

Representando a BNCC Computação por meio de suas Competências e Grafos de Conhecimento

Rosiane da Silva Sangali, Maria Claudia Silva Boeres, Camila Zacche de Aguiar

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Vitória – ES – Brasil

rosiane.sangali@edu.ufes.br, {maria.boeres, camila.z.aguiar}@ufes.br

Abstract. *The National Common Curricular Base (BNCC) is organized around ten general competencies aimed at the integral formation of students. This study proposes the use of knowledge graphs to represent and analyze the relationships between these competencies, the competencies of BNCC Computing, and the global dimensions. In the graph, competencies are represented as nodes and the dimensions as edges. The analysis highlights Computing as a transversal area contributing to a systemic view of education. Competencies are articulated through multiple dimensions. The graphical representation enhances the understanding of pedagogical connections and supports lesson planning.*

Keywords: Knowledge Graph; BNCC; Competency; Dimensions.

Resumo. *A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) organiza-se em dez competências gerais voltadas à formação integral dos estudantes. Este trabalho propõe o uso de grafos de conhecimento para representar e analisar as relações entre essas competências com as competências da BNCC Computação e as dimensões globais. No grafo, competências são nós e as dimensões aparecem como arestas. A análise destaca a Computação, como área transversal, contribuindo para uma visão sistêmica da educação. As competências se articulam mediadas por múltiplas dimensões. A representação gráfica favorece a compreensão das conexões pedagógicas e apoia o planejamento de aulas.*

Palavras-Chave: Grafo de Conhecimento; BNCC; Competência; Dimensões.

1. Introdução

O ensino por competências [Fernandes Filho et al. 2025] tem se consolidado como uma abordagem fundamental para a educação contemporânea. Ao priorizar não apenas a aquisição de conteúdos, mas o desenvolvimento de capacidades que permitam aos estudantes atuar de forma crítica, criativa e ética em diferentes contextos da vida pessoal, social e profissional. Nesse cenário, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe uma formação centrada no desenvolvimento de competências, superando a fragmentação tradicional do conhecimento e marcando a discussão pedagógica e social das últimas décadas. Isso significa que, mais do que transmitir conteúdos isolados, é necessário promover a formação integral dos estudantes, articulando conhecimentos, habilidades, atitudes e valores [Brasil 2017].

A BNCC enfatiza não apenas o que os alunos devem aprender, mas também como devem aplicar esse aprendizado em situações concretas — seja na vida cotidiana, no exercício da cidadania ou em contextos profissionais. Dessa forma, a definição clara

das competências gerais e específicas funciona como um referencial para a garantia das aprendizagens essenciais ao longo da Educação Básica.

A BNCC destaca a importância da **integração do Pensamento Computacional (PC)** e suas dimensões (pilares) – abstração, decomposição, reconhecimento de padrões, algoritmos e depuração, como ferramenta cognitiva transversal à Educação, aplicável a diferentes componentes curriculares [Wing 2006, Selby 2013]. O PC potencializa o desenvolvimento das competências da BNCC, ampliando a capacidade dos estudantes de resolver problemas, criar soluções, colaborar e comunicar-se com eficácia em contextos mediados por tecnologias digitais. As aprendizagens definidas como essenciais na BNCC devem contribuir para o desenvolvimento das dez competências gerais, que se articulam na construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores [BNCC 2018].

No contexto da BNCC, o Pensamento Computacional atua como mediador da aprendizagem e potencializador das dez competências gerais, especialmente aquelas ligadas ao desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade, da comunicação e da resolução de problemas [BNCC 2018]. Ao estimular processos mentais sistemáticos e a criação de soluções com o apoio de tecnologias digitais, o PC promove habilidades de colaboração, argumentação e tomada de decisão crítica, alinhando-se à demanda por uma educação integral e conectada à cultura digital [Valente 2017, Moran 2018].

A integração da computação ao currículo proporciona aos estudantes a capacidade de agir de forma ativa e autônoma em ambientes digitais, desenvolvendo competências relacionadas tanto à tecnologia quanto à cidadania digital. Essa perspectiva amplia o papel da computação na escola, aproximando-a de outras áreas do conhecimento e incentivando práticas pedagógicas inovadoras, baseadas em projetos, resolução de problemas reais e trabalho colaborativo [Brennan and Resnick 2012, Resnick et al. 2009].

No entanto, a implementação da BNCC e da BNCC Computação impõe desafios aos docentes, especialmente no que diz respeito à adaptação de suas práticas pedagógicas. A compreensão e aplicação das dez competências gerais ainda representam um desafio para muitos profissionais da educação, especialmente pela ausência de instrumentos visuais e analíticos que permitam compreender suas inter-relações e traduzir sua proposta em práticas pedagógicas integradas [Rodrigues et al. 2023]. A necessidade de adotar uma abordagem interdisciplinar e voltada ao desenvolvimento de competências implica não só a reformulação dos planos de ensino, mas também a ampliação do repertório de conhecimentos e habilidades dos professores [Pereira et al. 2021, p. 40]. Além disso, introduzir computação nos currículos de todas as redes escolares do Brasil é um grande desafio. Neste contexto, este trabalho busca oferecer um modelo interpretativo e prático que integre as competências gerais da BNCC às competências da computação, por meio das dimensões, que incluem os pilares do PC em uma representação visual acessível e funcional na forma de um **grafo de conhecimento**.

O grafo de conhecimento é uma estrutura que permite visualizar, analisar e inferir relações implícitas entre os elementos da rede. Nos grafos de conhecimento, os dados são organizados como um conjunto de nós (entidades ou classes) e arestas (relacionamentos), desempenhando um papel essencial na organização e conexão de dados, permitindo uma exploração eficiente e uma compreensão aprofundada das informações. Dado que

as competências gerais constituem uma rede interligada de saberes, atitudes e valores que se complementam e se fortalecem mutuamente, compreender essas conexões é essencial para que educadores possam planejar práticas pedagógicas coerentes, integradas e contextualizadas, favorecendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento integral dos estudantes. Assim, através dessa representação, torna-se possível identificar núcleos de competências mais centrais, padrões de interdependência e caminhos formativos que podem orientar o planejamento curricular e pedagógico de forma mais estratégica e fundamentada.

Este artigo está estruturado da seguinte maneira. A Seção 2 discute os trabalhos correlatos. A Seção 3 traz a metodologia do trabalho detalhando a formalização necessária, de acordo com os conceitos de Teoria dos Grafos, para a construção do grafo de conhecimento. A Seção 4 apresenta e analisa os resultados alcançados. Por fim, a Seção 5 sintetiza as considerações finais e aponta direções para trabalhos futuros.

2. Trabalhos Correlatos

A homologação da BNCC em 2017 tem impulsionado uma série de pesquisas que investigam como integrar efetivamente o pensamento computacional às práticas pedagógicas nas escolas. Os estudos abordam desde a formação inicial e continuada de professores até a aplicação de metodologias ativas e ferramentas.

O artigo de [Mazarin 2023], apresenta uma abordagem prática e acessível sobre as competências gerais da BNCC, enfatizando estratégias pedagógicas para sua efetiva aplicação no contexto escolar. Inicialmente, o autor define competência como a capacidade de mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores (modelo CHÁ) para solucionar situações cotidianas. Destaca-se o objetivo da BNCC de promover uma educação integral que favoreça o desenvolvimento humano pleno. Cada competência é detalhada com sugestões concretas para sua implementação nas diversas áreas do conhecimento, abrangendo práticas como incentivo à pesquisa, resolução de problemas, valorização da diversidade cultural, uso ético e criativo das tecnologias, promoção da autonomia, empatia, argumentação, autoconhecimento e responsabilidade social.

O trabalho de [Gonçalves and Deitos 2020], oferece uma análise crítica das competências da BNCC, ressaltando seu alinhamento a diretrizes internacionais e ao ideário neoliberal. A BNCC é vista como um instrumento para formar indivíduos flexíveis e produtivos segundo a lógica do capital humano, reproduzindo o status quo. O artigo convida à reflexão crítica sobre os impactos das reformas educacionais de orientação global nos currículos nacionais, destacando a necessidade de problematizar os objetivos formativos impostos por essa lógica e suas consequências para a educação pública brasileira.

A análise dos trabalhos relacionados indica que a literatura ainda apresenta uma abordagem limitada quanto à construção de uma visão sistêmica e articulada das competências gerais da BNCC, aspecto que se mostra potencialmente relevante para fundamentar práticas pedagógicas mais coerentes, intencionais e contextualizadas no cotidiano escolar. Nesse sentido, identificamos que os grafos de conhecimento têm sido aplicados em diferentes contextos, a fim de permitir o desenvolvimento de serviços mais especializados e proporcionar uma visão mais ampla para a tomada de decisão [da Costa et al. 2022]. Na educação, o uso de grafos de conhecimento para representar dados educacionais é uma abordagem cada vez mais explorada por envolver uma ampla variedade de dados

complexos e inter-relacionados.

O estudo de [Silva et al. 2024] propõe o EB Tutor, um Sistema Tutor Inteligente (STI) baseado em grafos de conhecimento e árvores de decisão para apoiar a Aprendizagem Baseada em Competências (AC) no Exército Brasileiro. Desenvolvido como plugin integrado ao ambiente virtual EBAula (Moodle), o sistema fornece *feedbacks* personalizados sobre conhecimentos e habilidades. A partir de um estudo pilotoc com 20 sargentos, concluiu-se que o STI otimiza o tempo de estudo e melhora resultados na educação militar, com perspectivas de inclusão da dimensão "Atitudes" e novos estudos para validação estatística robusta.

O trabalho de [Aytekin et al. 2024], propõe um *Educational Knowledge Graph* (ECG) no qual os conceitos são conectados por relações de pré-requisitos, a fim de facilitar os caminhos de aprendizagem por meio de uma representação visual do domínio de aprendizagem e de caminhos alternativos de aprendizagem. Experimentos conduzidos em um conjunto de dados de uma plataforma educacional demonstraram que alunos que estudam pares de conceitos em uma ordem de pré-requisitos têm uma taxa geral de sucesso melhor, indicando que os ECGs podem melhorar os resultados de aprendizagem na educação.

O artigo de [Qu et al. 2024] apresenta um survey sobre grafos de conhecimento para a educação, analisando 48 publicações entre os anos de 2011 e 2023. Os principais achados revelam que o uso de grafos educacionais cresceu de forma acentuada a partir de 2018 e que a maioria das pesquisas são focadas em ensino superior, principalmente das áreas de Ciência da Computação, Matemática e Engenharia. Além disso, observou-se que os objetivos mais frequentes incluíram o aprimoramento da representação do conhecimento e o fornecimento de recomendações de aprendizagem pessoal, sendo as instruções de conceitos e recomendações educacionais as aplicações mais comuns.

Tabela 1. Comparativo entre trabalhos relacionados e a abordagem proposta

Referência	Objetivo / Tema Central	Contribuições Principais
Mazarin (2023)	Competências gerais da BNCC e estratégias pedagógicas (modelo CHÁ)	Detalha mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores; oferece sugestões práticas de implementação nas áreas do conhecimento
Gonçalves & Deitos (2020)	Análise crítica das competências da BNCC sob perspectiva neoliberal	Reflete sobre alinhamento com diretrizes globais, ideologia do capital humano, consequências para a educação pública
Silva et al. (2024)	Uso de grafos de conhecimento e árvores de decisão em um STI (plugin Moodle) no Exército Brasileiro	Oferece feedback personalizado, otimização do tempo de estudo, melhora nos resultados militares; plano para incluir "Atitudes"
Aytekin et al. (2024)	Representação de pré-requisitos entre conceitos p/ visualização de roteiros de aprendizagem	Melhor desempenho em aprendizagem quando seguidos caminhos de pré-requisitos
Qu et al. (2024)	Panorama sobre o uso de grafos educacionais na literatura (2011–2023)	Identifica foco no ensino superior e áreas exatas, objetivos de representação e recomendações personalizadas
Abordagem proposta	Representar competências gerais da BNCC e Competências de Computação em grafos de conhecimento integrado pelas dimensões globais	Criação de um modelo sistêmico e interligado das competências; suporte a visualizações semânticas, caminhos de aprendizagem, recomendações e integração docente-discente

Embora nenhum dos estudos apresentados envolvendo grafos de conhecimento faça uso direto das competências da BNCC, todos trazem ferramentas extremamente promissoras para mapear competências (pré-requisitos) num grafo, reforçar trajetórias de aprendizado ao longo de anos/disciplinas e auxiliar professores e estudantes com visualizações semânticas e recomendações customizadas. Portanto, não observamos na literatura o uso de grafos de conhecimento para representar informações relacionadas à BNCC, no que se refere às competências gerais da BNCC e às competências da BNCC de Computa-

ção, foco desta pesquisa.

3. Metodologia

Este trabalho tem como propósito identificar a integração entre as competências propostas no documento BNCC Computação e as competências gerais da BNCC disponível de maneira resumida na Tabela 2¹, por meio das dimensões globais da educação, que ajudam a estruturar as competências que contribuem para a formação e o desenvolvimento humano integral. A BNCC faz menção a 7 dimensões globais: intelectual, simbólica e física, que dizem respeito à mobilização dos conhecimentos, além de afetiva, social, ética e moral, que dizem respeito às atitudes e valores do cidadão.

3.1. Metodologia de Construção dos Grafos

A criação dos grafos foi conduzida em etapas sequenciais conforme a Figura 1. Inicialmente, realizou-se a **coleta e organização dos dados** a partir dos documentos oficiais da BNCC e da BNCC Computação, identificando as competências gerais (CG), as competências de Computação (CC) e as dimensões globais. Em seguida, ocorreu a **definição da estrutura do grafo**, considerando os vértices correspondentes às competências e as arestas orientadas e rotuladas pelas dimensões. Posteriormente, foram estabelecidos os **critérios de conexão**, baseados no alinhamento semântico, na correspondência de objetivos educacionais e na complementaridade das dimensões formativas. Após essa etapa, procedeu-se à **construção dos grafos**, contemplando as três etapas da Educação Básica: Educação Infantil (GCEI), Ensino Fundamental (GCEF) e Ensino Médio (GCEM). Na sequência, realizou-se a **visualização e representação dos grafos** Construídos para cada etapa da Educação Básica. Por fim, conduziu-se a **análise estrutural**, considerando sua interpretação pedagógica, com vistas a apoiar o planejamento curricular, a integração interdisciplinar, a personalização de trilhas de aprendizagem e a formação docente.

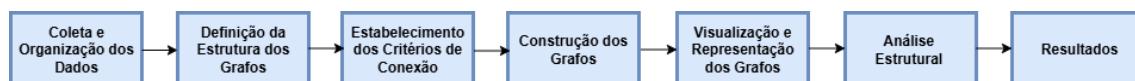


Figura 1. Metodologia de Construção dos Grafos

As dez competências gerais estabelecidas na BNCC orientam a formação integral dos estudantes da Educação Básica, articulam conhecimentos, habilidades, atitudes e valores indispensáveis à cidadania, ao exercício da autonomia e à atuação no mundo contemporâneo [Brasil 2017]. No campo da Computação, o documento BNCC Computação [BNCC 2022], complementar à BNCC, é considerado referência para a implantação de um currículo nacional de computação, visando promover uma alfabetização computacional a ser adotada de forma transversal, desde o Ensino Infantil até o Médio. O documento propõe uma organização do currículo em três eixos estruturantes: **Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital**, cujos conteúdos e práticas são desenvolvidos em todas as etapas da Educação Básica. Cada eixo contempla habilidades específicas que integram o currículo da BNCC Computação, visando desenvolver autonomia tecnológica, criticidade e a capacidade de criar soluções para problemas, com responsabilidade social.

¹As competências gerais da BNCC Computação, assim como as competências gerais, estão disponíveis na planilha <https://figshare.com/s/387e83cc8c28b500759e>

Tabela 2. Competências Gerais da BNCC e Competências da BNCC Computação

Competências da BNCC Competências Gerais		Competências da BNCC Computação por etapa		
		Educação Infantil	Ensino Fundamental	Ensino Médio
1. Conhecimento	6. Trabalho e projeto	1. Reconhecer padrões	1. Compreender	1. Compreender limites
2. Pensamento crítico e científico	de vida	2. Interagir com artefatos digitais	2. criticamente	2. Analisar segurança
3. Repertório cultural	7. Argumentação	3. Criar algoritmos	3. Analisar impactos	3. Aplicar técnicas
4. Comunicação	8. Autoconhecimento e autocuidado	4. Decompor	4. Criar soluções	4. Criar artefatos
5. Cultura digital	9. Empatia e cooperação	problemas	5. Avaliar processos	5. Projetos sociais
	10. Responsabilidade e cidadania		6. Desenvolver	6. Expressão fluente
			7. Agir com responsabilidade	7. Atuar éticamente

Fonte: Adaptada da [Brasil 2017, BNCC 2022]

Neste trabalho, definimos um **grafo de conhecimento** para representação das relações entre as competências definidas na BNCC e na BNCC Computação, permitindo identificar alinhamentos conceituais da educação básica e os resultados de aprendizagem esperados no ensino de Computação para cada uma de suas etapas, atingindo as dimensões necessárias a serem desenvolvidas pelos estudantes. Um dos aspectos poderosos dos grafos de conhecimento é a capacidade de consultar e percorrer as relações entre as entidades para extrair informações relevantes ou inferir novos conhecimentos.

O objetivo principal da proposta dessa representação é apoiar o planejamento pedagógico de profissionais da educação. Ao articular fundamentos teóricos e práticas pedagógicas, a proposta visa promover uma integração curricular mais consistente, potencializando o desenvolvimento de habilidades relacionadas à computação e contribuindo para a formação integral dos estudantes.

3.2. Modelagem entre competências e dimensões educacionais por meio de Grafos de Conhecimento

Assim, considere a estrutura $GC = (CC \cup CG, A)$ um grafo de conhecimento, $CC = \{cc_1, \dots, cc_p\}$ e $CG = \{cg_1, \dots, cg_{10}\}$, respectivamente, os conjuntos das p competências definidas no documento BNCC Computação e das 10 competências gerais definidas na BNCC e $D = \{\text{intelectual, física, afetiva, social, ética, moral, simbólica}\}$, o conjunto das dimensões mencionadas na BNCC. O conjunto de vértices (ou entidades) de GC é formado pela união dos conjuntos de competências CC e CG . As relações entre as entidades são definidas pelo conjunto $A = \{(x, y, d) | x \in CC, y \in CG, d \in D\}$. Desta forma, uma ligação (ou arco) de GC liga uma competência $x \in CC$ à competência geral $y \in CG$ e é rotulado pelo valor $d \in D$.

Um grafo bipartido caracteriza-se por ter seu conjunto de vértices V dividido em duas partições X e Y , ou seja, $X \cap Y = \emptyset$ e $X \cup Y = V$ e ligações apenas entre vértices de partições distintas. Um grafo é orientado, se as ligações dele são arcos e é rotulado, se há rótulos ou valores associados às ligações e/ou aos vértices. O grafo GC é bipartido, formado pelas partições CC e CG , orientado, com arcos no sentido $CC \rightarrow CG$ e rotulado – seus arcos possuem rótulos referentes às dimensões globais reunidas no conjunto D . Desta forma, cada arco expressa uma relação direta, indicando quais competências gerais são mobilizadas ou desenvolvidas a partir do exercício das competências computacionais, à luz das dimensões formativas envolvidas que refletem os aspectos do desenvolvimento

humano impactados pela relação entre as competências. Um par de vértices $(x, y), x \in CC, y \in CG$ pode estar ligado por múltiplos arcos na mesma direção, cada um rotulado por uma dimensão diferente, garantindo a granularidade da representação. Os critérios para estabelecer as conexões consideraram o alinhamento temático, a correspondência de objetivos educacionais e a complementaridade no desenvolvimento das dimensões.

A estruturação do grafo de conhecimento fundamenta-se em um processo metodológico que estabelece suas ligações a partir da análise semântica das relações entre as competências. Especificamente, cada arco no grafo foi definido com base na semântica dos relacionamentos entre as competências da BNCC Computação e as competências gerais da BNCC, mediadas pelas dimensões formativas. Este mapeamento foi cuidadosamente documentado e justificado, assim como a imagem ampliada dos grafos, disponibilizada em uma planilha de apoio², na qual cada correlação está registrada. Dessa forma, garante-se que cada aresta represente uma relação pedagógica pertinente e de significado explícito, refletindo como o desenvolvimento de uma competência computacional mobiliza uma competência geral por meio de uma ou mais dimensões globais.

O objetivo dessa representação é facilitar a identificação das relações das competências da BNCC Computação com as competências gerais da BNCC, sob a perspectiva das dimensões globais da educação. O grafo de conhecimento GC (Figura 2) foi aplicado às três etapas da Educação Básica – Educação Infantil³, Ensino Fundamental e Ensino Médio, gerando os grafos GC_{EI} (Figura 2a), GC_{EF} (Figura 2b) e GC_{EM} (Figura 2c), respectivamente, com $p = 4$, $p = 7$ e $p = 7$ vértices referentes às competências da Computação. As cores diferentes atribuídas aos vértices dos grafos indicam as partições às quais eles pertencem. Os vértices em verde representam as competências da BNCC Computação, enquanto os azuis, as competências gerais.

A aplicação do grafo de conhecimento no contexto educacional oferece uma visão sistemática e integrada do currículo, subsidiando o planejamento pedagógico e a personalização de trilhas de aprendizagem. Por meio de sua exploração, os docentes podem visualizar relações entre competências, promovendo abordagens interdisciplinares que articulam a Computação com as competências gerais e por áreas do conhecimento. A navegação no grafo permite iniciar a análise a partir de uma competência da BNCC Computação, explorando suas conexões com as competências gerais⁴.

4. Resultados

Esta seção apresenta uma análise dos grafos de conhecimento GC apresentados na seção anterior, ilustrados na Figura 2. Esses grafos foram elaborados para representar de forma visual e sistemática como as competências de Computação e seus respectivos eixos da BNCC Computação se articulam transversalmente com as competências gerais, contribuindo para o desenvolvimento integral dos estudantes.

A análise dos grafos GC_{EI} (Figura 2a), GC_{EF} (Figura 2b) e GC_{EM} (Figura 2c),

²As imagens ampliadas estão disponíveis na planilha <https://figshare.com/s/387e83cc8c28b500759e>

³Na BNCC Computação, o termo utilizado para se referir à competência, na etapa da Educação Infantil, é premissa.

⁴Todas as conexões estão detalhadas na planilha <https://figshare.com/s/387e83cc8c28b500759e>, incluindo as justificativas.

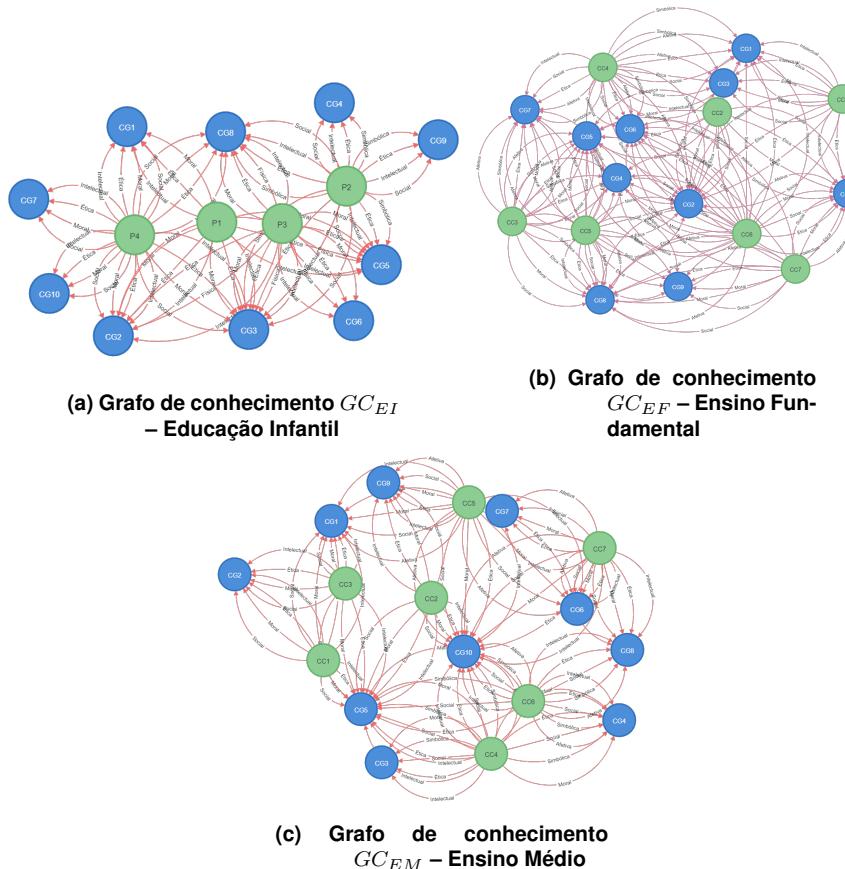


Figura 2. Grafos de Conhecimento da Educação Básica

desenvolvidos para cada etapa da Educação Básica, revela padrões distintos de articulação curricular ao longo da trajetória educacional.

4.1. O grafo GC_{EI} – Educação Infantil

A partir da análise do grafo de conhecimento GC_{EI} , conforme a Figura 2a, observou-se uma forte ênfase na mobilização de competências gerais relacionadas à expressão simbólica, interação social e pensamento criativo, refletindo o caráter lúdico e exploratório da introdução à Computação na Educação Infantil.

O grafo GC_{EI} é uma estrutura composta por 14 vértices ($|CC| + |CG| = 4 + 10 = 14$) e $A = 76$ arcos. Neste grafo, as quatro competências específicas da computação são identificadas como premissas (P_1 a P_4), por ser assim definido no documento BNCC Computação, quando se trata da Educação Infantil. Os arcos do grafo são todos rotulados por um único tipo de relacionamento, que indica a dimensão global que conecta uma premissa à competência geral, ou seja, o rótulo equivale a um elemento do conjunto D definido na seção anterior.

Como propriedades da estrutura do grafo a serem analisadas, destacamos os graus de entrada e de saída dos vértices. O *grau de entrada* de um vértice no grafo é dado pelo número de arcos que chegam a ele. Já o *grau de saída* é dado pelo número de arcos que saem do vértice. A partir da definição do grafo, podemos afirmar que todos os vértices do conjunto CG são receptores de conexões (grau de entrada maior que zero e grau de saída

igual a zero), e os vértices do conjunto P , são fontes de conexões (grau de entrada igual a zero e grau de saída maior que zero), reforçando o papel das premissas como elementos originadores das relações formativas.

Desta forma, ao observarmos o grafo G_{EI} , podemos inferir que os vértices P_1 , P_2 , P_3 e P_4 são bem conectados, com graus de saída de 12, 20, 20 e 24, respectivamente. Isso reflete a multiplicidade das dimensões formativas associadas a cada premissa e seu papel estruturante no grafo. Entre as competências gerais, os vértices CG_2 , com grau de entrada 11, CG_5 , também com 11, CG_8 (com 12) e CG_3 , com grau de entrada 15, são aqueles com os maiores graus de entrada, evidenciando uma maior centralidade destas competências no processo de mobilização das dimensões formativas. Essas competências estão fortemente associadas a múltiplas premissas, destacando-se como focos principais, a integração conceitual entre Computação Infantil e os objetivos formativos da Educação Infantil. As demais competências gerais (CG_1 , CG_4 , CG_6 , CG_7 , CG_9 , CG_{10}) apresentam graus de entrada variando entre 4 e 7. Essa configuração modela uma integração conceitual robusta entre os princípios da Computação Infantil e os objetivos formativos da Educação Infantil, promovendo o desenvolvimento das dimensões formativas globais esperadas para esta etapa de ensino, com ênfase especial nas competências associadas à criatividade, expressão simbólica e interação social.

4.2. O grafo GC_{EF} – Ensino Fundamental

No Ensino Fundamental, o grafo GC_{EF} , Figura 2b, apresenta uma estrutura composta por 17 vértices ($|CC| + |CG| = 7 + 10 = 17$) e $A = 144$ arcos. Entre as competências de Computação, destacam-se CC_6 com 30 conexões, CC_4 e CC_5 com 25 conexões cada, CC_3 com 20 conexões, CC_1 e CC_7 com 16 conexões cada, e CC_2 com 12 conexões. Entre as competências Gerais, as mais conectadas são CG_5 e CG_8 , ambas com 19 conexões, CG_2 com 18 conexões, CG_{10} com 17 conexões, CG_7 com 15 conexões, CG_1 e CG_6 com 14 conexões cada, CG_4 com 10 conexões, e CG_3 e CG_9 com 9 conexões cada. O grafo possui 58 conexões direcionadas, com destaque para CC_4 , CC_6 e CC_5 , que ocupam posições centrais na rede, por terem os maiores graus de saída. As arestas, direcionadas exclusivamente das competências de Computação para as competências gerais, mobilizam dimensões globais que conectam uma competência da computação à competência geral.

A análise do grafo revela que a introdução sistemática de atividades de computação no Ensino Fundamental não se restringe a promover o desenvolvimento de habilidades técnicas ou cognitivas, mas contribui de maneira decisiva para o fortalecimento de competências transversais e para a construção de uma visão integrada do conhecimento. No plano das dimensões formativas, o grafo GC_{EF} evidencia um panorama equilibrado e diversificado: a dimensão intelectual é fortemente mobilizada através do raciocínio lógico, da criatividade, da resolução de problemas complexos e da capacidade de abstração; a dimensão afetiva é contemplada pelo estímulo à autonomia, à motivação intrínseca e à confiança no uso das tecnologias; a dimensão social é desenvolvida por meio de práticas colaborativas em projetos interdisciplinares, que favorecem o diálogo, a cooperação e a construção coletiva de conhecimento; a dimensão ética é ativada na reflexão crítica sobre o uso consciente das tecnologias, no debate sobre a privacidade digital e no exercício da responsabilidade social em ambientes virtuais; por fim, a dimensão simbólica é fortalecida ao permitir que os estudantes se expressem criativamente por meio de múltiplas linguagens digitais, produzindo narrativas multimodais, visualizações interativas,

simulações e algoritmos.

4.3. O grafo GC_{EM} – Ensino Médio

O grafo do Ensino Médio, G_{EM} ($|V| = 17$), conforme a Figura 2c, apresenta uma estrutura composta por 17 vértices ($|CC| + |CG| = 7 + 10 = 17$) e $A = 116$ arcos. O vértice correspondente à CG_{10} (Responsabilidade e Autonomia) é o mais mobilizado, possuindo grau de entrada 24. A cidadania digital emerge como um dos focos centrais, pois capacita os estudantes a atuarem de maneira ética, crítica e responsável no mundo digital. O grafo destaca como o desenvolvimento do pensamento científico e da argumentação crítica perpassa os processos formativos mediados pelas tecnologias e pelo pensamento computacional, permitindo aos estudantes construir um olhar investigativo e reflexivo sobre os fenômenos sociais, naturais e tecnológicos.

Entre as competências específicas de Computação, destacam-se algumas que assumem papel central na rede. As competências $CC4$, $CC5$, $CC6$ e $CC7$ são as mais conectadas, com um total de 20 conexões de saída cada. Em seguida, aparecem as competências $CC1$, $CC2$ e $CC3$, com 12 conexões de saída cada. Essas competências, em especial $CC4$, $CC5$, $CC6$ e $CC7$, ocupam posições centrais na rede por apresentarem os maiores graus de saída, funcionando como importantes articuladoras entre as competências gerais e as competências de Computação.

No que diz respeito às competências gerais, observa-se um padrão complementar. A competência geral CG_{10} é a mais conectada, com 24 conexões de entrada. Em seguida, destaca-se a competência CG_5 , com 22 conexões de entrada. A competência CG_1 aparece com 13 conexões de entrada, enquanto as competências CG_4 e CG_6 apresentam 10 conexões de entrada cada. Esses dados indicam que as competências gerais CG_{10} e CG_5 têm maior centralidade na recepção de articulações com as competências de Computação, sugerindo que são amplamente mobilizadas nos diferentes contextos de desenvolvimento de habilidades computacionais.

No plano das dimensões formativas, G_{EM} apresenta um forte alinhamento com as demandas da contemporaneidade: a dimensão intelectual é mobilizada através do pensamento computacional avançado, da resolução de problemas complexos, da modelagem e da análise crítica de dados; a dimensão social é trabalhada por meio de práticas colaborativas em projetos interdisciplinares e em contextos de inovação social e tecnológica; a dimensão ética emerge como elemento central, com ênfase na cidadania digital, no respeito à privacidade, na equidade no acesso às tecnologias e na reflexão crítica sobre os impactos sociais da Computação; a dimensão simbólica é ativada através da produção criativa em mídias digitais, da programação artística e da exploração de linguagens multimodais; já a dimensão afetiva é contemplada ao fomentar a autonomia, a autoria e a construção de projetos alinhados aos interesses e projetos de vida dos estudantes.

4.4. Visão geral sobre os grafos de conhecimento analisados

Os grafos de conhecimento evidenciam a progressão da Computação ao longo da Educação Básica. Na **Educação Infantil**, observa-se uma abordagem lúdica e transversal, com foco nos pilares do Pensamento Computacional e desenvolvimento simbólico, afetivo e social, destacando as dimensões Intelectual, Ética, Moral e Social. No **Ensino Fundamental**, há maior articulação das competências computacionais para estruturar o

raciocínio lógico, criatividade, ética digital e colaboração, com ênfase nas dimensões Intelectual e Ética. Já no **Ensino Médio**, verifica-se seletividade e especialização, priorizando análise crítica, construção de conhecimento tecnológico e cidadania digital, em fase de consolidação.

Pedagogicamente, os grafos oferecem múltiplas aplicações: permitem **planejamento estratégico** ao mapear competências para abordagem curricular equilibrada; facilitam a **integração curricular** mediante projetos interdisciplinares; possibilitam a **personalização de percursos** alinhando atividades aos interesses dos estudantes, especialmente nos itinerários do Ensino Médio; servem como ferramenta de **formação docente** para compreensão da contribuição da Computação; e apoiam o **monitoramento e avaliação** formativa através do registro de competências mobilizadas.

Portanto, após a análise realizada na representação gráfica por meio de grafos de conhecimento desenvolvidos com base em dados extraídos da BNCC Computação e da BNCC, revelam-se importantes aspectos da integração entre o currículo nacional e o desenvolvimento de habilidades computacionais nos diferentes níveis da Educação Básica, destacando-se os pilares e habilidades do Pensamento Computacional.

No grafo referente à **Educação Infantil**, os quatro pilares do pensamento computacional apresentam múltiplas conexões com diversas competências da BNCC. As competências mais conectadas neste nível são: **CG2 (Pensamento científico, crítico e criativo)**, **CG3 (Repertório cultural)**, **CG5 (Cultura digital)** e **CG8 (Autoconhecimento e autocuidado)**. Essa configuração revela que, desde os anos iniciais, o pensamento computacional pode ser introduzido de maneira natural e significativa, por meio de brincadeiras, jogos e atividades desplugadas. Os pilares do pensamento computacional atuam como **elementos estruturantes da prática pedagógica**, servindo de base para experiências integradas ao currículo. A análise dos grafos indica que o pensamento computacional **não é um conteúdo isolado**, mas sim uma competência transversal, que dialoga com múltiplas dimensões formativas propostas pela BNCC.

No grafo do **Ensino Fundamental**, observa-se que competências como **CG2 (Pensamento científico, crítico e criativo)**, **CG4 (Comunicação)**, **CG5 (Cultura digital)**, **CG6 (Trabalho e projeto de vida)** e **CG8 (Autoconhecimento e autocuidado)** apresentam **elevado grau de conectividade** com os componentes do pensamento computacional. Sendo assim, essas competências estão sendo amplamente consideradas como **fundamentos para o desenvolvimento do pensamento computacional** nas propostas pedagógicas. Elas representam **nós centrais no grafo**, com forte capacidade de articulação transversal com habilidades computacionais, como a abstração, a resolução de problemas e a lógica algorítmica.

A representação gráfica das conexões entre as competências gerais da BNCC demonstra forte potencial de integração curricular e os pilares do pensamento computacional. Competências com maior grau de conectividade podem ser consideradas **eixos estruturantes** para o planejamento de experiências educativas em todas as etapas da Educação Básica. Esses dados apontam para a importância de promover **formações docentes** que explorem essas interconexões e facilitem o planejamento de atividades integradas. Além disso, competências centrais como **CG5 (Cultura digital)** e **CG2 (Pensamento científico, crítico e criativo)** são valorizadas como **estratégias didáticas-chave**, reforçando a

necessidade no desenvolvimento de materiais didáticos que promovam a articulação entre as competências da BNCC e os pilares do pensamento computacional, consolidando uma educação alinhada às demandas do século XXI.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O presente artigo propôs uma leitura integrada das competências da BNCC Computação e das dez competências gerais da BNCC, por meio da construção e análise de um grafo de conhecimento. Esta abordagem promove avanços significativos: consolida o pensamento computacional como competência **transversal** para desenvolvimento multidimensional; constrói currículos **dinâmicos e integradores** com a Computação como eixo articulador; fomenta a **inovação pedagógica** mediante práticas criativas e centradas no estudante; viabiliza a personalização da aprendizagem no Ensino Médio; e facilita análises de impacto através de métricas derivadas.

Os grafos constituem base sólida para arquiteturas pedagógicas inovadoras, transformando o Pensamento Computacional em mediador da **formação integral**. Esta estrutura fortalece seu papel como área **transversal e formativa**, alinhada à BNCC e demandas do século XXI, promovendo competências técnicas, críticas, éticas e criativas essenciais para uma cidadania plena e participativa.

A análise dos grafos GC_{EI} , GC_{EF} e GC_{EM} demonstra que a Computação, estruturada pelas competências da BNCC Computação, desempenha um papel transversal e integrador no currículo da Educação Básica. Na Educação Infantil, o Pensamento Computacional atua como mediador lúdico e expressivo, promovendo criatividade, socialização e desenvolvimento simbólico. No Ensino Fundamental, o foco recai sobre o fortalecimento do raciocínio lógico, da colaboração, da ética digital e da criatividade, com uma articulação equilibrada entre diversas dimensões formativas. No Ensino Médio, observa-se uma especialização das relações entre competências, com destaque para o desenvolvimento da cidadania digital, da autonomia intelectual e da capacidade crítica e criativa no uso das tecnologias.

Em todas as etapas, os grafos evidenciam a capacidade da Computação de fomentar o desenvolvimento integral dos estudantes, articulando principalmente as competências cognitivas, sociais, éticas, simbólicas e afetivas. A utilização dos grafos como ferramenta de apoio ao planejamento pedagógico, à personalização dos percursos de aprendizagem e à formação docente demonstra grande potencial para tornar os processos educativos mais dinâmicos, integradores e alinhados às demandas contemporâneas.

Este estudo encontra-se em fase inicial, destacando que a construção das conexões entre as competências foi preliminarmente baseada em interpretação qualitativa. Portanto, a pesquisa abre diversas frentes para trabalhos futuros, como a expansão e refinamento dos grafos de conhecimento, incluindo novos nós e relacionamentos que contemplem habilidades específicas da BNCC e objetos de conhecimento das diversas áreas disciplinares, bem como a validação empírica dos grafos em contextos educacionais reais, por meio de estudos de caso em escolas de diferentes contextos, avaliando seu impacto no planejamento curricular, na prática docente e no desenvolvimento das competências dos estudantes.

6. Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada parcialmente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES, Brazil) – Finance Code 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; e Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES, Brazil) - projetos 368/2022 - P: 2022-NGKM5 e 129/2021 - P: 2021-GL60J.

Referências

- Aytekin, M. C., Saygın, Y., et al. (2024). Ace: Ai-assisted construction of educational knowledge graphs with prerequisite relations. *Journal of Educational Data Mining*, 16(2):85–114.
- BNCC (2018). Base Nacional Comum Curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso: 21 05 2025.
- BNCC (2022). Computação - Complemento à BNCC. <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-competencia-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acesso: 21 05 2025.
- Brasil (2017). Base nacional comum curricular (bncc). <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, 1(1):1–25.
- da Costa, F. J., Avila, C. V., Rolim, T., Andrade, R. M., and Vidal, V. M. (2022). Dikw4iot: Uma abordagem baseada na hierarquia dikw para a construção de grafos de conhecimento para integração de dados de iot. In *Anais do XXXVII Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados*, pages 190–202, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Fernandes Filho, A., Gomes, A. T. d. P. U., and Queiroz, W. S. (2025). A prática pedagógica na educação básica com foco no desenvolvimento das competências socioemocionais, à luz da bncc. *Revista Educação Contemporânea*, 2(1):696–709.
- Gonçalves, A. M. and Deitos, R. A. (2020). Competências gerais da base nacional comum curricular (bncc): aspectos teóricos e ideológicos. *EccoS – Revista Científica*, (52):e10678.
- Mazarin, A. S. (2023). As 10 competências gerais da bncc: como aplicá-las no cotidiano escolar? <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Trabalho produzido no âmbito da formação sobre a BNCC, com orientações práticas e contextualizadas para aplicação das competências gerais nas diversas áreas do conhecimento.
- Moran, J. M. (2018). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa. *Revista Didática e Prática de Ensino*, (2):20–34.
- Pereira, D. C., Souza, M. A., and Lima, F. S. (2021). Arquiteturas pedagógicas e inovação na prática docente. In *Educação e Tecnologia: desafios e possibilidades*, pages 89–105. Editora EDUFPI.
- Qu, K., Li, K. C., Wong, B. T., Wu, M. M., and Liu, M. (2024). A survey of knowledge graph approaches and applications in education. *Electronics*, 13(13):2537.

- Resnick, M., Malone, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., and Silverman, B. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11):60–67.
- Rodrigues, A., da Silva Rodrigues, A. C., Sena, A. K. C., and da Silva, A. V. V. M. (2023). Bncc: desafios e possibilidades na formação inicial de professores. *Revista Educação em Perspectiva*, 8:1–35. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/educare>. Acesso em: 01 jun. 2025.
- Selby, C. (2013). *Computational thinking: the developing definition*. PhD thesis, University of Southampton.
- Silva, C., Moreira, T., Fernandes, I., Passos, C., Cavalcanti, M. C., Duarte, J. C., and Goldschmidt, R. (2024). Ebtutor: Uma proposta de sistema tutor inteligente na aprendizagem baseada em competências no exército brasileiro. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1674–1688, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Valente, José Armando e Barbosa, A. (2017). *Computação na Educação Básica: fundamentos e métodos*. Editora da Unicamp.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35.