

ONTOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA COMPUTAÇÃO: MODELAGEM DE CONCEITOS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E PROGRAMAÇÃO PARALELA ALINHADA A BNCC-COMP

EDUCATIONAL ONTOLOGIES FOR COMPUTING: MODELING COMPUTATIONAL THINKING CONCEPTS AND PARALLEL PROGRAMMING ALIGNED WITH BNCC-COMP

ONTOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA LA COMPUTACIÓN: MODELADO DE CONCEPTOS DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y PROGRAMACIÓN PARALELA ALINEADA CON BNCC-COMP

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-162>

Data de submissão: 16/09/2025

Data de publicação: 16/10/2025

Giovani Felipe Jahn

Doutorando em Ciência da Computação

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

E-mail: giovani.jahn@inf.ufpel.edu.br

Gerson Geraldo H. Cavalheiro

Doutor em Informatique Systèmes et Communications

Instituição: Institut National Polytechnique de Grenoble, França

E-mail: gerson.cavalheiro@inf.ufpel.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta a construção de uma ontologia educacional voltada ao ensino de Programação Paralela, integrando conceitos de Pensamento Computacional em alinhamento com a Base Nacional Comum Curricular para Computação. A ontologia foi desenvolvida a partir da sistematização de habilidades, conteúdos e relações semânticas, organizadas em estruturas hierárquicas. O processo de construção, orientado pelo Ontology Development 101, envolveu revisão teórica, iterações de refinamento e consultas a especialistas. O resultado é um artefato tecnológico para apoio a frameworks pedagógicos, ambientes virtuais e formação docente, contribuindo para a clareza conceitual e a reusabilidade de conteúdos. As discussões apontam potencial de aplicação e desafios para a adoção em contextos educacionais reais.

Palavras-chave: Ontologias. Pensamento Computacional. Programação Paralela. BNCC. Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

This article presents an educational ontology designed for teaching Parallel Programming, integrating concepts of Computational Thinking in alignment with the National Common Curricular Base for Computing. The ontology was developed through the systematization of skills, content, and semantic relations, organized into hierarchical structures. The construction process, guided by Ontology Development 101, involved theoretical review, refinement iterations, and consultations with specialists. The result is a technological artifact to support pedagogical frameworks, virtual learning environments, and teacher training, contributing to conceptual clarity and content reusability. The discussions highlight potential applications and challenges for adoption in real educational contexts.

Keywords: Ontologies. Computational Thinking. Parallel Programming. BNCC. Educational Technologies.

RESUMEN

Este artículo presenta una ontología educativa diseñada para la enseñanza de la Programación Paralela, integrando conceptos de Pensamiento Computacional en consonancia con la Base Curricular Común Nacional para la Computación. La ontología se desarrolló mediante la sistematización de habilidades, contenido y relaciones semánticas, organizadas en estructuras jerárquicas. El proceso de construcción, guiado por el Desarrollo de Ontologías 101, implicó revisión teórica, iteraciones de refinamiento y consultas con especialistas. El resultado es un artefacto tecnológico que apoya marcos pedagógicos, entornos virtuales de aprendizaje y la formación docente, contribuyendo a la claridad conceptual y la reutilización del contenido. Las discusiones destacan posibles aplicaciones y desafíos para su adopción en contextos educativos reales.

Palabras clave: Ontologías. Pensamiento Computacional. Programación Paralela. BNCC. Tecnologías Educativas.

1 INTRODUÇÃO

Ontologias são artefatos computacionais destinados à representação formal de um domínio de conhecimento (Gruber, 1993; Borst, 1997). No campo educacional, permitem sistematizar competências, conteúdos e relações pedagógicas, promovendo interoperabilidade e reutilização (Almeida; Bax, 2003). A literatura aponta aplicações em sistemas tutores, ambientes virtuais de aprendizagem e modelagem curricular (Hwang; Kim; Yang, 2005). O Pensamento Computacional (PC), por sua vez, está consolidado na BNCC-Comp, que corresponde às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Fundamental no recorte de Computação, sendo tratado como uma competência geral da área de Matemática e suas Tecnologias, com relevância também para o ensino de Programação (Wing, 2006; Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2019). A Programação Paralela (PP), ainda incipiente nos currículos técnicos, demanda recursos metodológicos que reduzam a barreira de abstração (Quinn, 2004; Pacheco, 2011; Bachiega et al., 2017; Durães et al., 2020). Ao associar ontologias a este cenário, busca-se uma representação que integre competências da BNCC-Comp a conteúdos de PP e PC, fortalecendo a organização curricular e as práticas docentes.

Neste trabalho é apresentada a modelagem de uma ontologia educacional que articula competências da BNCC-Comp, habilidades de PC e conceitos de PP. A ontologia busca contribuir sendo um apoio às práticas docentes, para construção de frameworks pedagógicos e também para fundamentar o desenvolvimento de ferramentas digitais, ampliando as possibilidades de ensino da Computação no nível técnico integrado ao ensino médio.

Para a modelagem da ontologia, adotou-se o guia Ontology Development 101 (Noy; McGuinness), por sua simplicidade e caráter iterativo. Outras metodologias, como a Methontology (Fernández-Lopes et al), de enfoque mais abrangente, e a NeOn Methodology (Suárez-Figueroa et al), voltada a redes colaborativas de ontologias, foram consideradas, mas a escolha pelo Ontology Development 101 mostrou-se suficiente e adequada ao escopo do trabalho.

A ontologia construída foi avaliada em duas etapas: pela uma apreciação por docentes da área de Computação e então pela execução de planos de ensino em turmas de cursos técnicos. Os resultados apontaram clareza estrutural, alinhamento com a BNCC-Comp e potencial de aplicação em diferentes contextos escolares. Os docentes destacaram sua utilidade no planejamento pedagógico e seu papel no favorecimento da aprendizagem ativa, enquanto as aplicações práticas confirmaram sua viabilidade metodológica, o engajamento dos estudantes e a contribuição efetiva para o desenvolvimento do PC.

O artigo organiza-se da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os conceitos centrais do estudo; a Seção 3 descreve o processo de modelagem da ontologia e na Seção 4 são detalhadas sua estrutura e

potenciais aplicações. A Seção 5 conduz uma discussão sobre as contribuições e limitações do trabalho realizado e a Seção 6 sintetiza os principais achados e conclui o texto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Educação Profissional e Tecnológica (EPT), ofertada nos Institutos Federais, busca integrar formação técnica e formação geral, democratizando o acesso ao ensino em diferentes regiões do país (Pacheco, 2010). Nesse contexto, o curso técnico em Informática Integrado ao ensino médio articula conteúdos da área de Computação com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (Brasília, 2022), situando-se como espaço estratégico para o desenvolvimento do PC e de competências ligadas à programação.

Esta seção reúne os conceitos que embasam o estudo, abordando o PC previsto na BNCC-Comp, os fundamentos da PP e o uso de ontologias como tecnologias educacionais.

2.1 PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A BNCC-COMP

O PC consolidou-se como um conceito central no campo da Computação a partir dos trabalhos de Wing (2006), que o define como um processo de formulação e resolução de problemas com base em princípios da Ciência da Computação. Segundo a autora, o PC envolve habilidades como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e desenvolvimento de algoritmos, configurando-se como competência transversal para diferentes áreas do conhecimento.

No contexto brasileiro, o PC é tratado como uma das competências gerais da área de Matemática e suas Tecnologias. Junto com o PC, o Mundo Digital e a Cultura Digital compõem os três eixos que compõem a BNCC-Comp (Brasília, 2022), um complemento à BNCC com diretrizes para ensino da Computação na educação básica. A BNCC-Comp estabelece que os estudantes devem desenvolver a capacidade de raciocinar de forma lógica e sistemática, explorando dados, representações e soluções automatizadas. Essa orientação normativa sustenta a inserção do PC em cursos técnicos integrados ao ensino médio, articulando-o à formação em Computação e, em especial, à programação.

Autores nacionais ampliam a compreensão do PC como prática educativa. Ferreira, Ribeiro e Cavalheiro (2019) discutem o PC a partir de três dimensões: abstração, automação e análise, destacando que sua aplicação deve transcender a mera codificação (produção de programas). De forma complementar, Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2019) problematizam o PC sob uma perspectiva crítica, argumentando que ele não pode ser entendido como habilidade neutra ou universal, mas sim

contextualizado em processos formativos que valorizem saberes locais, diversidade de linguagens e práticas colaborativas.

2.2 PROGRAMAÇÃO PARALELA NO ENSINO TÉCNICO

A PP consiste na execução simultânea de múltiplas tarefas em sistemas computacionais, sendo um recurso essencial diante das limitações do aumento de velocidade de clock dos processadores (Quinn, 2004; Pacheco, 2011). Seu ensino, entretanto, enfrenta desafios como a abstração conceitual, a necessidade de infraestrutura de laboratório e a escassez de materiais didáticos específicos (Bachiega et al., 2017). No nível técnico de ensino, tais barreiras podem afastar os estudantes do contato precoce com conceitos que são cada vez mais demandados em contextos profissionais e acadêmicos (Durães et al., 2020).

Estudos indicam que integrar conteúdos de PP ao longo da formação, e não apenas em etapas avançadas, facilita a assimilação dos conceitos e contribui para que o estudante desenvolva raciocínio lógico e pensamento paralelo desde os primeiros contatos com a Computação (Durães et al., 2020).

2.3 ONTOLOGIAS COMO TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

Ontologias, no campo da Computação, são definidas como especificações formais e explícitas de uma conceitualização compartilhada (Gruber, 1993; Borst, 1997). Elas descrevem de forma precisa os conceitos de um domínio e as relações entre eles, favorecendo a padronização terminológica, a interoperabilidade entre sistemas e a reutilização de modelos em diferentes contextos (Almeida; Bax, 2003).

Na área educacional, ontologias têm sido utilizadas como recurso para estruturar currículos, apoiar o desenvolvimento de materiais didáticos e sustentar ambientes virtuais de aprendizagem. Sua formalização permite não apenas organizar conteúdos de maneira hierárquica, mas também estabelecer relações semânticas que facilitam a recomendação de atividades, a integração de ferramentas digitais e a sistematização de competências formativas (Hwang; Kim; Yang, 2005).

Comparadas a mapas conceituais, que oferecem representações gráficas hierárquicas mais acessíveis, as ontologias distinguem-se pelo rigor semântico e pela granularidade da representação. Enquanto os mapas conceituais servem à visualização e à síntese de ideias, as ontologias detalham definições e vínculos de forma formalizada, o que as torna especialmente adequadas para lidar com domínios complexos de conhecimento e favorecer o reuso em diferentes contextos educacionais (Almeida; Bax, 2003).

Neste estudo, a ontologia proposta atua como tecnologia educacional ao formalizar conteúdos e competências relacionados à PP e ao PC, em alinhamento à BNCC. Ao mediar objetivos formativos, conteúdos curriculares e estratégias pedagógicas, a ontologia oferece uma estrutura conceitual que pode orientar tanto o planejamento docente quanto o desenvolvimento de frameworks pedagógicos e de ferramentas digitais voltadas ao ensino de Computação.

3 METODOLOGIA

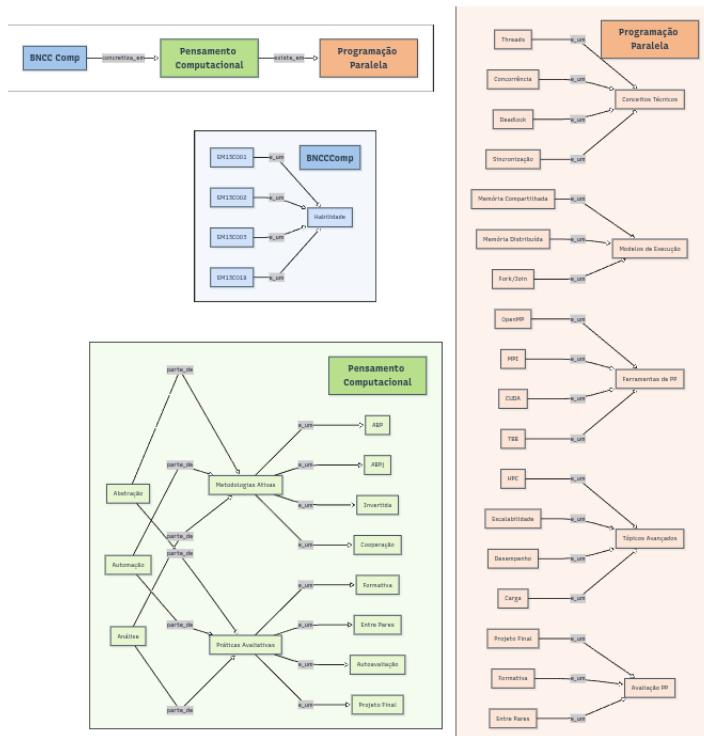
A construção da ontologia educacional, conduzida segundo o guia Ontology Development 101, buscou integrar conceitos de Programação Sequencial e PP, habilidades de PC e competências da BNCC. O processo partiu da identificação dos elementos centrais em cada um desses domínios, buscando um mapeamento conceitual que permitisse organizar e relacionar tais dimensões de forma formal e reutilizável.

Inicialmente, realizou-se uma análise documental da BNCC e da literatura sobre PC, tendo como fundamento Wing (2006) e Ribeiro; Foss; Cavalheiro (2019), e PP, adotando os conceitos de Quinn (2004) e Pacheco (2011), a fim de extrair as competências e habilidades relevantes ao ensino técnico integrado ao ensino médio. Esses elementos serviram como base para a definição das classes e relações que compõem a ontologia. O mapeamento buscou garantir que as competências previstas na BNCC fossem concretizadas por meio das habilidades de PC, articuladas com os conteúdos de Programação.

A ontologia foi estruturada em cinco camadas interdependentes, organizadas a partir de três eixos centrais: BNCC-Comp, Pensamento Computacional (PC) e Programação Paralela (PP). Essas camadas contemplam: competências curriculares, habilidades de PC, conceitos de Programação Sequencial, conceitos de PP e estratégias pedagógicas. Essa organização hierárquica permitiu estruturar o conhecimento de forma modular, possibilitando associar diferentes níveis de abstração a planos de aula e contextos didáticos específicos. Entre as classes centrais destacam-se Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Algoritmo, Programação Sequencial, PP, Comunicação entre Processos e Sincronização. As relações estabelecem, por exemplo, como habilidades de PC concretizam determinadas competências da BNCC e como estas se vinculam a conceitos de PP (Figura 1). Além disso, a ontologia evidencia um conjunto mensurável de conteúdos técnicos (como algoritmos, modelos de execução, memória compartilhada e distribuída) e de tópicos avançados (como balanceamento de carga e escalabilidade), assegurando que a ontologia conte com tanto fundamentos essenciais quanto desafios contemporâneos da Programação Paralela. Esse encadeamento possibilita

que a ontologia atue como mediadora entre objetivos formativos, conteúdos técnicos e estratégias pedagógicas.

Figura 1. Ontologia para Ensino de Programação Paralela pelo Pensamento Computacional.



Fonte: (o autor)

O desenvolvimento também considerou os diferentes atores envolvidos no processo educacional: estruturadores (especialistas em Computação e Educação), formuladores (coordenadores pedagógicos e responsáveis por currículo), educadores (docentes em sua prática de sala de aula) e estudantes (participantes das atividades). Essa caracterização orientou a definição das camadas e das relações da ontologia, assegurando sua aplicabilidade em diferentes níveis de decisão e de prática pedagógica. A modelagem foi implementada na linguagem OWL (W3C, 2012), a qual permite representar conceitos, propriedades e restrições. Diagramas extraídos da modelagem auxiliam na visualização das classes e relações, permitindo que docentes e pesquisadores compreendam a estrutura da ontologia sem necessidade de lidar diretamente com o código OWL.

A validação inicial ocorreu em duas frentes. Na primeira, especialistas em Computação e Educação avaliaram a consistência conceitual da proposta, considerando a pertinência das classes e a coerência das relações estabelecidas. Na segunda, docentes aplicaram planos de aula derivados da ontologia em turmas de ensino técnico, permitindo observar a adequação dos conceitos ao contexto de

sala de aula. O retorno obtido foi utilizado para ajustes pontuais nas classes e relações (Bachiega et al., 2017; Durães et al., 2020).

4 RESULTADOS

A ontologia desenvolvida neste trabalho representa a articulação entre competências previstas pela BNCC, habilidades de PC e conceitos de programação, tanto sequencial quanto paralela. Sua construção buscou oferecer uma estrutura conceitual formalizada, que pudesse servir como referência tanto para docentes em sua prática pedagógica quanto para pesquisadores interessados em metodologias de ensino apoiadas por tecnologias educacionais.

Seguindo a abordagem iterativa proposta pelo guia *Ontology Development 101* (Noy; McGuinness, 2001), a modelagem percorreu etapas de definição do domínio e do escopo, identificação de classes centrais, organização hierárquica, atribuição de propriedades e instanciação de exemplos. Essa sequência, adaptada ao contexto educacional, permitiu explicitar como habilidades cognitivas ligadas ao PC podem concretizar competências da BNCC e, ao mesmo tempo, se vincular a conteúdos de PP. Dessa forma, a ontologia constitui um recurso para estruturar currículos, apoiar a elaboração de planos de aula e fomentar a integração entre teoria e prática no ensino técnico integrado ao ensino médio.

Embora tenha sido inicialmente projetada para esse nível educacional, a ontologia apresenta potencial de reutilização em diferentes níveis de ensino e em diversos contextos, graças ao seu caráter modular e extensível. A seguir, detalham-se sua estrutura conceitual e alguns de seus usos potenciais.

4.1 ESTRUTURA DA ONTOLOGIA

A ontologia foi organizada em classes que representam conceitos centrais dos três domínios considerados:

- **Pensamento Computacional (PC):** abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos;
- **Programação Sequencial e Paralela (PP):** programação sequencial, programação paralela, comunicação entre processos, sincronização, decomposição de dados e de tarefas;
- **BNCC:** competências gerais relacionadas à área de Matemática e suas Tecnologias e habilidades específicas associadas à Computação.

As relações entre essas classes foram formalizadas em níveis hierárquicos, de modo que cada competência da BNCC pudesse ser associada a habilidades de PC e estas, por sua vez, a conceitos de

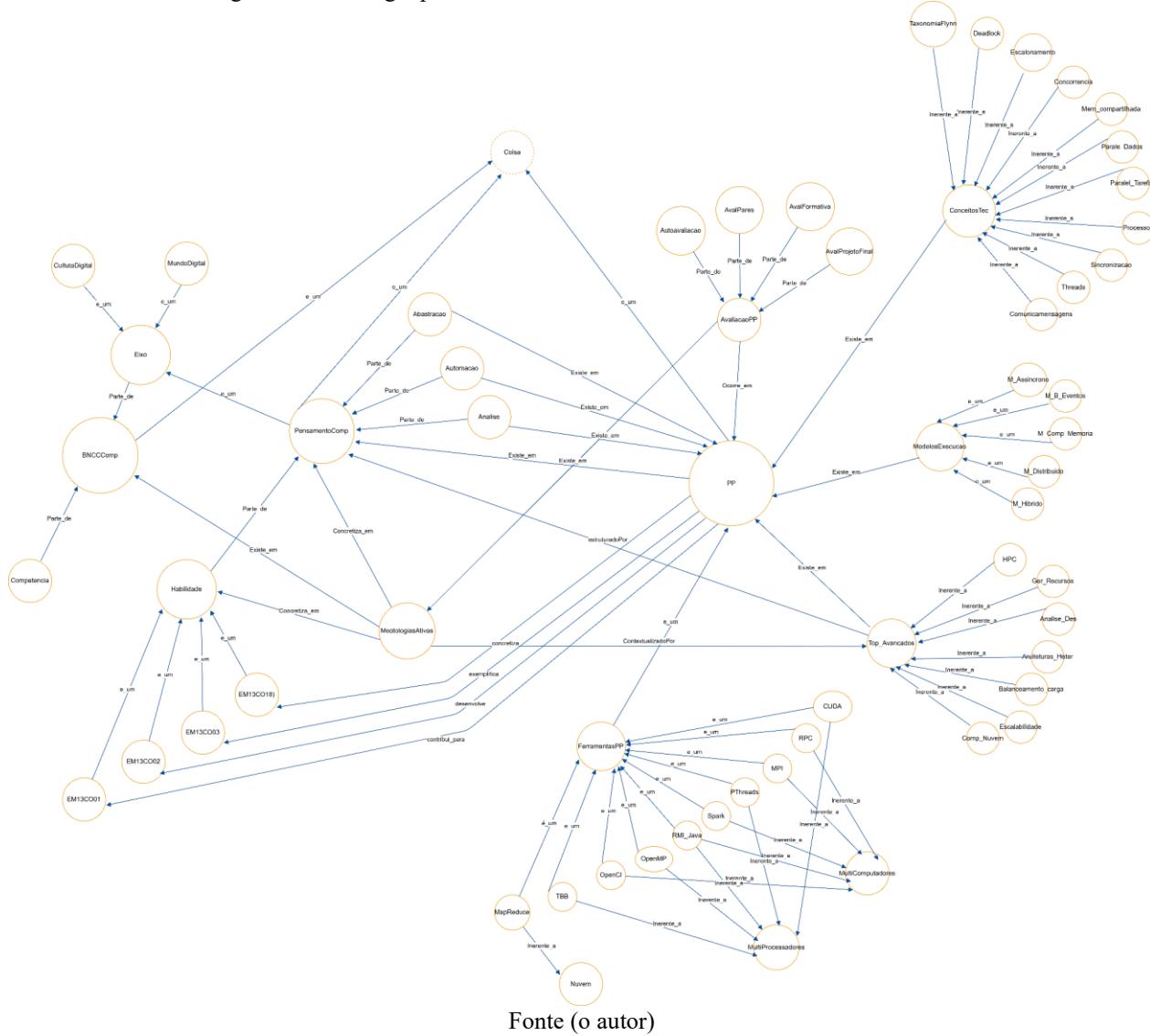
programação. Essa organização reflete a ênfase do *Ontology Development 101* na clareza de hierarquia e propriedades, favorecendo o reuso da ontologia em diferentes planos de aula e permitindo selecionar níveis de abstração adequados ao contexto.

A ontologia foi implementada em OWL (W3C, 2012), o que garante rigor formal e viabilidade de integração com sistemas computacionais. A representação gráfica, por meio de diagramas, evidencia classes, propriedades e vínculos entre os conceitos. Esses diagramas auxiliam docentes a compreenderem a lógica de organização sem necessidade de manipulação direta do código (Figura 2).

Uma característica importante é a modularidade: a ontologia pode ser expandida com novas classes e relações, permitindo, por exemplo, incluir tópicos avançados de Computação ou integrá-la a outros eixos tecnológicos previstos pela BNCC. Essa extensibilidade contribui para que a proposta mantenha relevância em contextos dinâmicos de inovação curricular.

A estrutura ontológica também favorece a clareza conceitual. Ao explicitar formalmente como habilidades de PC se conectam a competências curriculares e a conceitos de programação, reduz-se a ambiguidade frequentemente presente em documentos normativos e materiais didáticos. Isso contribui para a padronização de termos e referenciais, facilitando o trabalho colaborativo entre diferentes docentes e instituições.

Figura 2 – Ontologia para ensino da PP, alinhada à BNCC e baseada em PC.



4.2 POTENCIAIS APLICAÇÕES EDUCACIONAIS

A ontologia pode ser aplicada em múltiplos cenários de ensino e aprendizagem. No contexto de frameworks pedagógicos, funciona como base conceitual para a definição de objetivos, conteúdos e estratégias, servindo de guia para a elaboração de planos de aula e para o alinhamento entre práticas docentes e competências curriculares.

Em ambientes virtuais de aprendizagem, a ontologia pode sustentar mecanismos de recomendação de atividades, personalização de trajetórias de estudo e organização de conteúdos curriculares. Por exemplo, é possível mapear automaticamente quais atividades de programação desenvolvem determinadas habilidades de PC e como estas se relacionam às competências previstas pela BNCC. Ainda, a ontologia pode perfeitamente nortear a construção de um Framework interativo,

para uso docente, possibilitando uma rápida inserção por parte deste, nas práticas e técnicas de ensino e aprendizagem da PP.

Para os docentes, a ontologia constitui um recurso de apoio à formação, oferecendo clareza conceitual e facilitando a compreensão de como conteúdos técnicos se vinculam a objetivos formativos. Isso pode contribuir para superar a escassez de materiais didáticos específicos no ensino de PP, ao mesmo tempo em que amplia a capacidade de inovação pedagógica.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de reuso em diferentes níveis de ensino. Embora concebida para o nível técnico integrado, a ontologia pode ser adaptada a cursos de graduação, formações continuadas de professores ou até mesmo ao ensino fundamental, em atividades desplugadas de introdução ao PC.

Não obstante, algumas limitações foram identificadas. O uso de OWL envolve complexidade técnica que pode dificultar a apropriação por docentes sem familiaridade com representações formais. Além disso, até o momento, a ontologia passou por validação apenas em estudos de caso e em apreciações de especialistas, carecendo de uma avaliação em larga escala que comprove sua eficácia em contextos mais diversos.

Apesar dessas restrições, os resultados indicam que a ontologia se mostra viável e relevante como tecnologia educacional. Sua aplicação promove clareza estrutural, alinhamento curricular e potencial de inovação em práticas de ensino de Computação, constituindo uma contribuição promissora para a área.

5 DISCUSSÃO

A discussão a seguir situa a ontologia desenvolvida frente às contribuições possíveis e às limitações identificadas, em consonância com resultados da literatura sobre ontologias educacionais, PC e PP (Gruber, 1993; Almeida; Bax, 2003; BNCC, 2018).

A ontologia apresentada contribui no contexto do ensino de Computação na educação básica e técnica ao articular três dimensões que, em geral, são tratadas de modo independente: as competências da BNCC, as habilidades de PC (Ribeiro; Foss; Cavalheiro, 2019) e os conceitos de PP (Quinn, 2004; Pacheco, 2011). Essa articulação fornece uma estrutura conceitual que pode apoiar o planejamento curricular, a elaboração de planos de aula e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas fundamentadas. A consistência conceitual observada resulta não apenas da articulação entre BNCC, PC e PP, mas também da adoção do Ontology Development 101 (Noy; McGuinness, 2001), reconhecido na literatura como referência prática para construção de ontologias educacionais.

Um aspecto central da proposta é sua organização modular, que permite associar conceitos de Computação a diferentes níveis de ensino e a distintos contextos educacionais. Essa característica amplia a aplicabilidade da ontologia, possibilitando tanto o uso em atividades introdutórias quanto em formações mais avançadas. Além disso, a formalização das relações entre competências curriculares e conteúdos técnicos contribui para reduzir ambiguidades frequentemente presentes em documentos normativos e materiais de apoio docente (Borst, 1997).

Por outro lado, é necessário reconhecer as limitações identificadas. A modelagem em OWL (W3C, 2012) demanda conhecimento prévio sobre representações formais, o que pode restringir a apropriação direta da ontologia por parte de docentes sem familiaridade com esse tipo de tecnologia. Do mesmo modo, a validação realizada até o momento ocorreu apenas por meio de apreciações de especialistas e de estudos de caso em número limitado de turmas (Bachiega et al., 2017; Durães et al., 2020), não sendo suficiente para generalizar os resultados a contextos mais amplos da educação técnica.

Nesse sentido, os próximos passos incluem o refinamento da modelagem, a integração da ontologia a ferramentas digitais como ambientes virtuais de aprendizagem e sistemas de recomendação, e a ampliação das experiências de validação com docentes e estudantes em diferentes realidades educacionais. Essas ações podem consolidar a ontologia como um recurso metodológico capaz de apoiar práticas pedagógicas alinhadas às demandas contemporâneas do ensino de Computação.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A ontologia apresentada neste trabalho constitui um artefato conceitual que articula competências da BNCC, habilidades de Pensamento Computacional e conceitos de Programação Sequencial e Paralela. Sua construção, orientada pelo Ontology Development 101, mostrou-se suficiente para garantir simplicidade, clareza estrutural e consistência conceitual, resultando em uma representação formal e modular capaz de reduzir ambiguidades, favorecer o reuso e apoiar tanto práticas pedagógicas quanto pesquisas em tecnologias educacionais. As avaliações iniciais, envolvendo especialistas e aplicações em sala de aula, indicaram viabilidade metodológica e potencial de aplicação em diferentes contextos de ensino.

Como continuidade, a ontologia oferece base sólida para o desenvolvimento de recursos educacionais mais amplos. Um desdobramento direto é a instanciação de um framework educacional que, a partir da estrutura ontológica, organiza conteúdos, estratégias e avaliações em camadas interdependentes. Estudos futuros devem refinar essa integração, ampliar a validação em cenários

diversos e explorar a aplicação em ferramentas digitais, de modo a consolidar a proposta como tecnologia de apoio à inovação pedagógica no ensino de Computação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maurício B.; BAX, Marcello P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ciência da Informação*, v. 32, p. 7-20, 2003.
- BACHIEGA, Naylor; SOUZA, Paulo Lopes de; BRUSCHI, Sarita; SOUZA, Simone. Mapeamento sistemático do ensino teórico e prático de programação paralela. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, v. 6, n. 1, p. 1089, 2017.
- BRASILa. Conselho Nacional de Educação – CNE. Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2022.
- BRASILb. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- BORST, W. N. Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia) – University of Twente, Netherlands.
- DURÃES, Thiago de Jesus Oliveira; SOUZA, Paulo Sergio Lopes de; MARTINS, Guilherme; CONTE, Davi Jose; BACHIEGA, Naylor Garcia; BRUSCHI, Sarita Mazzini. Research on Parallel Computing Teaching: state of the art and future directions. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2020. Anais... IEEE, 2020. p. 1-9.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, Mariano; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO JUZGADO, Natalia. METHONTOLOGY: From ontological art towards ontological engineering. In: *ONTOL. ENGINEERING AAAI-97 SPRING SYMPOSIUM SERIES*, 1997, Menlo Park. Proceedings [...]. Menlo Park: American Association for Artificial Intelligence, 1997.
- FERREIRA, Karine Reis; RIBEIRO, Leila; CAVALHEIRO, Simone. Pensamento Computacional: uma proposta de definição unificada. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 27, n. 1, p. 21-40, 2019.
- GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.
- HWANG, Suk-Hyung; KIM, Hong-Gee; YANG, Hae-Sool. A FCA-based ontology construction for the design of class hierarchy. In: *International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)*, 2005, Singapore. Proceedings... Part III. Springer, 2005. p. 827-835.
- NOY, N.; MCGUINNESS, Deborah. *Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology*. Knowledge Systems Laboratory, v. 32, 2001.
- PACHECO, Eliezer. *Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- PACHECO, Peter. *An introduction to parallel programming*. Elsevier, 2011.

QUINN, Michael J. Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. Computer Science Series. McGraw-Hill International Editions, 2004.

RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone. Pensamento Computacional: fundamentos e integração na Educação Básica. Jornada de Atualização em Informática na Educação, v. 8, n. 1, p. 25-33, 2019.

SUÁREZ-FIGUEROA, Mari Carmen; GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Mariano. The NeOn Methodology framework: A scenario-based methodology for ontology development. *Applied Ontology*, v. 10, n. 2, p. 107-145, 2015.

WING, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

W3C. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview. W3C Recommendation, 2012. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>. Acesso em: 18 ago. 2025.