

Integração da Computação na Educação Básica: Um artefato Desplugado para o Ensino do Sistema de Numeração Decimal

Alessandra Oliveira de Carvalho ¹, Eduardo Barrére ²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) -
<http://lattes.cnpq.br/6984254748525805> - JUIZ DE FORA - MG - Brasil

² Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) -
<http://lattes.cnpq.br/0735298552666402> - JUIZ DE FORA – MG - Brasil

carvalhoalessandra649@gmail.com, eduardo.barrere@ufjf.br

Resumo. O ensino do Sistema de Numeração Decimal (SND) nos anos iniciais frequentemente foca em repetições procedimentais. Este trabalho propõe um artefato baseado no Pensamento Computacional Desplugado (PCD) para promover a compreensão conceitual do SND. Utilizando Design Science Research (DSR), a proposta foi aplicada em turmas de 5º ano, incluindo alunos neurodiversos. Os resultados revelam que o artefato mobilizou significativamente os pilares de Decomposição (70%) e Reconhecimento de Padrões (66%), aprimorando a compreensão do valor posicional e a autonomia. A pesquisa demonstra a viabilidade de estratégias desplugadas como alternativa inclusiva e acessível para integrar a computação à educação básica, alinhando-se às diretrizes da BNCC.

Palavras-chave: Pensamento Computacional Desplugado. Educação Matemática. Computação na Educação. Sistema de Numeração Decimal.

Abstract. Decimal Number System (DNS) teaching in early elementary education often relies on procedural repetition. This paper proposes an artifact based on Unplugged Computational Thinking (UCT) to foster conceptual understanding of DNS. Using Design Science Research (DSR), the proposal was applied to 5th-grade classes, including neurodiverse students. Results show that the artifact significantly engaged the pillars of Decomposition (70%) and Pattern Recognition (66%), improving place value understanding and student autonomy. The research demonstrates the viability of unplugged strategies as an inclusive and accessible alternative for integrating computing into basic education, in compliance with the Brazilian National Curriculum (BNCC).

Keywords: Unplugged Computational Thinking; Mathematics Education; Computing Education; Decimal Numeration System.

Introdução

A aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal (SND) nos anos iniciais do Ensino Fundamental permanece como um desafio, especialmente quanto à compreensão do valor posicional, composição e decomposição numérica e procedimentos de cálculo.

Evidências do contexto investigado reforçam esse cenário: os resultados da avaliação do Compromisso Nacional Criança Alfabetizada (CNCA), política pública do Ministério da Educação (MEC) implementada na rede municipal de Juiz de Fora (MG), revelaram fragilidades persistentes na aprendizagem matemática dos estudantes.

Dados do primeiro trimestre de 2024 evidenciaram um cenário heterogêneo nas turmas de 5º ano de uma escola da rede municipal: 26% dos estudantes apresentavam defasagem, 36% encontravam-se em nível intermediário e apenas 38% demonstravam desempenho adequado. Esses resultados indicam limitações de práticas pedagógicas centradas na memorização de regras e reprodução de algoritmos, em detrimento da compreensão conceitual e do raciocínio matemático, corroborando diagnósticos de avaliações externas e da literatura.

Nesse contexto, o Pensamento Computacional (PC) destaca-se por mobilizar habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico, relacionadas à estrutura do SND. Sua inserção no currículo brasileiro foi fortalecida pelas Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), fundamentadas no Parecer CNE/CEB nº 2/2022, que reconhece o PC como eixo estruturante da formação escolar e orienta sua articulação com diferentes áreas do conhecimento, incluindo a Matemática.

Embora o Pensamento Computacional Desplugado (PC-D) seja amplamente discutido na literatura, a maior parte das propostas concentra-se no ensino de conceitos introdutórios da Computação ou na resolução de problemas matemáticos específicos. Permanecem escassos estudos voltados à compreensão do SND que articulem sistematicamente os pilares do PC, materiais manipulativos e processos de refinamento pedagógico fundamentados em Design Science Research (DSR), evidenciando a necessidade de investigações que concebam atividades desplugadas como estrutura organizadora da aprendizagem matemática.

O PC-D amplia as possibilidades de implementação do PC ao desenvolver essas habilidades por meio de atividades concretas e manipulativas, sem dependência de recursos digitais. No ensino do SND, essa articulação ocorre quando composição e decomposição numérica, valor posicional, agrupamentos na base dez e estratégias de cálculo são mobilizados pelos pilares do PC. A decomposição favorece a fragmentação de quantidades e operações; o reconhecimento de padrões identifica regularidades do sistema decimal; a abstração auxilia na compreensão de sua estrutura; e o pensamento algorítmico orienta procedimentos e estratégias de resolução.

Assim, o PC-D é compreendido como instrumento mediador da aprendizagem matemática, contribuindo para minimizar dificuldades associadas à compreensão do SND, especialmente na transição entre representações concretas e o valor posicional abstrato. Nessa perspectiva, o diferencial da pesquisa reside na integração entre Educação Matemática e Computação, concebendo o PC-D como abordagem estruturante para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da aprendizagem significativa.

A relevância do estudo ancora-se ainda nas políticas públicas educacionais brasileiras, especialmente no Plano Nacional de Educação (Lei nº 15.388/2026), que enfatiza a aprendizagem, a equidade, a integração entre áreas do conhecimento e o uso de evidências na formulação e avaliação de políticas educacionais. Em consonância com a BNCC e o Parecer CNE/CEB nº 2/2022, a pesquisa fortalece práticas pedagógicas integradas, fundamentadas em evidências e alinhadas às demandas da educação pública.

Diante desse contexto, a pesquisa teve como objetivo desenvolver, implementar e validar um artefato educacional fundamentado no Pensamento Computacional

Desplugado para favorecer a compreensão conceitual do Sistema de Numeração Decimal nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além de propor uma estratégia pedagógica para enfrentar dificuldades recorrentes relacionadas ao valor posicional e à composição e decomposição numérica, o estudo busca produzir evidências sobre o potencial da integração entre Educação Matemática e Computação na Educação, contribuindo tanto para o avanço do conhecimento científico quanto para a disponibilização de uma solução educacional aplicável à prática docente.

Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica situa-se na interface entre Educação Matemática e Computação na Educação, compreendendo o Pensamento Computacional Desplugado (PC-D) como mediador da aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal (SND). Parte-se do pressuposto de que a aprendizagem matemática nos anos iniciais requer abordagens que superem práticas centradas na repetição procedimental e favoreçam a construção ativa do conhecimento, o raciocínio lógico e a resolução de problemas, perspectiva reforçada pela expansão das tecnologias digitais e das possibilidades pedagógicas fundamentadas na Ciência da Computação (Moran, 2000).

Nessa direção, Papert (1980), por meio da perspectiva construcionista e da linguagem LOGO, desloca o foco do ensino transmissivo para a aprendizagem por construção, valorizando a experimentação e a resolução de problemas. Posteriormente, Wing (2006) amplia essa discussão ao definir o Pensamento Computacional (PC) como um conjunto de processos cognitivos — decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico — aplicáveis a diferentes áreas do conhecimento e voltados à organização do pensamento, análise e construção sistemática de soluções.

As contribuições de Wing impulsionaram pesquisas que ampliaram o PC para além da programação. Grover e Pea (2013) o sistematizam como um conjunto de conhecimentos, práticas e processos cognitivos desenvolvidos em diferentes níveis de ensino, defendendo-o como competência transversal articulada à resolução de problemas, ao raciocínio lógico e à construção de modelos explicativos. Nessa perspectiva, aproxima-se de competências tradicionalmente mobilizadas pela Educação Matemática. Em consonância, Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017) defendem que o PC pode ser desenvolvido por atividades desplugadas, jogos, resolução de problemas e experiências colaborativas, desde que organizadas intencionalmente. No contexto brasileiro, Valente (2016) sustenta que sua inserção na Educação Básica deve integrar-se às diferentes áreas do currículo, promovendo pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas. Assim, a articulação entre PC-D, materiais manipulativos e conceitos matemáticos configura-se como alternativa metodológica consistente para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Na Educação Matemática, esses processos convergem com a estrutura do SND, cuja compreensão exige relações entre valor posicional, composição e decomposição numérica, ordens e classes. Sob a perspectiva psicogenética, Piaget (1995) compreende o conhecimento lógico-matemático como resultado da ação do sujeito sobre os objetos, atribuindo centralidade à abstração reflexiva. Kamii (1990) amplia essa compreensão ao afirmar que a construção do número decorre da elaboração de relações lógico-matemáticas produzidas pela criança em situações concretas, e não da memorização de algoritmos. Essa perspectiva converge com Lerner e Sadovsky (1996), que identificam

fragilidades no ensino da notação numérica, e com Berti e Carvalho (2007), ao evidenciarem dificuldades relacionadas ao valor posicional.

Materiais manipulativos e jogos assumem, nesse contexto, função epistemológica ao favorecer processos de significação e abstração. Lorenzato (2006) destaca que recursos concretos contribuem para a construção do conhecimento quando utilizados com intencionalidade pedagógica. De forma convergente, Grando (1995; 2000), Muniz (2010), Raupp e Grando (2016), Magina, Castro e Fonseca (2020) e Barbosa e Ribeiro (2022) evidenciam que jogos e materiais manipuláveis ampliam a interação, a elaboração de estratégias e a construção do conhecimento matemático.

Nessa articulação, o PC-D é compreendido não apenas como adaptação metodológica sem tecnologias digitais, mas como estrutura cognitivo-pedagógica capaz de materializar princípios computacionais em experiências concretas. A decomposição favorece a fragmentação de estruturas numéricas; o reconhecimento de padrões identifica regularidades do sistema decimal; a abstração possibilita generalizações; e o pensamento algorítmico organiza procedimentos e estratégias de resolução.

Essa compreensão encontra respaldo em Brackmann (2017), que define o Pensamento Computacional como capacidade criativa, crítica e estratégica para utilizar fundamentos da Computação na resolução de problemas. No contexto desplugado, esses fundamentos são operacionalizados por atividades concretas e colaborativas, ampliando possibilidades de inclusão e acessibilidade. Estudos recentes (Gresele et al., 2023) reforçam que práticas desplugadas favorecem engajamento, participação e interação entre estudantes.

Do ponto de vista curricular, essa integração é fortalecida pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e pelas Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC (2022), fundamentadas no Parecer CNE/CEB nº 2/2022, que reconhecem o Pensamento Computacional como competência transversal da formação escolar. Assim, ao articular pressupostos psicogenéticos, princípios construcionistas e fundamentos da Computação, o PC-D configura-se como abordagem epistemologicamente consistente para o ensino do SND, compreendendo o artefato educacional como dispositivo mediador da construção do conhecimento e alinhado às políticas públicas educacionais.

Apesar dos avanços da literatura, a maioria das pesquisas concentra-se no ensino de programação, robótica educacional ou resolução de problemas matemáticos específicos. Permanecem pouco explorados estudos que articulem sistematicamente o Pensamento Computacional Desplugado, materiais manipulativos e o ensino do Sistema de Numeração Decimal, especialmente por meio de ciclos iterativos de Design Science Research. Essa lacuna evidencia a necessidade de pesquisas que integrem Educação Matemática e Computação na Educação, produzindo evidências empíricas sobre o desenvolvimento e o refinamento de artefatos educacionais em contextos reais de ensino, objetivo desta pesquisa.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa e interpretativa, orientada à compreensão e intervenção em um problema educacional concreto relacionado à aprendizagem do SND nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O estudo insere-se na interface entre Educação Matemática e Computação na Educação, assumindo como objeto investigativo o desenvolvimento e a validação de um artefato

educacional fundamentado no PC-D para potencializar a compreensão dos princípios estruturantes do SND.

A investigação foi desenvolvida em uma escola pública municipal de Juiz de Fora (MG), envolvendo duas turmas do 5º ano do Ensino Fundamental, totalizando aproximadamente 42 estudantes, com idades entre 10 e 12 anos, incluindo alunos neurodiversos, entre eles estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e deficiência intelectual moderada. O contexto apresentava heterogeneidade nos níveis de aprendizagem e dificuldades recorrentes relacionadas ao valor posicional, à leitura e escrita numérica e à resolução de problemas envolvendo o SND. Tal cenário foi corroborado por dados diagnósticos e avaliações institucionais, constituindo o problema prático que motivou a investigação.

Para conduzir o estudo, adotou-se a abordagem DSR, compreendida como perspectiva epistemológico-metodológica voltada à produção de conhecimento por meio da construção e avaliação de artefatos destinados à resolução de problemas reais (Dresch et al., 2015; Pimentel, Filipo e Santos, 2020). A condução da pesquisa fundamentou-se nos ciclos iterativos da DSR, nos quais o artefato foi concebido, aplicado, avaliado e refinado continuamente. No primeiro ciclo, a implementação do conjunto de atividades possibilitou identificar aspectos relacionados à dinâmica das tarefas, ao tempo de execução e às interações dos estudantes com os conceitos do SND. As evidências produzidas subsidiaram o refinamento do artefato, resultando em ajustes pedagógicos, como a reorganização do tempo das atividades, a simplificação das instruções e a ampliação dos momentos de compartilhamento e discussão. No segundo ciclo, essas modificações contribuíram para maior engajamento, autonomia e compreensão dos estudantes, consolidando o artefato aqui apresentado como resultado de um processo iterativo de validação e aprimoramento em contexto real de aplicação.

No presente estudo, o artefato educacional foi concebido não apenas como recurso didático, mas como dispositivo mediador da aprendizagem, estruturado para operacionalizar os pilares do PC-D — decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico — no ensino do SND. A operacionalização metodológica ocorreu por meio de ciclos iterativos de design, organizados em cinco etapas articuladas: (I) identificação do problema; (II) definição dos objetivos da solução; (III) projeto e desenvolvimento do artefato; (IV) demonstração e avaliação; e (V) refinamento e comunicação dos resultados.

Na etapa de identificação do problema, realizou-se levantamento diagnóstico sustentado por observações em sala, análise das produções dos estudantes e resultados da avaliação CNCA. Os dados evidenciaram dificuldades persistentes na compreensão do valor posicional, composição e decomposição numérica, além da predominância de práticas pedagógicas centradas na reprodução de algoritmos e memorização. A partir desse diagnóstico, definiram-se os objetivos da solução, centrados na elaboração de uma proposta pedagógica capaz de promover a compreensão conceitual do SND por meio da mobilização de processos cognitivos associados ao PC.

Na etapa de projeto e desenvolvimento, o artefato foi concebido a partir da articulação entre evidências produzidas no diagnóstico inicial, referenciais da Educação Matemática e fundamentos do Pensamento Computacional Desplugado. O processo de design envolveu sucessivas decisões pedagógicas relativas à seleção dos conceitos matemáticos prioritários, definição dos objetivos de aprendizagem, escolha de materiais manipulativos de baixo custo e organização progressiva das atividades. Cada atividade

foi planejada para mobilizar, de forma intencional, um ou mais pilares do Pensamento Computacional, preservando coerência entre os objetivos pedagógicos, as ações propostas aos estudantes e os processos cognitivos esperados. O design do artefato foi orientado por três eixos integradores: (i) fundamentos psicogenéticos (Piaget e Kamii), priorizando ação, abstração e construção do conhecimento; (ii) princípios da Educação Matemática (Lerner e Lorenzato), enfatizando resolução de problemas e uso intencional de materiais manipulativos; e (iii) pilares do PC-D (Wing e Brackmann). O artefato foi composto por cinco atividades principais — Que número é esse? (duas etapas), Desafio dos números, Jogando números na lousa e Contando meu dinheiro — estruturadas para mobilizar progressivamente habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, organização lógica e abstração.

A fase de demonstração consistiu na implementação do artefato em contexto real de sala de aula durante aulas regulares de Matemática. Cada intervenção foi organizada segundo uma sequência didática composta por: situação-problema inicial, exploração manipulativa, interação colaborativa, sistematização coletiva e reflexão final.

O processo avaliativo assumiu caráter formativo e processual, buscando identificar evidências de aprendizagem e refinamento do artefato. A avaliação não se restringiu aos resultados finais, mas considerou a evolução das estratégias dos estudantes, suas interações e a mobilização dos pilares do PC durante as atividades. Os resultados do primeiro ciclo subsidiaram ajustes relacionados ao nível de complexidade das tarefas, formas de mediação docente e organização dos materiais, originando um segundo ciclo de aplicação, caracterizado pelo refinamento e reaplicação do artefato. Essa lógica iterativa constituiu elemento central da DSR, permitindo transformar evidências empíricas em melhorias progressivas do design educacional.

A produção dos dados ocorreu por meio de triangulação metodológica, envolvendo observação direta das intervenções pedagógicas, registros sistemáticos em diário de campo da pesquisadora, produções escritas dos estudantes e registros fotográficos das atividades. As observações concentraram-se nas interações estabelecidas entre os participantes, nas estratégias de resolução mobilizadas e nas evidências de compreensão dos conceitos relacionados ao SND e aos pilares do PC. A articulação dessas diferentes fontes possibilitou ampliar a consistência analítica e reduzir vieses interpretativos. Os dados foram submetidos à análise qualitativa interpretativa, organizada a partir das categorias: construção conceitual do SND, estratégias de resolução de problemas, mobilização do PC e processos psicogenéticos.

Quanto ao rigor metodológico, adotaram-se estratégias voltadas à garantia da validade interna e externa do estudo. A validade interna foi assegurada pela coerência entre problema, referencial teórico, artefato e categorias analíticas, bem como pela observação prolongada e registro sistemático dos dados. A validade externa fundamenta-se na descrição detalhada do contexto, dos participantes, das etapas da intervenção e do artefato, possibilitando replicação e adaptação em contextos educacionais semelhantes.

Por fim, a etapa de comunicação materializa-se neste artigo, no qual são apresentados o processo de concepção, implementação e refinamento do artefato, bem como as evidências produzidas acerca do potencial do PC-D como abordagem estruturante para o ensino do SND, contribuindo para o avanço das pesquisas na interface entre Educação Matemática e Informática na Educação.

Cuidados Éticos

A pesquisa observou os princípios éticos aplicáveis às investigações educacionais, assegurando participação voluntária mediante consentimento dos responsáveis, anonimato dos participantes e tratamento agregado dos dados, preservando sua identificação individual.

Desenvolvimento do Artefato

O artefato educacional desenvolvido nesta pesquisa consiste em um conjunto estruturado de atividades didáticas fundamentadas no PC-D, voltadas ao ensino do SND para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental. Sua concepção está ancorada nos pressupostos da DSR, sendo projetado como uma solução pedagógica para as dificuldades identificadas na compreensão dos princípios estruturantes do SND, especialmente valor posicional, composição e decomposição numérica. A elaboração do artefato foi orientada por referenciais teóricos da Educação Matemática e por contribuições de propostas didáticas clássicas, com destaque para os trabalhos de Kamii (1990) e Soares (2009), cujas atividades foram selecionadas, adaptadas e reorganizadas à luz dos princípios do PC. O processo de design considerou critérios fundamentais, tais como: utilização de materiais manipulativos de baixo custo e fácil acesso, adequação às necessidades educacionais dos estudantes, incluindo aqueles em situação de inclusão, progressão gradual da complexidade das tarefas e diversificação das formas de interação, contemplando atividades individuais, em duplas e em grupos.

O desenvolvimento do artefato ocorreu de forma incremental ao longo dos ciclos da Design Science Research. A primeira versão foi estruturada a partir do diagnóstico das dificuldades de aprendizagem identificadas na escola investigada e dos referenciais teóricos adotados. Após sua aplicação inicial, os registros de observação, as produções dos estudantes e as reflexões da pesquisadora subsidiaram sucessivos refinamentos, envolvendo adequações nas instruções das atividades, reorganização da sequência didática, redistribuição do tempo pedagógico e ajustes nos materiais manipulativos. Dessa forma, a versão apresentada neste artigo corresponde ao resultado de um processo iterativo de desenvolvimento e validação em contexto real de ensino.

O conjunto é composto por cinco atividades principais, cada uma com objetivos específicos, mas convergentes em relação à promoção da compreensão do SND, ao desenvolvimento de habilidades do PC e alinhadas a BNCC. As atividades foram planejadas para serem aplicadas em aulas de Matemática com duração, utilizando materiais simples, como fichas coloridas, cartões numéricos e representações do sistema monetário, fornecidos pela pesquisadora. A primeira e a segunda atividades, intituladas “Que número é esse?”, estruturam-se em duas etapas complementares. Embora cada atividade possua objetivos específicos, todas foram organizadas para promover progressivamente a compreensão do Sistema de Numeração Decimal, articulando conceitos matemáticos, processos cognitivos do Pensamento Computacional e situações de resolução de problemas. Essa organização permite que o professor utilize o conjunto como uma sequência didática integrada ou adapte atividades específicas às necessidades de sua turma. Na primeira, os estudantes, organizados em grupos, utilizam fichas coloridas com valores previamente definidos para representar números, favorecendo a compreensão concreta do valor posicional. Na segunda etapa, os alunos passam a elaborar representações de forma individual, registrando suas hipóteses por meio de linguagem escrita e pictográfica. Essas atividades mobilizam habilidades como decomposição,

reconhecimento de padrões e construção de estratégias, ao mesmo tempo em que permitem à pesquisadora identificar concepções iniciais e modos de raciocínio dos estudantes.

A terceira atividade, denominada “Desafio dos números”, organiza-se como um jogo baseado na formação de números a partir de algarismos sorteados, com o objetivo de construir o maior valor possível. Essa proposta enfatiza a compreensão do valor posicional e do sistema de ordens, além de favorecer o desenvolvimento do raciocínio estratégico, da argumentação e da tomada de decisão. A dinâmica colaborativa permite observar a negociação de estratégias e a mobilização de conhecimentos matemáticos em contexto social.

Na quarta atividade, “Jogando números na lousa”, o foco recai sobre o cálculo mental e a organização de procedimentos. Os estudantes são desafiados a realizar operações sem o uso de registros convencionais, o que favorece a decomposição de números e a construção de estratégias pessoais de cálculo. Essa atividade possibilita a identificação de padrões de pensamento e a introdução explícita de elementos do PC, como sequenciação e organização lógica.

A quinta atividade, “Contando meu dinheiro”, utiliza representações do sistema monetário para propor a resolução de uma situação-problema que envolve a composição de valores. A manipulação de cédulas permite explorar, de forma contextualizada, os princípios do SND, ao mesmo tempo em que estimula a elaboração de estratégias baseadas em decomposição e agrupamento. Essa atividade também se configura como um momento de síntese, no qual os estudantes demonstram níveis mais avançados de compreensão e generalização. Em conjunto, as atividades que compõem o artefato articulam conceitos matemáticos e habilidades do PC, promovendo uma abordagem integrada e significativa da aprendizagem. Além de sua função pedagógica, o artefato desempenha papel central na validação da proposta investigativa, uma vez que sua aplicação em contexto real possibilitou observar sua efetividade, identificar limitações e realizar ajustes ao longo dos ciclos da DSR. Dessa forma, o artefato não se configura apenas como um produto didático, mas como uma contribuição científica e prática para o campo da Educação, ao evidenciar o potencial do PC-D como abordagem estruturante para o ensino do SND.

Resultados e Análises

A implementação do artefato educacional permitiu não apenas avaliar sua efetividade pedagógica, mas também produzir evidências sobre como a integração entre Pensamento Computacional Desplugado e Educação Matemática favorece a aprendizagem conceitual do Sistema de Numeração Decimal. Nesse sentido, os resultados apresentados ultrapassam a validação de uma sequência didática específica e oferecem subsídios para a construção de novas propostas pedagógicas fundamentadas nessa integração. Na avaliação diagnóstica e nas primeiras intervenções observou-se que parte dos estudantes apresentava dificuldades na compreensão do caráter posicional do SND, recorrendo principalmente à contagem unitária, somas sucessivas e reprodução de algoritmos. Ao longo das atividades desplugadas, verificou-se reorganização progressiva dessas estratégias, evidenciada pela capacidade de representar, decompor e reorganizar números utilizando diferentes registros e materiais manipulativos. À luz de Piaget, esse movimento indica que o conhecimento lógico-matemático resulta da coordenação progressiva das ações sobre os objetos. A manipulação de fichas, cartões numéricos e representações

monetárias favoreceu relações entre quantidade, agrupamento e valor posicional, conduzindo da abstração empírica à abstração reflexiva.

Para mensurar a mobilização dos pilares do PC apresentados na Tabela 1, realizou-se análise de frequência das produções escritas e dos registros de observação. Considerou-se um pilar mobilizado quando o estudante aplicava autonomamente a estratégia cognitiva correspondente, sendo o percentual calculado em relação ao total de participantes.

Tabela 1. Mobilização dos Pilares do Pensamento Computacional Desplugado

Pilar do Pensamento Computacional	Mobilização (%)	Descrição e Objetivos de Aprendizagem
Decomposição	70%	Fragmentação de problemas complexos em etapas menores e sequenciais para facilitar a resolução.
Reconhecimento de Padrões	66%	Identificação de regularidades e estruturas repetitivas, com ênfase no sistema de numeração decimal.
Pensamento Algorítmico	61%	Criação de sequências lógicas e descrições passo a passo para o controle da ação resolutiva.
Abstração	58%	Capacidade de sintetizar informações e generalizar estratégias para diferentes contextos.
Transferência de Aprendizado	58%	Mobilização da capacidade de aplicar estratégias generalizadas em contextos distintos.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Os resultados convergem com Brackmann (2017) e Gresele et al. (2023), evidenciando maior mobilização da Decomposição (70%), principal mecanismo cognitivo observado durante as atividades. Em consonância com Wing (2006), a fragmentação de problemas favoreceu a reorganização de estruturas numéricas. Sob a perspectiva piagetiana, esse processo representa coordenação de ações e reorganização cognitiva necessária à compreensão do sistema decimal, ultrapassando uma estratégia meramente procedimental. Entretanto, sob uma leitura psicogenética, a decomposição ultrapassa uma estratégia procedimental e assume caráter epistemológico. Ao decompor números, agrupar quantidades e reorganizar representações, os estudantes realizaram aquilo que Piaget denomina coordenação de ações, processo pelo qual operações inicialmente concretas passam a constituir estruturas internas de pensamento. Assim, a decomposição observada não corresponde apenas à divisão de tarefas, mas à reorganização cognitiva necessária para compreender a lógica do sistema decimal.

O Reconhecimento de Padrões (66%) destacou-se nas atividades sobre valor posicional, ordens e classes numéricas. Os estudantes passaram a identificar regularidades do sistema decimal, superando interpretações baseadas apenas na magnitude aparente dos números. Esse resultado converge com Kamii, para quem a construção do número depende do estabelecimento de relações lógico-matemáticas. As atividades colaborativas favoreceram o confronto de hipóteses e a reconstrução conceitual.

O Pensamento Algorítmico (61%) revelou-se associado à elaboração e organização de procedimentos próprios de resolução. Diferentemente da reprodução de algoritmos convencionais, os estudantes passaram a construir sequências operatórias pessoais, justificando escolhas e reorganizando estratégias conforme as demandas das atividades. Tal resultado aproxima-se das contribuições de Delia Lerner, ao evidenciar a superação de práticas centradas na execução mecânica em direção à elaboração autônoma

de procedimentos. A socialização das estratégias durante as atividades coletivas favoreceu processos argumentativos e ampliou a autonomia intelectual dos estudantes, deslocando-os da posição de executores para sujeitos ativos na construção do conhecimento.

Os pilares Abstração (58%) e Transferência da Aprendizagem (58%), embora apresentem percentuais inferiores, assumem especial relevância do ponto de vista epistemológico. Observou-se que parte dos estudantes conseguiu extrapolar as situações imediatas das atividades e aplicar estratégias construídas anteriormente em novos contextos matemáticos. Sob a ótica piagetiana, esse movimento representa níveis mais elaborados de abstração reflexiva, quando o sujeito não apenas executa ações, mas reorganiza internamente os esquemas produzidos, generalizando-os para diferentes situações. Do ponto de vista do PC, tal evidência indica que os estudantes não apenas desenvolveram habilidades específicas, mas passaram a mobilizar formas estruturadas de pensamento.

Os resultados também se aproximam do construcionismo de Papert ao evidenciar aprendizagem baseada na manipulação, experimentação e resolução de problemas significativos, transformando conceitos abstratos do SND em objetos concretos de ação.

No âmbito da Informática na Educação, os achados reforçam que o PC-D não deve ser compreendido apenas como alternativa metodológica em contextos sem recursos tecnológicos, mas como abordagem estruturante para o desenvolvimento cognitivo. Os dados sugerem que os pilares do PC funcionaram como mediadores da construção do conhecimento matemático, favorecendo processos de abstração, autonomia e reorganização conceitual. Embora os dados quantitativos permitam identificar a frequência de mobilização dos pilares do PC-D, a compreensão dos efeitos educacionais produzidos pela intervenção demandou uma análise qualitativa interpretativa. Essa análise articulou evidências empíricas, categorias analíticas previamente definidas e referenciais da Educação Matemática, da Psicogênese e da Computação na Educação, permitindo interpretar não apenas os resultados de aprendizagem, mas também os processos cognitivos subjacentes à construção do conhecimento matemático. O Quadro 1 a seguir, sintetiza as categorias analíticas, os indicadores observados, as evidências identificadas e suas interpretações teóricas.

Quadro 1 – Síntese da análise qualitativa interpretativa das categorias analíticas

Construção conceitual do SND	Valor posicional; leitura, escrita e representação numérica	Observou-se progressão da contagem unitária para agrupamentos e reorganização numérica, evidenciando compreensão relacional do SND e reorganização das estruturas lógico-matemáticas.	Piaget; Kamii; Lerner e Sadovsky	Decomposição (70%); reconhecimento de padrões (66%)
Estratégias de resolução de problemas	Elaboração de estratégias; autonomia; reorganização de procedimentos	Houve redução de procedimentos mecânicos e ampliação do uso de estratégias próprias, justificativas e tomada de decisão durante as atividades colaborativas.	Lerner; Papert; Lorenzato	Pensamento algorítmico (61%); transferência (58%)
Mobilização do Pensamento Computacional	Decomposição; reconhecimento de padrões; abstração; pensamento algorítmico	Verificou-se fragmentação de problemas, identificação de regularidades e generalização de estratégias, indicando o PC-D como mediador cognitivo da aprendizagem matemática.	Wing; Brackmann; Papert	Decomposição (70%); padrões (66%); pensamento algorítmico (61%); abstração (58%)

Processos psicogenéticos	Abstração empírica e reflexiva; autonomia cognitiva	Observou-se transição progressiva da manipulação concreta para níveis mais elaborados de abstração, com antecipação de respostas e transferência de estratégias.	Piaget; Kamii; Grando	Evidências de abstração e transferência (58%)
Inclusão e engajamento	Participação; colaboração; acessibilidade	As práticas manipulativas e colaborativas favoreceram participação, interação e acessibilidade pedagógica, incluindo estudantes neurodiversos.	Educação Inclusiva; BNCC; Normas sobre Computação	Participação observada nas atividades coletivas

Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa (2026).

Dessa forma, a análise evidencia que a articulação entre Educação Matemática, perspectivas psicogenéticas e PC-D produziu um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes desenvolveram não apenas conteúdos matemáticos, mas modos estruturados de pensar e resolver problemas. Tal constatação fortalece o potencial do PC-D como eixo integrador entre Matemática e Computação, ampliando contribuições para o campo da Informática na Educação e reforçando sua pertinência no contexto das políticas curriculares contemporâneas.

Contribuições

Esta pesquisa contribui para a Educação Matemática e para a Informática na Educação ao apresentar um artefato educacional concebido, refinado e validado por meio da DSR, fundamentado na integração entre PC-D e SND. Diferentemente de propostas que utilizam atividades desplugadas de forma pontual, o estudo estrutura um conjunto de atividades organizado a partir dos pilares do PC, produzindo evidências empíricas sobre sua efetividade na promoção da compreensão conceitual do sistema decimal. No campo da Informática na Educação, o estudo amplia as possibilidades de integração entre Matemática e Computação ao demonstrar que habilidades associadas ao PC decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico podem ser mobilizadas por meio de práticas desplugadas, acessíveis e inclusivas, desenvolvidas sem dependência de recursos tecnológicos digitais. Tal perspectiva mostra-se alinhada às orientações da BNCC e às Normas sobre Computação na Educação Básica, contribuindo para a inserção do PC nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir de situações concretas e contextualizadas.

Do ponto de vista metodológico, destaca-se a utilização da DSR como fundamento para a concepção, aplicação, refinamento e validação do artefato educacional, articulando produção de conhecimento científico e intervenção pedagógica em contexto real. Os ciclos iterativos da DSR permitiram que o conjunto de atividades fosse planejado, aplicado, avaliado e aprimorado continuamente, incorporando evidências produzidas durante as intervenções e consolidando o artefato como resultado de um processo sistemático de desenvolvimento e validação. Além disso, o artefato educacional desenvolvido apresenta potencial de replicação e escalabilidade em diferentes contextos da educação pública, por utilizar materiais manipuláveis de baixo custo, estratégias pedagógicas adaptáveis e práticas desplugadas passíveis de implementação em distintas realidades escolares. Sua ampliação para outros contextos educacionais, entretanto, demanda processos de formação e capacitação das equipes docentes, favorecendo a apropriação dos fundamentos do PC e sua integração às práticas pedagógicas. Nesse sentido, o estudo oferece subsídios teórico-metodológicos não apenas para futuras

investigações na interface entre Educação Matemática e Computação, mas também para ações formativas e processos de implementação voltados à inovação pedagógica e à disseminação da proposta em diferentes redes de ensino.

Além da contribuição prática representada pelo artefato educacional, o estudo oferece uma contribuição metodológica ao demonstrar como a DSR pode orientar de forma sistemática o desenvolvimento, o refinamento e a validação de soluções pedagógicas em contextos reais. As evidências produzidas ampliam o diálogo entre Educação Matemática e Computação na Educação e podem subsidiar futuras pesquisas, processos formativos e iniciativas de inovação pedagógica voltadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Conclusão

A pesquisa evidenciou o potencial do PC-D como abordagem estruturante para o ensino do SND nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O artefato educacional desenvolvido e validado por meio da DSR favoreceu a compreensão do valor posicional, da composição numérica e da elaboração de estratégias mais autônomas de resolução de problemas, ao mesmo tempo em que promoveu a mobilização de habilidades do PC, especialmente decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e pensamento algorítmico. Os resultados reforçam a articulação entre Educação Matemática e Computação na Educação, ao demonstrar que práticas desplugadas e mediadas por materiais manipulativos podem favorecer aprendizagens matemáticas significativas, acessíveis e inclusivas, ampliando possibilidades de integração entre Matemática e Computação sem dependência de recursos digitais.

Do ponto de vista metodológico, a DSR mostrou-se adequada ao desenvolvimento, refinamento e validação do artefato, permitindo articular investigação científica e intervenção pedagógica em contexto real. Contudo, a pesquisa apresenta limitações relacionadas ao recorte contextual, ao número restrito de participantes, à realização em uma única unidade escolar e ao tempo de aplicação, aspectos que limitam a generalização dos resultados e indicam a necessidade de ampliação das investigações.

Os resultados obtidos indicam que o artefato educacional contribuiu para minimizar dificuldades frequentemente associadas à aprendizagem do SND, especialmente aquelas relacionadas à compreensão do valor posicional, à composição e decomposição de números e à interpretação das relações entre unidades, dezenas e centenas. A articulação entre atividades desplugadas, materiais manipulativos e os pilares do PC favoreceu a explicitação de regularidades, a organização de estratégias de resolução e a construção gradual de significados para os conceitos trabalhados. Nesse sentido, os avanços observados nas produções dos estudantes e nas interações registradas durante as intervenções sugerem que o artefato constituiu uma alternativa promissora para enfrentar obstáculos conceituais historicamente identificados no ensino do SND.

Como desdobramentos futuros, recomenda-se a aplicação do artefato em diferentes contextos educacionais e níveis de ensino, bem como estudos voltados à formação docente, inclusão escolar e integração entre Educação Matemática e Computação, ampliando evidências sobre o potencial do PC-D na Educação Básica.

Declaração do uso da Inteligência Artificial

Os autores declaram o uso das ferramentas OpenAI ChatGPT e NotebookLM (Google) como apoio à revisão linguística, organização textual e análise de documentos. Seu uso foi complementar ao processo de escrita científica, sem substituição da autoria intelectual ou da análise crítica. Os autores assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do manuscrito, em conformidade com os princípios éticos e o Código de Conduta da Sociedade Brasileira de Computação.

Disponibilidade de Artefatos

O Artefato desenvolvido no âmbito desta pesquisa será disponibilizado em repositório de acesso aberto após a conclusão do processo de avaliação do artigo, de modo a preservar a anonimização exigida pela revisão duplo-cega.

Referenciais

- [BERTI, N. M.; CARVALHO, M. A. B. 2007] *Erro e estratégias do aluno na matemática: Contribuições para o processo avaliativo*. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2007. Curitiba: SEED/PR., 2007. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/496-4.pdf>. Acesso em 20 set. 2025. ISBN 978-85-8015-037-7.
- [BRACKMANN, Christian Puhlmann., 2017] *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplugadas na Educação Básica*. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2017. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 08 out. 2025.
- [BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.] Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_s_ite.pdf. Acesso em: 18 abr. 2026.
- [BRASIL. Decreto nº 11.556, de 12 de junho de 2023]. Institui o Compromisso Nacional Criança Alfabetizada. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 13 jun. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br>. Acesso em: 18 abr. 2026.
- [BRASIL. Lei nº 15.388, de 14 de abril de 2026]. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE). *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 15 abr. 2026. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2026/lei/L15388.htm. Acesso em: 18 abr. 2026.
- [BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CNE/CEB nº 2, de 17 de fevereiro de 2022.] Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br>. Acesso em: 18 abr. 2026.

- [DRESCH, A. et al., 2015] *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. 1ª ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- [GRESELE, Ana Luiza Pecinato; REICHERT, Janice Teresinha; KIST, Milton., 2023] *Pensamento Computacional e Matemática na Educação Básica: uma abordagem para as transformações de base decimal para a base binária*. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 29. , 2023, Passo Fundo/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 43-53. DOI: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.233463>.
- [KAMII, C. , 1990] *A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos*. 2ª ed. Campinas: Papirus, 1990.
- [LERNER, D.; SADOVSKY, P. , 1996] *O sistema de numeração: um problema didático*. In: PARRA, Cecília; SAIZ, Irma (org.). *Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 73-155.
- [LORENZATO, S., 2006] *Educação Infantil e percepção matemática*. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.
- [MORAN, J. M., 2000] *Mudar a forma de ensinar e aprender com tecnologias*. In: *Interações*, n. 9, p. 57-72, 2000.
- [PAPERT, Seymour., 1980] *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980.
- [PIAGET, J., 1995] *Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais*. Porto Alegre: Artmed, 1995.
- [SOARES, E. S., 2009] *Ensinar Matemática: desafios e possibilidades*. Dimensão, Belo Horizonte, 1ª ed., 2009.
- [WING, Jeanette Marie., 2006] *Computational Thinking*. In: *Communications of ACM*, v. 49, n. 3, p. 33- 36, 2006.