 (Identificação de tecnologias digitais nas diferentes atividades no mundo do trabalho), sugerindo uma dificuldade em abordar esses conceitos de forma prática. Mesmo dentro do tópico mais popular (Funcionamento de dispositivos computacionais), nota-se uma escassez de abordagens voltadas para o ensino de portas e circuitos lógicos, indicando uma preferência dos autores por abstrações de nível mais alto em detrimento da eletrônica digital básica.

#### **4.2. Abordagens e Recursos Adotados**

A análise das metodologias revela uma grande diversidade de abordagens, que variam entre atividades desplugadas, o uso de hardware especializado e plataformas digitais interativas.

No que tange aos recursos físicos, jogos de tabuleiro têm sido utilizados para o ensino de Arquitetura de Computadores ([Gonçalves et al. 2020]), Criptografia ([França et al. 2025]) e Redes ([Martins 2020]). Conceitos abstratos de Arquitetura e Computação Paralela também são abordados por meio de maquetes e dioramas ([Beleti Junior et al. 2020], [Lima et al. 2018]), enquanto atividades baseadas em cartas ou papel suportam o aprendizado de Sistema Binário ([Guarda et al. 2024]), Criptografia ([Silva and Guarda 2019]) e Representação de Dados em geral ([Bell et al. 2011]).

Em contrapartida, diversos trabalhos exploram ferramentas digitais para criar simulações e ambientes interativos. Destacam-se simuladores com realidade aumentada ([Silva et al. 2018]), que buscam enriquecer o material didático tradicional com visualizações 3D do funcionamento de processadores. Somam-se a estes as plataformas web e softwares, voltados ao ensino de circuitos lógicos ([Karavirta et al. 2016]) e de Computação Paralela ([Broll et al. 2017]).

Quanto à disponibilidade e reprodutibilidade, o cenário é misto: propostas de baixo custo ([Gonçalves et al. 2020], [Lima et al. 2018]) e ferramentas de código aberto ([Karavirta et al. 2016]) ou web ([Broll et al. 2017]) são acessíveis, enquanto simuladores de realidade aumentada e hardware especializado permanecem, muitas vezes, como protótipos de pesquisa de difícil replicação.

**Tabela 3. Objetos de conhecimento, habilidades e trabalhos relacionados**

Obj. de conhecimento	Habilidade	Trabalhos
Codificação da informação	(EF15CO05) Codificar a informação de diferentes formas, entendendo a importância desta codificação para o armazenamento, manipulação e transmissão em dispositivos computacionais.	[Gonçalves et al. 2020] [Guarda et al. 2024] [Fernandes et al. 2024] [França et al. 2025] [Silva and Guarda 2019] [Bell et al. 2011]
Funcionamento de dispositivos computacionais	(EF15CO06) Conhecer os componentes básicos de dispositivos computacionais, entendendo os princípios de seu funcionamento	[Beleti Junior et al. 2020] [Beleti Junior and Sformi 2024] [Silva et al. 2018] [Brum et al. 2015] [Karavirta et al. 2016] [Sheng and Chen 2022] [Araujo et al. 2020] [Gonçalves et al. 2020]
Sistema operacional	(EF15CO07) Conhecer o conceito de Sistema Operacional e sua importância na integração entre software e hardware.	[Araujo et al. 2020]
Armazenamento e transmissão de dados	(EF69CO07) Entender o processo de transmissão de dados, como a informação é quebrada em pedaços, transmitida em pacotes através de múltiplos equipamentos, e reconstruída no destino.	[Jarman and Bell 2014]
	(EF69CO08) Compreender e utilizar diferentes formas de armazenar, manipular, compactar e recuperar arquivos, documentos e metadados.	[Bell et al. 2011]
Sistemas distribuídos e internet	(EF69CO09) Compreender os conceitos de paralelismo, concorrência e armazenamento/processamento distribuídos	[Broll et al. 2017] [Lima et al. 2018] [Rodrigues et al. 2018] [Torbert et al. 2010] [Steffen and Zambreno 2012]
	(EF69CO10) Entender como é a estrutura e funcionamento da internet	N/A
Ensino Médio	(EM13CO07) Compreender as diferentes tecnologias, bem como equipamentos, protocolos e serviços envolvidos no funcionamento de redes de computadores, identificando suas possibilidades de escala e confiabilidade.	[Feaster et al. 2014] [Martins 2020]
	(EM13CO09) Identificar tecnologias digitais, sua presença e formas de uso, nas diferentes atividades no mundo do trabalho	N/A
	(EM13CO16) Desenvolver projetos com robótica, utilizando artefatos físicos ou simuladores.	[Feaster et al. 2014]

### 4.3. Níveis de Ensino Atendidos

A Figura 2 fornece um panorama da distribuição dos trabalhos pelos níveis de ensino. A análise dos dados quantitativos revela uma predominância de propostas voltadas para o Ensino Fundamental 2 (18 trabalhos) e Ensino Médio (21 trabalhos), os quais concentram o

ensino de conceitos complexos como Arquitetura de Processadores, Programação Paralela e Criptografia. O Ensino Fundamental 1 também é significativamente representado (9 trabalhos), porém com foco em atividades lúdicas e introdutórias sobre codificação. Por outro lado, identifica-se uma lacuna na Educação Infantil, para a qual nenhum trabalho foi identificado, indicando uma oportunidade para pesquisas futuras na adaptação desses conceitos para a primeira infância. Vale ressaltar que muitos trabalhos abrangem múltiplos níveis, justificando a sobreposição nos dados.

## 5. Conclusão

Este trabalho realizou uma revisão bibliográfica com o objetivo de identificar, sistematizar e analisar recursos educacionais voltados ao eixo Mundo Digital da BNCC Computação para a Educação Básica. A partir de uma busca estruturada em bases de dados e eventos nacionais e internacionais, foram selecionados e analisados 30 trabalhos, incluindo artigos, capítulos de livros e outros materiais pedagógicos.

A análise dos resultados permitiu traçar um panorama das iniciativas existentes. Foi identificada uma concentração significativa de propostas focadas no objeto de conhecimento Funcionamento de dispositivos computacionais, abrangendo principalmente Hardware e Arquitetura de Computadores. Além disso, observou-se uma predominância de recursos destinados ao Ensino Fundamental 2 e ao Ensino Médio, níveis que concentram a maior parte das abordagens para conceitos mais complexos.

Em contrapartida, a revisão expôs lacunas importantes no cenário atual. Notou-se uma escassez de trabalhos voltados ao Ensino Infantil, indicando uma grande oportunidade de pesquisa na adaptação de conceitos fundamentais do Mundo Digital para essa faixa etária. Tematicamente, objetos de conhecimento como Sistema operacional, Compressão de dados e a habilidade EM13CO09 (Identificação de tecnologias digitais nas diferentes atividades no mundo do trabalho) mostraram-se sub-representados, sugerindo áreas que carecem de maior desenvolvimento de propostas pedagógicas.

No que tange às abordagens, verificou-se um equilíbrio entre recursos desplugados, como jogos de tabuleiro e maquetes, e recursos digitais, como trabalhos envolvendo Arduino e plataformas web interativas. O ensino de Computação através de abordagens desplugadas justifica-se pela necessidade de alternativas de baixo custo e adaptáveis, dada a falta de infraestrutura tecnológica (computadores e internet) em muitas escolas públicas no cenário brasileiro. Também observa-se que a reprodutibilidade de várias propostas digitais permanece um desafio, com algumas se mantendo como protótipos de pesquisa.

Por fim, em relação aos trabalhos sobre Computação Paralela/Concorrente, observa-se que eles tendem a focar em conceitos de alto nível, alinhados ao Pensamento Computacional (como decomposição de problemas e lógica algorítmica). Nota-se que as propostas para a Educação Básica deixam em segundo plano os problemas fundamentais, mais próximos do hardware, como condições de corrida, sincronização e deadlocks.

Como trabalhos futuros, sugere-se fortemente o desenvolvimento de pesquisas e recursos pedagógicos que visem preencher as lacunas temáticas e de nível de ensino aqui identificadas. Há uma clara necessidade de mais propostas para o Ensino Infantil e para tópicos menos explorados, como Sistemas Operacionais. Adicionalmente, recomenda-se a adaptação de trabalhos de pesquisa para formatos mais acessíveis e de fácil replicação, permitindo que professores de fato os utilizem em sala de aula.

## Uso de Inteligência Artificial

Durante a preparação deste manuscrito, os autores utilizaram o Gemini (versão 3 Pro, Google) como ferramenta de assistência à escrita para aprimorar a gramática, clareza e legibilidade do texto e a formatação das tabelas. Nenhuma parte do conteúdo científico original, análise de dados ou conclusões foi gerada pela ferramenta de IA.

## Referências

- Araujo, L., Santana, B., and Bittencourt, R. (2020). *Computação e o Mundo: Livro do Professor – 9o. ano*. Edição do autor. <https://sites.google.com/view/computacaofundamental/>. Acessado em nov. 2025.
- Beleti Junior, C., Macedo, C., Alencar, V., Santiago Junior, R., and Züge, A. (2020). Abordagem metodológica para o ensino de arquitetura de computadores em ambientes não formais. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE/SBC)*, 28:335–358.
- Beleti Junior, C. and Sforzi, M. (2024). Ações de ensino de conceitos de hardware: uma proposta para a educação básica. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB/SBC)*, pages 6–10.
- Bell, T., Witten, I., and Fellows, M. (2011). *Computer Science Unplugged: Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador*. University of Canterbury Computer Science Education Research Group. <https://classic.csunplugged.org/documents/books/portuguese/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acessado em nov. 2025.
- Broll, B., Ledeczki, A., Völgyesi, P., Sallai, J., Maroti, M., and Vanags, C. (2017). Introducing parallel and distributed computing to K12. In *Proceedings of the IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPSW/IEEE)*, pages 323–330.
- Brum, L., Pinho, L., and Camargo, S. (2015). Methodology for applying augmented reality in the teaching of computer architecture. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE/SBC)*, 4(1):17–20.
- Conselho Nacional de Educação (2022). *Computação: Complemento à BNCC*. Technical report, Ministério da Educação. <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acessado em nov. 2025.
- Feaster, Y., Ali, F., Zhai, J., and Hallstrom, J. (2014). Serious toys: Three years of teaching computer science concepts in k-12 classrooms. In *Proceedings of the Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE/ACM)*, pages 69–74.
- Fernandes, R., Motta, C., and Carmo, L. (2024). Segurança cibernética na base nacional comum curricular – uma proposta de abordagem de criptografia na educação básica. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB/SBC)*, pages 156–160.

- França, E., Lucena, J., Leite, L., and Diniz, J. (2025). Códigos de resgate: gamificação como estratégia pedagógica para o ensino de criptografia. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB/SBC)*, pages 149–154.
- Gonçalves, D., Beleti Junior, C., and Bezerra, M. (2020). Jogo de tabuleiro para o ensino de Arquitetura de Computadores no ensino básico. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE/SBC)*, pages 141–150.
- Guarda, G., Olímpio, G., Carrion, H., Oliveira, J., Oliveira, A., and Quintela, B. (2024). O jogo da memória codificado com o ASCII. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB/SBC)*, pages 55–59.
- Jarman, S. and Bell, T. (2014). A game to teach network communication reliability problems and solutions. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE)*, pages 43–49.
- Karavirta, V., Lindén, R., Kurvinen, E., and Laakso, M.-J. (2016). Interactive exercises for teaching logic circuits. In *Proceedings of the ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE/ACM)*, pages 101–105.
- Lima, A., Carvalho, T., Bailo, D., Rodrigues, J., Aquino, W., and Acosta, P. (2018). Uma oficina para ensino de algoritmos paralelos por meio de computação desplugada. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE/SBC)*, pages 619–628.
- Martins, T. (2020). Avaliação de jogo de tabuleiro para apoio ao ensino de redes de computadores. Technical report, Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Universidade Federal da Paraíba. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/29029>. Acessado em nov. 2025.
- Oliveira, S. and Matos, E. (2024). Pensamento computacional por meio da computação desplugada: uma revisão sistemática da literatura. *EaD em Foco*, 15(1):1–18.
- Patterson, D. and Hennessy, J. (2017). *Organização e Projeto de Computadores: Interface Hardware/Software*. Elsevier.
- Ribeiro, L. et al. (2019). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica. Technical report, Sociedade Brasileira de Computação (SBC). <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/60>. Acessado em nov. 2025.
- Rodrigues, J., Acosta, P., Ramalho, T., Aquino, W., Lima, A., and Bailo, D. (2018). Parallel Computing: Unplugging to Learn. In *Proceedings of the Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO/IEEE)*, pages 41–44.
- Sheng, F. and Chen, X. (2022). Teaching design of senior high school physical logic gate circuit. *Open Access Library (OALib)*, 9:1–14.
- Silva, D. and Guarda, G. (2019). CriptoData: Ensino de criptografia via computação desplugada. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE/SBC)*, pages 248–257.
- Silva, G., Casemiro, L., and Fernandes, S. (2018). Proposta de ensino de arquitetura de computadores com gamificação e realidade aumentada. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE/SBC)*, 7:39–47.

- Silva, I., França, R., and Falcão, T. (2021). Recursos para o desenvolvimento do pensamento computacional: da identificação à avaliação. *Revista Tecnologias na Educação*, 35:1–20.
- Steffen, M. and Zambreno, J. (2012). Exposing high school students to concurrent programming principles using video game scripting engines. In *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*, pages 25.623.1–25.623.13.
- Torbert, S., Vishkin, U., Tzur, R., and Ellison, D. (2010). Is teaching parallel algorithmic thinking to high school students possible? one teacher’s experience. In *Proceedings of the ACM Technical Symposium on Computer Science education (SIGCSE TS/ACM)*, pages 290–294.