

Recursos Educacionais sobre o Mundo Digital para a Educação Básica

Lucas Holsback Menegucci¹, Nahri Moreano¹

¹Faculdade 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, systematizing, and analyzing national and international educational resources, 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 (hardware) and primarily aimed at the final years of Elementary School (Fundamental II) and High School (Ensino Médio), highlighting significant gaps in topics such as Operating Systems and in the availability of materials for Early Childhood Education (Educação Infantil).*

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, sistematizar e analisar recursos educacionais nacionais e internacionais, classificando-os quanto aos objetos de conhecimento abordados e abordagens pedagógicas propostas. A análise revela uma predominância de recursos focados no funcionamento de dispositivos computacionais (hardware) 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 ([Zanetti et al. 2016, 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. Espera-se, com isso, 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 (IJCSES);
- 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 33 (26 artigos e 7 materiais como capítulos de livros, trabalhos de conclusão de curso e páginas web) foram incluídas na amostra final após leitura integral e aplicação dos critérios de inclusão, sendo eles:

- 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.

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.

2.3. Estatísticas sobre os Trabalhos Selecionados

Os gráficos e tabela apresentados nesta seção representam diferentes subconjuntos das publicações selecionadas. A Figura 1 mostra a distribuição dos 26 artigos selecionados, de acordo com o seu ano de publicação.

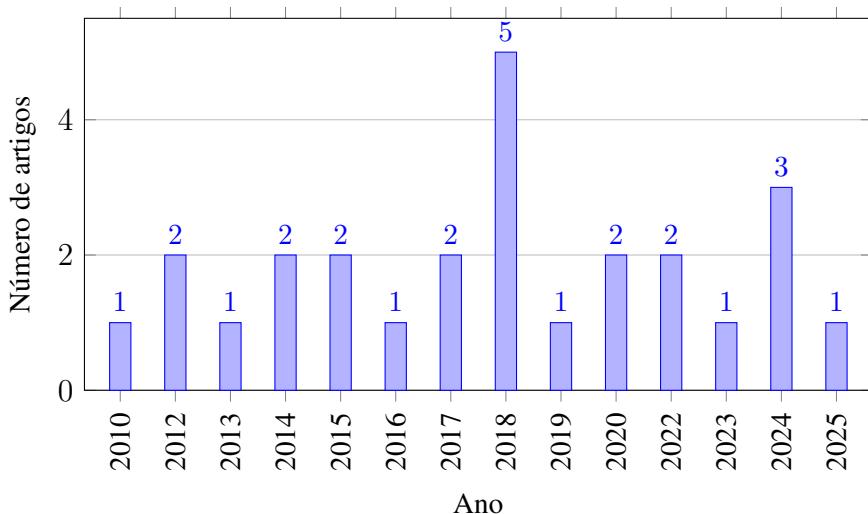


Figura 1. Número de artigos por ano de publicação.

A Figura 2 mostra a origem dos 26 artigos incluídos, classificando-os, de acordo com o veículo de sua publicação, entre eventos nacionais, periódicos nacionais, eventos internacionais e periódicos internacionais. Os sete materiais restantes (da categoria Outros) correspondem a capítulos de livros e demais recursos cujo formato de publicação não se enquadra nas categorias anteriores.

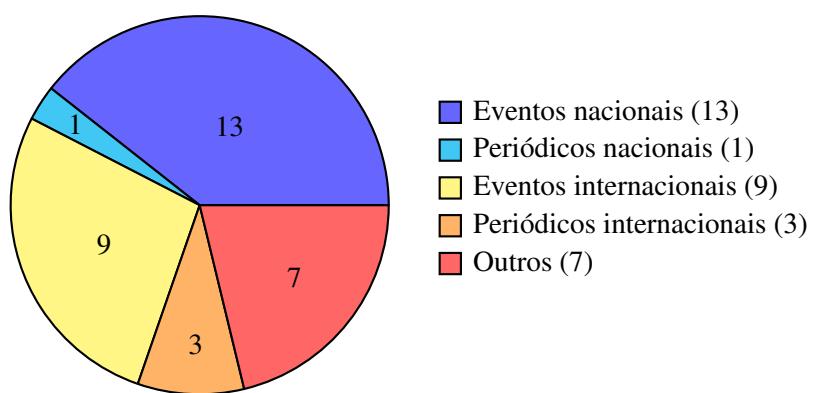


Figura 2. Origem da publicação dos trabalhos.

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.

Tabela 1. Principais veículos de publicação dos artigos.

Evento ou periódico	Número de publicações
ITiCSE/ACM	4
SBC-EB/SBC	4
CBIE/SBC	3
IJCAE/SBC	2
SEURS/UNILA	2
SIGCSE TS/ACM	2
WEI/SBC	2
EduComp/SBC	1
RBIE/SBC	1
WIE/SBC	1
IPDPSW/IEEE	1
LACLO/IEEE	1
OALib	1
WiPSCE	1

Por fim, a Figura 3 inclui tanto os artigos quanto os sete materiais da categoria Outros. Ela 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.

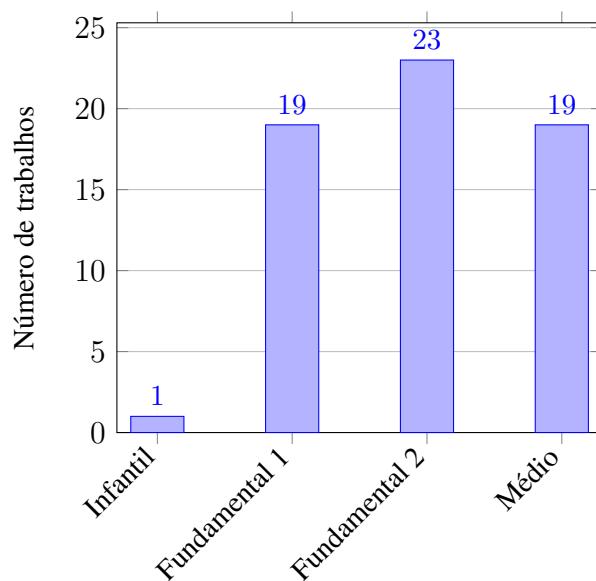


Figura 3. Trabalhos destinados a cada nível de ensino.

3. Trabalhos Selecionados

Os trabalhos selecionados que compõem a base desta revisão são apresentados nesta seção. Para cada trabalho, é fornecida uma descrição detalhada da sua proposta pedagógica, seja ela uma atividade, um material ou um recurso tecnológico.

Os trabalhos em [Gonçalves 2019, Gonçalves et al. 2020] apresentam o LC MEGAMENTE, um jogo de tabuleiro de baixo custo criado para o ensino de Arquitetura de Computadores para alunos da Educação Básica (de 9 a 17 anos). 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 com números binários, convertem o resultado para decimal para se movimentar no tabuleiro e avançam respondendo a perguntas e cumprindo desafios sobre os temas.

O projeto de extensão, descrito em [Beleti Junior et al. 2015, Beleti Junior et al. 2017], visa a popularização da ciência e tecnologia para públicos leigos em ambientes de educação não-formal. O projeto incluiu a capacitação de alunos da Licenciatura em Computação para atuarem como facilitadores no ensino de Arquitetura de Computadores para a comunidade e escolas públicas. O projeto desenvolveu recursos pedagógicos como dioramas (com componentes de computador em escala aumentada), histórias em quadrinhos e jogos de perguntas e respostas com sistemas de resposta interativa. 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 pelo diorama que simula o interior de um computador. A proposta utiliza gamificação para engajar os participantes por meio de uma gincana competitiva e avalia os resultados de aprendizagem.

Em [Beleti Junior and Sforni 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 simuladores ARtEMIS e ARMS (Augmented Reality MIPS Simulator), apresentados em [Silva et al. 2018b] e [Silva et al. 2018c], respectivamente, utilizam 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 sobreponem 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. 2012] é desenvolvida uma atividade para ensinar o sistema binário a alunos da Educação Básica. Utilizando uma plataforma de hardware embarcado, a atividade consiste em os alunos usarem uma lanterna comum para inserir dados binários (operandos, operadores de soma/subtração e o resultado previsto) em um fotorresistor, onde pulsos curtos representam ‘0’ e pulsos longos ‘1’. O dispositivo, que utiliza microcontroladores e um display de LEDs 8x8, processa a operação aritmética e exibe a resposta correta. Isso permite que os alunos comparem o resultado produzido pelo dispositivo com a resposta que eles haviam previsto. Esse trabalho é estendido em [Feaster et al. 2014], com mais dois módulos de atividades. O segundo módulo aborda redes, protocolos de comunicação e algoritmos. As atividades incluem a conexão física de dispositivos para formar uma rede e um exercício “desplugado” onde os alunos guiam um colega através de um labirinto usando instruções simples. No terceiro módulo, focado em sensores e redes de sensores, os alunos constroem seus próprios sensores de umidade do solo (usando gesso, pregos e canudos).

O trabalho em [Feaster et al. 2013] também propõe o uso de uma plataforma de hardware embarcado, que inclui sensores e um microfone, para ensinar conceitos de redes, protocolos de comunicação e algoritmos a alunos da Educação Básica. A proposta engloba uma palestra teórica e demonstrações e atividades práticas. Na atividade principal, os alunos são encarregados de usar os dispositivos e fios de ligação para, eles mesmos, criarem uma pequena rede ponto-a-ponto, observando padrões de LED para entender a comunicação e os problemas que surgem ao tentar transmitir dados simultaneamente, o que ilustra a necessidade de protocolos de controle.

A biblioteca JavaScript lechef, proposta em [Karavirta et al. 2016], permite a preparação de exercícios interativos com avaliação automática e visualização para o ensino de circuitos lógicos. Há dois tipos de atividades: exercícios de simulação, nos 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; e exercícios de projeto, onde 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-aprendizagem 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. Inicialmente, 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 9º ano do 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, a Cifra de César do Super Mário, que pode ser montada digitalmente ou impressa.

O jogo de tabuleiro desplugado Códigos de Resgate [França et al. 2025] 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. 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, desenvolvida no âmbito do projeto Logicamente, com foco em estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. A proposta consiste em ensinar criptografia (especificamente a Cifra de César) e lógica de programação, utilizando o jogo digital Run Marco, mas em um formato impresso. Inicialmente, 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.

Uma atividade de computação desplugada é proposta em [Silva et al. 2018a] e destinada a estudantes do 5º e 6º ano do Ensino Fundamental. O jogo, parte do projeto Logicamente, combina conceitos de criptografia com o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional, como a decomposição e a construção de algoritmos. Inicialmente, as equipes resolvem questões de raciocínio lógico, decodificando mensagens e montando trechos de um código (baseado nos comandos do Scratch) de forma desplugada. Em seguida, os alunos utilizam a sequência lógica completa que montaram para simular a travessia de um labirinto.

O trabalho em [Perez et al. 2023] apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o ensino de Programação Paralela na Educação Básica, mapeando as abordagens, linguagens e conceitos utilizados em 13 publicações selecionadas. Os resultados indicam que a pesquisa na área ainda é limitada, com a maioria dos estudos sendo oficinas de curta duração, conduzidas predominantemente nos Estados Unidos. Porém, as propostas selecionadas podem ser aplicadas para a Educação Básica.

O ambiente NetsBlox de programação visual baseado na web, apresentado em [Broll et al. 2017], é usado para introduzir conceitos de Computação Paralela e Distribuída a alunos da Educação Básica. O NetsBlox é uma extensão do ambiente Snap!, derivado do Scratch, e adiciona 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 do sistema Explicit Multi-Threading (XMT), uma plataforma baseada no modelo teórico PRAM (Parallel Random-Access Machine). A atividade descrita é aplicada em uma escola de Ensino Médio Técnico, onde os alunos utilizam a linguagem XMT-C (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, Dodgeball e Boomtown. 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 Packet Attack [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 do Network Game, 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 plataforma online Wordwall [Visual Education Ltd] permite a criação e o compartilhamento de atividades de aprendizagem interativas. Na plataforma, foram localizados conjuntos de atividades voltadas ao ensino de Hardware e Redes de Computadores. Esses exercícios, apresentados em formatos como “Combine os pares” ou “Quiz”, abordam conceitos como a identificação de peças e componentes de computadores (placa-mãe, processador, periféricos de entrada e saída etc) e os fundamentos de redes de computadores (tipos de rede, equipamentos etc).

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 *disponíveis* indica aqueles trabalhos que apresentam explicações suficientes para replicação do mesmo ou são disponibilizados online. Na coluna *Materiais*, o termo Papelaria 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.

Tabela 2. Trabalhos selecionados.

Trabalho	Nível de ensino	Objeto de conhecimento	Unplugged	Disponível	Materiais
[Gonçalves 2019] [Gonçalves et al. 2020]	Fundamental 2 Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Papelaria
[Beleti Junior et al. 2015] [Beleti Junior et al. 2017]	Fundamental 1/2 Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Não	Papelaria
[Beleti Junior et al. 2020]	Fundamental 2 Médio	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Peças computador, papelaria
[Beleti Junior and Sforni 2024]	Fundamental 1/2	Funcionamento disp. comput.	Sim	Sim	Peças computador
[Silva et al. 2018b] [Silva et al. 2018c]	Médio	Funcionamento disp. comput.	Não	Sim	Computador
[Brum et al. 2015]	Médio	Funcionamento disp. comput.	Não	Sim	Computador
[Feaster et al. 2012]	Fundamental 2 Médio	Codif. da info.	Não	Sim	Arduino
[Feaster et al. 2013] [Feaster et al. 2014]	Fundamental 2 Médio	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] [Silva et al. 2018a]	Fundamental 2 Fundamental 1/2	Codif. da info.	Sim	Sim	Papelaria
[Perez et al. 2023]	N/A	Sist. distrib. e internet	N/A	N/A	N/A
[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
[Visual Education Ltd]	Fundamental 1/2	Armaz./transm. dados	Não	Sim	Computador

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 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 a habilidade EM13CO09 (Identificação de tecnologias digitais nas diferentes atividades no mundo do trabalho), sugerindo uma dificuldade em abordar esses conceitos de forma prática. Além disso, mesmo dentro do tópico mais popular (Funcionamento de dispositivos), nota-se uma escassez de abordagens voltadas especificamente para o ensino de circuitos lógicos e portas lógicas, 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 totalmente desplugadas, o uso de hardware especializado e plataformas digitais interativas.

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 2019] [Gonçalves et al. 2020] [Feaster et al. 2012] [Guarda et al. 2024] [Fernandes et al. 2024] [França et al. 2025] [Silva and Guarda 2019] [Silva et al. 2018a] [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. 2015] [Beleti Junior et al. 2017] [Beleti Junior et al. 2020] [Beleti Junior and Sforni 2024] [Silva et al. 2018b] [Silva et al. 2018c] [Brum et al. 2015] [Karavirta et al. 2016] [Sheng and Chen 2022] [Araujo et al. 2020] [Visual Education Ltd] [Gonçalves et al. 2020] [Gonçalves 2019]
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. (EF69CO08) Compreender e utilizar diferentes formas de armazenar, manipular, compactar e recuperar arquivos, documentos e metadados.	[Jarman and Bell 2014] [Bell et al. 2011]
Sistemas distribuídos e internet	(EF69CO09) Compreender os conceitos de paralelismo, concorrência e armazenamento/ processamento distribuídos (EF69CO10) Entender como é a estrutura e funcionamento da internet	[Perez et al. 2023] [Broll et al. 2017] [Lima et al. 2018] [Rodrigues et al. 2018] [Torbert et al. 2010] [Steffen and Zambreno 2012] [Visual Education Ltd]
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. (EM13CO09) Identificar tecnologias digitais, sua presença e formas de uso, nas diferentes atividades no mundo do trabalho (EM13CO16) Desenvolver projetos com robótica, utilizando artefatos físicos ou simuladores.	[Feaster et al. 2014] [Feaster et al. 2013] [Martins 2020] N/A [Feaster et al. 2014] [Feaster et al. 2013] [Feaster et al. 2012]

Abordagens Desplugadas

Destaca-se uma forte presença de atividades desplugadas, motivadas pela busca por soluções de baixo custo e pela adaptabilidade a ambientes com pouca infraestrutura tecnológica. Essas atividades incluem:

- Jogos de tabuleiro: Utilizados para ensinar Arquitetura de Computadores ([Gonçalves et al. 2020]), Criptografia ([França et al. 2025]) e Redes de Computadores ([Martins 2020]).
- Maquetes e dioramas: Recursos físicos tangíveis usados para explicar conceitos abstratos de Arquitetura de Computadores ([Beleti Junior et al. 2020]) e Computação Paralela ([Lima et al. 2018]).
- Atividades com cartas ou papel: Empregadas para ensino de Sistema Binário ([Guarda et al. 2024]), Criptografia ([Silva and Guarda 2019]) e Representação de Dados em geral ([Bell et al. 2011]).

Abordagens Digitais (Plugadas)

Em contrapartida, diversos trabalhos exploram ferramentas digitais para criar simulações e ambientes interativos. Destacam-se:

- Simuladores com realidade aumentada: Propostas como o ARtEMIS ([Silva et al. 2018b]) e o ARMS ([Silva et al. 2018c]) buscam enriquecer o material didático tradicional (livro-texto) com visualizações 3D interativas do funcionamento de processadores.
- Plataformas web e software: Ferramentas como lechef ([Karavirta et al. 2016]), uma biblioteca para atividades sobre circuitos lógicos, e NetsBlox ([Broll et al. 2017]), um ambiente de programação em blocos para Computação Paralela.

Quanto à disponibilidade e reprodutibilidade das atividades, isto é, a possibilidade de outros educadores adotarem as mesmas atividades com seus alunos, o cenário é misto. Enquanto propostas de baixo custo ([Gonçalves et al. 2020], [Lima et al. 2018]) e ferramentas de código aberto ([Karavirta et al. 2016]) ou baseadas na web ([Broll et al. 2017, Visual Education Ltd]) são facilmente reprodutíveis, muitos dos simuladores de realidade aumentada e dispositivos de hardware especializados permanecem como protótipos de pesquisa, com maior barreira para replicação.

4.3. Níveis de Ensino Atendidos

A Figura 3 fornece um panorama claro da distribuição dos trabalhos pelos níveis de ensino. A análise dos dados quantitativos permite extrair as seguintes observações:

- Forte concentração: Há uma predominância clara de trabalhos voltados para o Ensino Fundamental 2 (23 trabalhos) e o Ensino Médio (19 trabalhos). Esses níveis concentram a maior parte das propostas de ensino de conceitos mais complexos, como Arquitetura de Processadores, Programação Paralela e Criptografia.
- Presença significativa: O Ensino Fundamental 1 também é bem representado (19 trabalhos), com foco em atividades mais lúdicas e introdutórias, como jogos de tabuleiro e atividades desplugadas sobre Codificação da informação.

- Lacuna identificada: A Educação Infantil é o nível menos explorado, com apenas um trabalho identificado, indicando uma grande lacuna e uma oportunidade para pesquisas futuras na adaptação desses conceitos para a primeira infância.

Novamente, muitos trabalhos são projetados para abranger múltiplos níveis, o que explica a sobreposição e o alto número total de incidências.

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 33 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 reproduzibilidade 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 a abordagem pedagógica tende 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.

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., Gonçalves, D., and Valério, M. (2017). Popularizando a computação: o desenvolvimento de recursos para a educação não-formal sobre arquitetura de computadores. In *Anais do Seminário de Extensão Universitária da Região Sul (SEURS/UNILA)*.
- 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 Sforni, 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.
- Beleti Junior, C., Valério, M., Santiago Junior, R., Züge, A., Silva, E., Albuquerque, J., Shimabucuro, K., Nakano, R., and Geremias, J. (2015). Caminhando por dentro do computador: uma experiência de educação e popularização da ciência e tecnologia. In *Anais do Seminário de Extensão Universitária da Região Sul (SEURS/UNILA)*, pages 1–5.
- 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., Ledeczi, 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., and Hallstrom, J. (2012). Serious toys: teaching the binary number system. In *Proceedings of the ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE/ACM)*, pages 262–267.
- Feaster, Y., Ali, F., Zhai, J., and Hallstrom, J. (2013). Serious toys ii: Teaching networks, protocols, and algorithms. In *Proceedings of the ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE/ACM)*, pages 273–278.

- 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. (2019). A ludicidade no ensino de computação: Utilização de jogos não digitais para o ensino de hardware. Technical report, Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) – Universidade Federal do Paraná. <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/68726>. Acessado em nov. 2025.
- 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.
- Perez, F., Oliveira, W., Lima, A., Castro Junior, A., and Araújo, G. (2023). Ensino de programação paralela na educação básica: Uma revisão sistemática da literatura,

- análise bibliométrica e agenda para estudos futuros. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp/SBC)*, pages 19–26.
- 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, D., Guarda, G., and Goulart, I. (2018a). CriptoLab: Um game baseado em computação desplugada e criptografia. In *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI/SBC)*, pages 36–45.
- Silva, G., Casemiro, L., and Fernandes, S. (2018b). Proposta de ensino de arquitetura de computadores com gamificação e realidade aumentada. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE/SBC)*, 7:39–47.
- Silva, G., Oliveira, L., and Fernandes, S. (2018c). Uso de realidade aumentada para ensino de arquitetura de computadores com MIPS. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação (WEI/SBC)*, pages 522–531.
- 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.
- Visual Education Ltd. Wordwall. <https://wordwall.net/pt/teacher/10366094/d2390s> e <https://wordwall.net/pt/teacher/7563939/cleverpaiva>. Acessado em nov. 2025.
- Zanetti, H., Borges, M., and Ricarte, I. (2016). Pensamento computacional no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE/SBC)*, pages 21–30.