

Robótica em contextos educacionais e de ensino: um panorama das Teses e Dissertações publicadas em Programas de Pós-Graduação do Brasil

Robotics in Educational and Teaching Contexts: An Overview of Theses and
Dissertations Published in Graduate Programs in Brazil

Marcos Paulo da Silva Santana ^a, Rodrigo Lins Rodrigues ^{a,b}, Monica Lopes Folena Araújo ^{a,b}

^a Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, UFRPE, Recife, Brasil. ^b Departamento de Educação, UFRPE, Recife, Brasil.

Resumo. Este estudo apresenta e descreve um panorama das teses e dissertações publicadas entre 2013 e 2022 sobre robótica em contextos educacionais em Programas de Pós-Graduação no Brasil. Utilizando técnicas de mineração de textos, foram analisadas 362 produções acadêmicas extraídas da plataforma Dados Abertos CAPES. Os resultados indicam um crescimento significativo das pesquisas ao longo dos anos, com destaque para os Programas de Pós-Graduação em Ensino. As palavras-chave mais recorrentes incluem "Educação Matemática", "Pensamento Computacional" e "Aprendizagem Significativa", evidenciando o caráter interdisciplinar da robótica educacional. Além disso, a análise dos resumos revelou três grandes agrupamentos temáticos: ensino de programação, metodologias ativas e formação docente. Os achados reforçam a relevância da robótica como ferramenta pedagógica e apontam um horizonte com desafios para sua implementação, como a necessidade de formação docente e infraestrutura adequada.

Palavras-chave:
Robótica, Educação e
Ensino, Dados Abertos
CAPES, Teses e
Dissertações,
Mineração de Textos.

Submetido em
30/04/2025

Aceito em
01/10/2025

Publicado em
24/11/2025

Abstract. This study presents and describes an overview of theses and dissertations published between 2013 and 2022 on robotics in educational contexts within Graduate Programs in Brazil. Using text mining techniques, 362 academic works were analyzed, extracted from the CAPES Open Data platform. The results indicate a significant growth in research over the years, with a particular emphasis on Graduate Programs in Teaching. The most recurring keywords include "Mathematics Education", "Computational Thinking", and "Meaningful Learning", highlighting the interdisciplinary nature of educational robotics. Additionally, the analysis of abstracts revealed three major thematic clusters: programming education, active methodologies, and teacher training. The findings reinforce the relevance of robotics as a pedagogical tool and point to future challenges for its implementation, such as the need for teacher training and adequate infrastructure.

Keywords: Robotics,
Education and
Teaching, Dados
Abertos CAPES, Theses
and Dissertations, Text
Mining.

Introdução

Nos últimos anos, a incorporação de metodologias baseadas no uso de tecnologias no Ensino de Ciências tem gerado amplas discussões, especialmente diante da crescente presença das tecnologias digitais no cotidiano. Essas inovações têm transformado significativamente a maneira como as pessoas agem, pensam, se comunicam e aprendem, promovendo impactos profundos na sociedade e nas relações interpessoais. Nesse contexto, compreender os fundamentos, a lógica e as possibilidades proporcionadas por áreas como robótica, tecnologias digitais e computação tornou-se essencial para a formação de indivíduos no século XXI, independentemente de sua área de estudo ou atuação profissional (CODE, 2016). Diante desta realidade, a robótica é compreendida como uma variante das tecnologias,

consolidando-se como uma possibilidade educacional e pedagógica importante, sendo amplamente discutida como ferramenta de ensino-aprendizagem por seu caráter interdisciplinar (Evaristo, 2024).

O escritor russo de ficção científica Isaac Asimov (1919–1992) contribuiu significativamente para a popularização do termo "robótica" ao introduzi-lo em sua obra "I, Robot" (Asimov, 2014), publicada originalmente em 1941. Robot Institute of America (RIA) define “robô” como “um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas”.

Segundo o Dicionário Aurélio (Ferreira, 2024) robótica é a ciência e técnica da concepção e construção de robôs. Khatib e Siciliano (2022) enfatizam que é o estudo e desenvolvimento de máquinas inteligentes que podem perceber o mundo, planejar ações e executar tarefas físicas em interação com o ambiente e os seres humanos. Já para Nourbakhsh (2021), robótica é o campo interdisciplinar que combina inteligência artificial, engenharia mecânica, elétrica e ciência da computação para projetar sistemas autônomos e interativos que percebem, decidem e agem em ambientes físicos.

O vínculo entre a robótica e a educação vem sendo construído desde o século XX, tendo Seymour Papert como um dos pioneiros. O pesquisador iniciou investigações centradas no uso da robótica como ferramenta pedagógica nos anos 1960, reconhecendo o potencial lúdico e cativante dos computadores para crianças. Ele desenvolveu a linguagem LOGO, baseada nos movimentos de uma tartaruga, a qual era controlada por comandos emitidos pelo usuário. Papert ressalta a importância dos robôs reais e de sua tridimensionalidade que, ao se mover no espaço e no tempo, podem simular comportamentos diversos. Isso é uma das vantagens desse tipo de prática pedagógica, uma vez que os discentes se engajam mais quando lidam com objetos em vez de fórmulas e abstrações (Papert, 2020).

De acordo com Eguchi (2010) e Benitti (2012), a robótica, quando usada em um contexto educacional, apresenta um expressivo potencial para o aprendizado de estudantes em diversas áreas do conhecimento, como as Ciências da Natureza, Matemática, Engenharia, Computação, entre outras. Além disso, contribui para a formação integral do indivíduo, abrangendo aspectos relacionados à cognição, metacognição e ao desenvolvimento de habilidades sociais, como competências de pesquisa, pensamento criativo, tomada de decisão, resolução de problemas, comunicação e trabalho colaborativo.

Campos (2017) traz uma perspectiva de que a robótica na educação surgiu como um recurso tecnológico de aprendizagem que permite “aprender fazendo”, além de propiciar atividades lúdicas em um ambiente de aprendizagem atrativo. Toh et al. (2016) destacam que o uso de robótica na educação também promove o desenvolvimento linguístico e conceitual dos estudantes, auxiliando no aprimoramento de competências científicas.

Contudo, apesar das potencialidades que as tecnologias digitais e a robótica, mais especificamente oferecem ao processo educativo, é importante considerar com cautela seus limites e desafios. O Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023 (UNESCO,

2023), destaca que o uso desse tipo de tecnologia na educação ainda carece de evidências consistentes quanto à sua efetividade em diferentes contextos. Além disso, o acesso desigual a dispositivos, conectividade e formação docente pode comprometer os benefícios esperados, especialmente em regiões com menor infraestrutura. O documento também aponta que a tecnologia deve ser integrada de forma intencional às práticas pedagógicas, respeitando as necessidades locais e promovendo a inclusão. Assim, mais do que adotar inovações tecnológicas de forma generalizada, é necessário pensar em estratégias que considerem as especificidades dos contextos educacionais e promovam a redução das desigualdades.

A robótica é mencionada na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018, p. 477), tratada como itinerário formativo no Ensino Médio, dentro da matemática e suas tecnologias relacionando esse tipo de ferramenta ao “aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, [...] considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino”.

Nas Normas sobre Computação na Educação Básica como um complemento à BNCC (Brasil, 2022), existem algumas orientações para o uso de robôs ou dispositivos robóticos em todos os níveis da educação básica, na educação infantil usando, por exemplo, a expressão “brincar com dispositivos robóticos” (p. 7), no ensino fundamental orientado a “modelar o comportamento de um robô utilizando autômatos, descrevendo eventos acionados a partir da leitura de seus sensores” (p. 53) e no ensino médio com o objetivo de “desenvolver projetos com robótica, utilizando artefatos físicos ou simuladores” (p. 66).

Diante do exposto e levando em consideração o perfil interdisciplinar do uso da robótica na educação, como mencionado por autores, surge o questionamento: quais as características das teses e dissertações derivadas de pesquisas desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação (PPG) que tiveram como temática aspectos relacionados à robótica e ao campo da educação e do ensino? Nesse sentido, elencamos como objetivo desta pesquisa: descrever um panorama das características das teses e dissertações publicadas entre 2013 e 2022 por PPG que trabalharam com robótica e educação/ ensino. Para tanto, recorremos ao uso de algoritmos de mineração de textos a partir de metadados, resumos e palavras-chaves.

Trabalhos Relacionados

A crescente inserção das tecnologias digitais na educação tem impulsionado o uso da robótica educacional como ferramenta pedagógica em diferentes níveis de ensino. Essa abordagem tem fomentado novas discussões sobre estratégias de ensino-aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de competências interdisciplinares e promovendo maior engajamento dos estudantes. Diante desse cenário, diversos estudos têm analisado a aplicação da robótica na educação sob diferentes perspectivas, incluindo sua relação com o pensamento computacional, metodologias ativas e a formação docente.

As revisões sistemáticas da literatura desempenham um papel fundamental na identificação das principais contribuições e desafios dessa abordagem, destacando a necessidade de investigações que aprofundem o impacto da robótica no processo de ensino-aprendizagem, bem como sua inserção nos currículos escolares. Além disso, pesquisas empíricas têm

evidenciado o potencial da robótica na promoção da aprendizagem ativa, especialmente por meio de práticas experimentais e colaborativas.

Santos e Meneghetti (2024), examinaram a interdisciplinaridade na robótica educacional em dissertações e teses voltadas à Educação Básica pública, adotando uma abordagem teórico-bibliográfica e interpretativo-fenomenológica. As pesquisadoras apontam que a robótica favorece a integração entre diferentes disciplinas, especialmente Matemática e Ciências Naturais, promovendo uma aprendizagem contextualizada e menos compartimentada. Destacam metodologias como a resolução de problemas, o ensino por projetos e o desenvolvimento do pensamento computacional, as quais incentivam a interdisciplinaridade e aprimoram habilidades de colaboração, criatividade e raciocínio lógico. A pesquisa enfatiza a necessidade de políticas públicas que integrem a robótica ao currículo escolar de forma estruturada, transcendendo seu papel como atividade extracurricular.

Noronha e Silva (2025) conduziram uma revisão sistemática abrangendo estudos publicados entre 2020 e 2024, analisando a aplicação da robótica educacional no Brasil. Os autores destacam a crescente adoção dessa tecnologia em práticas interdisciplinares e seus benefícios para o desenvolvimento de habilidades técnicas e sociais. Contudo, ressaltam a necessidade de maior padronização metodológica para viabilizar a comparabilidade dos resultados e consolidar evidências sobre a eficácia da robótica educacional. Além disso, apontam para a importância de expandir as investigações a contextos educacionais diversos, incluindo escolas rurais e comunidades com recursos tecnológicos limitados.

Em uma abordagem complementar, Motta et al. (2024) realizaram um mapeamento sistemático de artigos que discutem a robótica educacional como ferramenta interdisciplinar na educação básica, analisando publicações entre 2016 e 2020. O estudo revela que a robótica tem sido utilizada para integrar diferentes disciplinas, proporcionando uma aprendizagem mais contextualizada e significativa. No entanto, os autores enfatizam a escassez de pesquisas que explorem as percepções dos professores sobre a viabilidade e os desafios da implementação de projetos interdisciplinares de robótica, indicando a necessidade de investigações que identifiquem barreiras e estratégias facilitadoras para sua adoção nas escolas.

No que se refere à formação docente, Freitas Neto e Bertagnolli (2021) identificaram uma lacuna significativa na literatura relacionada ao uso de kits de robótica de código aberto na capacitação de professores, bem como a estratégias de baixo custo para a implementação da robótica no ambiente escolar. Os autores argumentam que a formação docente deve ser aprimorada para que os educadores possam integrar essa tecnologia de maneira efetiva ao currículo escolar, garantindo um ensino inovador e acessível.

Já Sokolonski et al. (2020), ao realizarem uma revisão sistemática sobre a robótica educacional e seu impacto no desenvolvimento do raciocínio computacional, evidenciaram que essa tecnologia, ao ser aplicada por meio de metodologias ativas e lúdicas, favorece significativamente o aprendizado dos estudantes. No entanto, os autores apontam para a necessidade de mais estudos empíricos que validem essa relação, considerando diferentes contextos educacionais e metodologias de ensino.

Souza e Castro (2022), por sua vez, investigaram a aplicação da robótica no ensino e na aprendizagem da matemática no ensino fundamental e médio no Brasil. Embora os resultados indiquem um grande potencial da robótica para transformar práticas pedagógicas, os autores observaram que, em muitos casos, sua implementação permanece centrada no professor, sem incentivar adequadamente o protagonismo estudantil. Para que os benefícios da robótica educacional sejam plenamente aproveitados, os pesquisadores sugerem a adoção de abordagens que promovam a participação ativa dos estudantes e a mediação pedagógica mais interativa dos professores.

Os estudos refletem o potencial da robótica educacional para os processos de ensino-aprendizagem, discutindo oportunidades para o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais, além de fomentar o aprendizado interdisciplinar. Diante disso, fica exposta a importância da realização de pesquisas que explorem lacunas, ampliando o conhecimento sobre a efetividade da robótica na educação e propondo estratégias para sua implementação eficaz.

Percorso Metodológico

Para atingir o objetivo proposto e em razão do volume de teses e dissertações que compõem o corpus desta pesquisa, foi realizado um estudo a partir do uso das técnicas de mineração de textos para tratamento e análise dos dados. A mineração de textos é uma abordagem analítica que visa identificar regularidades, padrões e tendências em grandes volumes de textos escritos em linguagem natural. Inspirada pela mineração de dados, busca revelar padrões latentes em bases de dados estruturadas e se concentra na extração de conhecimento útil a partir de dados não estruturados ou semiestruturados, como documentos, relatórios e publicações digitais (Aranha e Passos, 2006). Essa prática engloba um conjunto diversificado de métodos e técnicas que permitem explorar, organizar e descobrir informações relevantes em dados textuais e apresentá-las de forma coerente e concisa (Bezerra e Guimarães, 2014; Patel e Soni, 2012).

Nessa pesquisa foi considerada como base de dados com a plataforma Dados Abertos Capes¹, organização governamental que, segundo a Lei de Acesso à Informação (Brasil, 2011), deve disponibilizar dados à sociedade. De acordo com a plataforma, no ambiente estão disponíveis “[...] dados e informações sobre a pós-graduação brasileira, sobre a formação de professores para educação básica e outros temas relacionados à educação” (CAPES, 2017).

Todo o processamento e análise dos dados foi feito com apoio da linguagem de programação R na IDE² RStudio, seguindo o fluxograma da figura 1:

¹ <https://dadosabertos.capes.gov.br/>

² Ambiente de Desenvolvimento Integrado

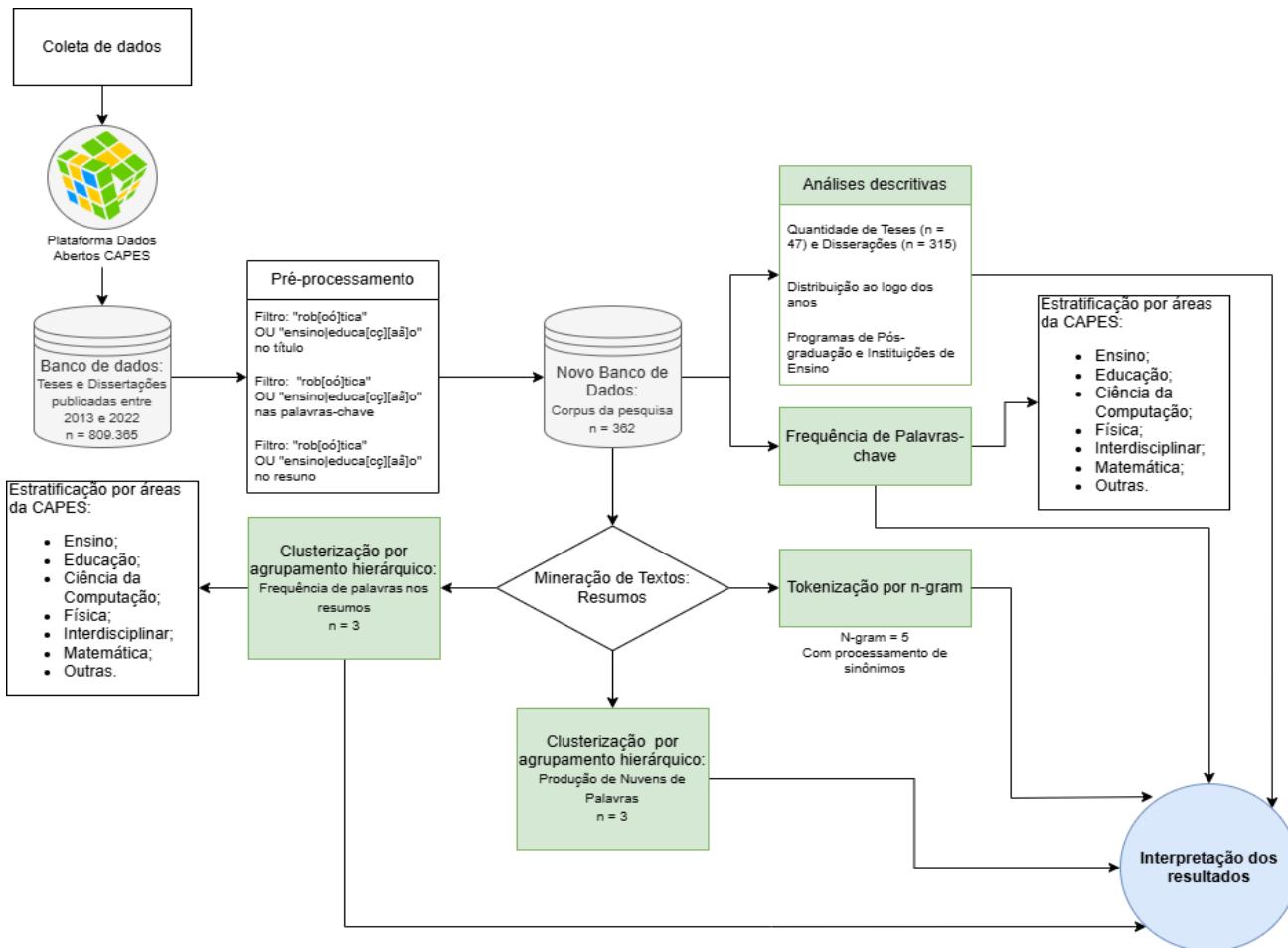


Figura 1. Fluxograma da pesquisa

Vale destacar que a estratégia metodológica adotada neste estudo se concentrou na análise de metadados, palavras-chave e resumos das teses e dissertações disponíveis na plataforma da CAPES, considerando a viabilidade de tratamento automatizado por meio de técnicas de mineração de textos. No entanto, é importante reconhecer que essa escolha metodológica apresenta limitações. Embora os resumos ofereçam uma visão geral do trabalho, nem sempre refletem com precisão a complexidade das abordagens teóricas, metodológicas e analíticas utilizadas. Aspectos importantes podem estar ausentes, pouco desenvolvidos ou mesmo subestimados nos resumos, o que pode influenciar a interpretação dos dados extraídos.

Pré-processamento dos dados

O banco de dados desta pesquisa foi inicialmente composto por 809.365 teses e dissertações publicadas entre 2013 e 2022 em todos os PPG do Brasil. No pré-processamento, aplicamos filtros para selecionar os resultados referentes a teses e dissertações que continham nos títulos, resumos e/ou palavras-chave os descritores “robótica” E “educação” OU “ensino”. Ao final dessa etapa, o corpus da pesquisa contou com 362 produções, sendo 315 dissertações e 47 teses de variados PPG. A partir desse novo banco de dados, iniciou-se o processamento para análise das produções.

Procedimentos para análise dos dados

Para a análise do corpus desta pesquisa, foram utilizadas técnicas de Machine Learning, levando em consideração: a frequência de publicação ao longo dos anos considerados; PPG e Instituição de Ensino; e a frequência das palavras-chave nas publicações e seus respectivos resumos.

A fim de aprofundar as interpretações dos dados, as produções foram estratificadas por área da CAPES, sendo “ensino”, “educação”, “ciência da computação”, “física”, “interdisciplinar” e “matemática” as áreas que tiveram 20 ou mais produções, referenciadas no estudo por seus próprios nomes. Áreas com menos de 20 produções, como engenharias diversas, administração, arte, psicologia, economia, entre outras, foram agrupadas sob o termo “outras”.

Considerando a quantidade geral de trabalhos por área, “Ensino” aparece com o maior número, totalizando 115 produções; “Educação” figura em seguida, com 63 teses e dissertações; seguidas por “Ciência da Computação”, “Física”, “Interdisciplinar” e “Matemática”, com 40, 34, 29 e 26 produções, respectivamente.

Técnicas analíticas e estatísticas utilizadas

Para contabilizar as palavras-chave mais recorrentes, selecionamos as 20 mais frequentes em todas as produções e, posteriormente, estratificamos as 10 mais frequentes em cada área para análise.

Nos resumos, utilizamos as técnicas algorítmicas de tokenização por n-gram e clusterização de dados. Com a tokenização, é possível verificar sequências consecutivas de palavras que aparecem em diferentes produções. O valor de n define o tamanho do n-gram; neste estudo, adotou-se $n = 5$, técnica útil para comparar as sentenças mais recorrentes em cada área da CAPES nas produções consideradas.

A clusterização consiste na organização de um conjunto de dados em subgrupos denominados clusters, agrupados pela maior similaridade dos elementos pertencentes a um mesmo cluster, em comparação com os de outros grupos (Madhulatha, 2012). O objetivo é identificar automaticamente padrões e estruturas dentro de grandes volumes de dados textuais, organizando documentos ou frases com características similares em grupos distintos, sem a necessidade de rótulos ou categorias pré-definidas. Trata-se de uma técnica de Machine Learning não supervisionado, que visa agrupar os dados em conjuntos distintos entre si (Xu e Tain, 2015).

Nesta pesquisa, programamos o algoritmo com base na técnica de agrupamento hierárquico, permitindo a criação de três clusters com base em critérios específicos de similaridade ou dissimilaridade. Para isso, utilizamos o método Ward.D2, o qual minimiza a variância intra-cluster e define a distância entre os clusters como o valor máximo de todos os pareamentos entre os elementos (Kassambara, 2017a).

Para evidenciar as palavras com base em sua frequência e similaridade, utilizamos nuvens de palavras. Essas são representações visuais que destacam as palavras mais frequentes em um conjunto de dados textuais, exibidas de modo que seu tamanho ou cor reflete a frequência no texto analisado. Antes da criação da nuvem de palavras, removemos as *stopwords*³ para garantir a visualização das palavras mais significativas.

Resultados e Discussões

A partir do pré-processamento, com base nas 362 produções, percebemos uma tendência de crescimento no número de produções, sendo 2019 o ano com maior publicação levando em consideração os parâmetros desta pesquisa (figura 2A):

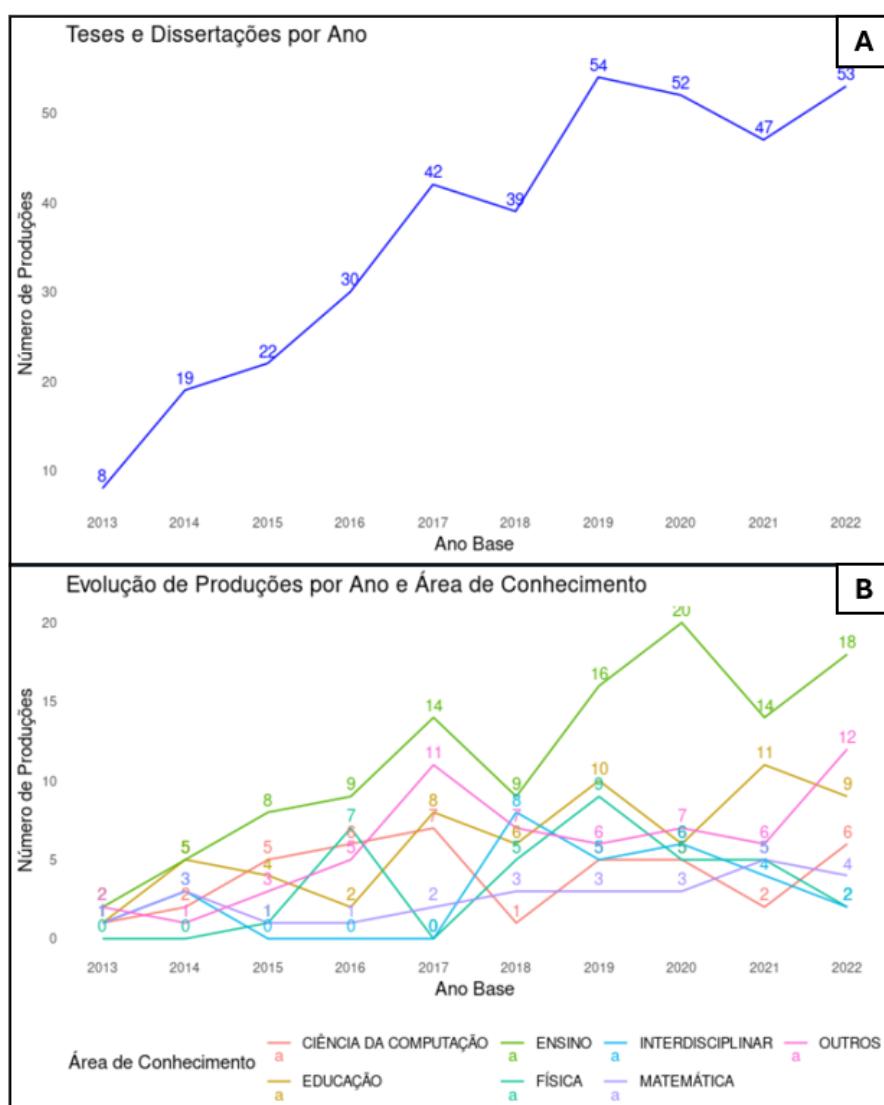


Figura 2. Quantidade de Teses e Dissertações que possuem os termos "robótica" e "educação" ou "ensino" publicadas entre 2013 e 2022

³ Stopwords são palavras que podem ser consideradas irrelevantes para o conjunto de resultados a ser exibido em uma busca realizada em uma *search engine*. Exemplos: as, e, os, de, para, com, sem.

A figura 2B ilustra a quantidade de produções ao longo dos anos, por área de conhecimento da CAPES. Pode-se notar que a área “Ensino” apresenta um número superior de trabalhos em relação às demais durante todo o recorte temporal, destacando-se a partir de 2019, seguida pelas áreas “Educação” e “Ciência da Computação”.

Com relação aos PPG que mais têm produções levando em consideração esses parâmetros, o “Educação e Novas Tecnologias” do Centro Universitário Internacional aparece com maior frequência, considerando a quantidade de trabalhos, com 9 publicações; seguido pelo PPG em Informática da UFRJ, com 6; e pelos programas de Educação Matemática e Tecnológica da UFPE, Engenharia Elétrica da UFRN, Ensino de Ciências da UFRPE e Formação Científica, Educacional e Tecnológica da UTFPR, cada um com 5 publicações.

Esses dados sugerem um contexto multidisciplinar do uso da robótica para fins educacionais, figurando como uma possibilidade para os mais variados conteúdos e áreas. Isso está em consonância com estudos recentes que evidenciam que a robótica educacional contribui significativamente para ampliar as possibilidades de integração de tecnologias no ensino de disciplinas STEM (Andriola, 2021; Zilli et al., 2021).

O que dizem as palavras-chave

Palavras-chave são termos selecionados pelo autor com o objetivo de sintetizar os principais temas abordados em um trabalho, destacando as ideias e tópicos mais relevantes. Esses termos funcionam como referência para facilitar a indexação e a recuperação do conteúdo em pesquisas acadêmicas e científicas. Na Figura 3 podemos verificar quais as palavras-chave mais recorrentes nas teses e dissertações consideradas.

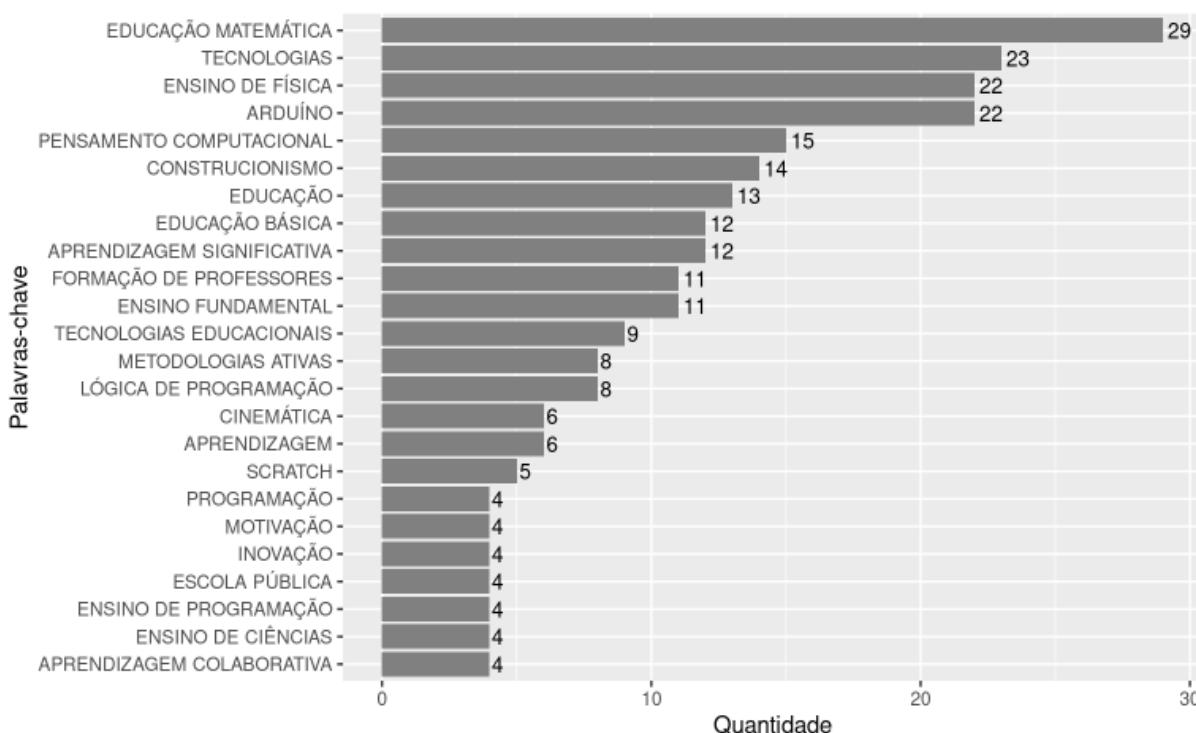


Figura 3. Palavras-chave mais frequentes nas Teses e Dissertações

Com base nos dados apresentados, observamos que a palavra-chave mais frequente nas produções analisadas é “Educação Matemática”, presente em 29 trabalhos, o que indica uma predominância de pesquisas relacionadas ao uso da robótica como ferramenta pedagógica no ensino dessa disciplina. Segundo Macina-Junior (2023), “a robótica e a matemática estão intrinsecamente aplicadas, uma vez que a matemática fornece as bases teóricas e práticas para a compreensão, projeto e operação de sistemas robóticos”. Outros pesquisadores da área também relatam o uso recorrente de robôs para explorar conceitos matemáticos, destacando que a construção e programação desses artefatos podem envolver e desenvolver tais conceitos (Zilio, 2020; Santos e Medeiros, 2017; Silva et al., 2015; Rodrigues, 2015). Outro aspecto a ser considerado é que a BNCC prevê o uso da robótica no ensino de Matemática desde 2018.

Palavras-chave por área CAPES

Quando estratificamos a frequência das palavras-chave por área da CAPES, na área “Ensino” as cinco mais frequentes são: Educação Matemática, Ensino de Física, Tecnologias, Construcionismo e Arduino. Estudos como os de Amadei (2024), Silva (2023), Gesser (2022) e Fornaza (2016) enfatizam que a robótica, por ser um ambiente caracterizado pela tecnologia e criatividade, proporciona a vivência intuitiva de conceitos de Matemática e Física.

A teoria da aprendizagem construcionista e a robótica no contexto educacional caminham juntas desde os trabalhos de Papert com a linguagem LOGO (Papert, 1985). De acordo com Prado e Morceli (2019), compreender os princípios do construcionismo aplicados à robótica educacional é fundamental para identificar propostas genuínas em iniciativas pedagógicas que envolvam essa tecnologia. Valente (2020) destaca que o construcionismo enfatiza o uso de ferramentas, como a programação em computadores ou atividades práticas, como meios para expressar e construir o conhecimento.

A palavra “Arduino”, também destacada, refere-se a uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, amplamente utilizada em práticas de robótica educacional. Essa abordagem, denominada “robótica livre”, promove o desenvolvimento, a adaptação e o compartilhamento de projetos pelos participantes, favorecendo o acesso democrático a tecnologias modernas (Arduino IDE, 2023). Nessa perspectiva, Souza (2017) arrola que quando falamos em “Arduino”, podemos estar nos referindo ao hardware Arduino (isto é, seus vários modelos de placas), ao software Arduino (isto é, o ambiente onde desenvolvemos o código fonte e a linguagem Arduino) ou, ainda a ideia Arduino (isto é, a de ser uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo e de fácil uso). A definição mais geral de Arduino engloba esses três aspectos.

Na área “Educação”, as palavras-chave mais frequentes são “formação de professores”, “tecnologias”, “ensino fundamental” e “aprendizagem”. Esses termos indicam que os trabalhos abrangem diferentes níveis de ensino, evidenciando a amplitude da aplicação das tecnologias educacionais nesses contextos. Palavras como “tecnologias educacionais”, “lógica de programação”, “pensamento computacional” e “Arduino” destacam-se nas áreas de avaliação da CAPES denominadas “Interdisciplinar” e “Matemática”.

Já na área de “Física”, “aprendizagem significativa” se destaca como palavra-chave. Conforme Moreira (2012), a aprendizagem significativa ocorre pela interação substancial entre conceitos prévios relevantes e novas informações, sendo uma estratégia importante em contextos formais de ensino. Esse dado corrobora a discussão de Solino (2024), que evidencia que estratégias didáticas para o desenvolvimento da aprendizagem significativa de conceitos de física têm sido uma tendência nas pesquisas recentes da área.

Referências ao termo “Pensamento Computacional” são mais recorrentes em trabalhos da área de “Ciência da Computação”, seguidas por “ensino de programação” e “laboratórios remotos”. Para a Sociedade Brasileira de Computação (SBC, 2019, p. 5), o Pensamento Computacional (PC) está “presente em todas as áreas e está intrinsecamente ligado à resolução de problemas”. Jeannette Marie Wing, pesquisadora do tema, o define como “um conceito crucial na educação, envolvendo resolução de problemas, projeção de sistemas e compreensão do comportamento humano, baseados nos princípios das ciências da computação” (Wing, 2006). Caracteriza-se por habilidades como análise, modelagem, resolução de problemas e criação de algoritmos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

O que dizem os resumos

Para analisar os resumos, foram utilizadas técnicas de machine learning, especificamente a tokenização por n-gram e a clusterização, com o objetivo de organizar os dados quanto à frequência das palavras e à relação de proximidade entre elas. O principal objetivo da clusterização em mineração textual é identificar grupos de documentos, sentenças ou termos que compartilham semelhanças com base em seus conteúdos. Já a tokenização por n-gram visa decompor um texto em sequências de n elementos contíguos (caracteres ou palavras), preservando as dependências e relações entre palavras adjacentes, capturando informações contextuais que vão além do significado individual das palavras.

Neste estudo, programamos o algoritmo de aglomeração hierárquica (`hclust`) utilizando o método Ward.D2 para gerar três clusters com base na matriz de similaridade dos termos. Para fins de visualização, organizamos os termos de cada cluster em nuvens de palavras, conforme ilustrado na Figura 4.

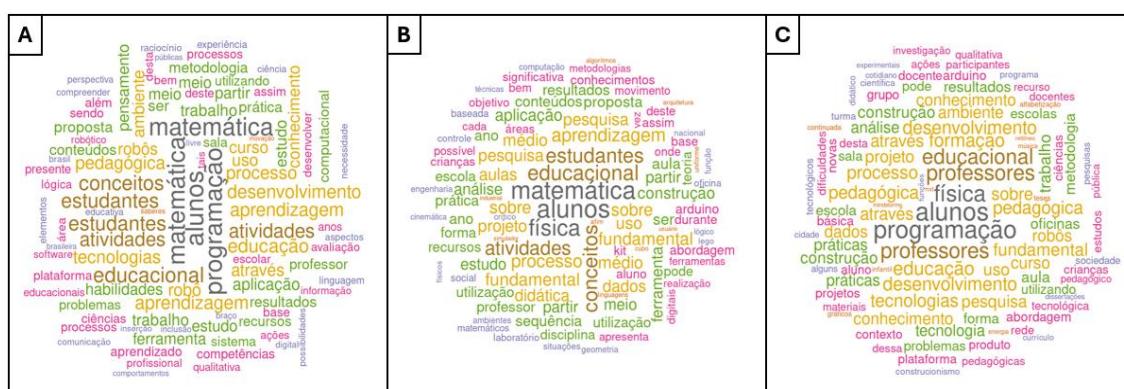


Figura 4. Nuvens de Palavras com *clusters* dos resumos

Cluster A

A Figura 3A apresenta uma nuvem de palavras que sintetizam visualmente os termos mais recorrentes no primeiro cluster. Palavras como “matemática”, “alunos” e “programação” destacam-se pelo tamanho ampliado, indicando maior frequência no corpus analisado. Os termos “matemática” e “programação”, em destaque, sugerem uma abordagem interdisciplinar que integra a educação matemática com conceitos de pensamento computacional e tecnologia. Tal integração está alinhada às demandas contemporâneas da educação, em que o uso de ferramentas digitais, robótica e linguagens de programação visa não apenas o desenvolvimento de habilidades matemáticas, mas também o raciocínio lógico e a resolução de problemas complexos (Papert, 2020; Wing, 2006).

O ensino de programação está frequentemente associado ao desenvolvimento de competências cognitivas e procedimentais, segundo os autores das teses e dissertações, promovendo raciocínio lógico, autonomia e pensamento crítico entre os alunos. Isso está em consonância com as diretrizes atuais da BNCC (Brasil, 2018), que ressaltam a importância da educação digital e tecnológica para a formação integral dos estudantes.

Além disso, a presença de palavras como “educação”, “pedagógica”, “metodologia”, “conceitos” e “proposta” aponta para um foco no desenvolvimento de práticas pedagógicas estruturadas. Termos como “aprendizagem”, “desenvolvimento”, “estudantes”, “alunos” e “atividades” evidenciam a ênfase no papel ativo dos discentes no processo educacional. A utilização de palavras como “robótica”, “ferramenta”, “aplicação” e “recursos” revela a aplicação desses recursos como mediadores desse processo, um entendimento também presente em estudos que destacam as tecnologias digitais como possíveis promotoras de aprendizagens mais contextualizadas (Moran, 2015; Valente, 1999).

Em suma, observa-se um foco na interdisciplinaridade, na aplicação de metodologias ativas e no uso de ferramentas digitais, com destaque para a programação e a robótica como recursos pedagógicos fundamentais. A presença de termos relacionados ao desenvolvimento de competências, à aprendizagem ativa e aos resultados educacionais sugere uma abordagem voltada para a formação integral do estudante, articulando saberes teóricos e práticos para enfrentar os desafios do século XXI.

Cluster B

Ao analisar a segunda nuvem de palavras (Figura 4B), observa-se um cenário educacional mais amplo, com ênfase nos processos de ensino e aprendizagem, envolvendo conceitos de matemática, física e práticas pedagógicas baseadas em projetos e ferramentas tecnológicas. As palavras em destaque sugerem interesse na articulação de conteúdos matemáticos ou físicos com a robótica por meio de atividades práticas, como laboratórios e projetos de construção.

O termo “aprendizagem”, associado a palavras como “significativa”, “sequência”, “projeto” e “processo”, evidencia a valorização de abordagens educacionais que priorizam a construção ativa do conhecimento. A presença de termos como “Arduino”, “digitais”, “construção”,

“utilização” e “ferramenta” indica uma preocupação com a inclusão tecnológica e o desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas à programação, à engenharia educacional e ao uso de kits tecnológicos (Arduino, Lego, entre outros). Esses recursos podem favorecer a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos e práticos, alinhados às demandas contemporâneas da Educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

A presença das palavras “pesquisa”, “análise”, “dados”, “estudo” e “resultados” sinaliza uma abordagem orientada à investigação científica e à mensuração de resultados práticos. Tal foco indica uma preocupação com a validade pedagógica das metodologias utilizadas e seu impacto no processo de aprendizagem. A ênfase na “aplicação” e no “uso” de tecnologias destaca a articulação entre teoria e prática, fundamental para o desenvolvimento de competências científicas e educacionais.

Cluster C

Na nuvem 3 (Figura 4C), a palavra “programação” aparece como elemento central, propondo que a alfabetização digital e a introdução ao pensamento computacional são aspectos prioritários nas práticas educacionais descritas. A presença de termos como “Arduino”, “robôs”, “tecnológicas” e “plataforma” reforça a integração de ferramentas e recursos tecnológicos no ensino.

O destaque para “física” indica a conexão entre as ciências exatas e a aplicação da tecnologia por meio de projetos como robótica, experimentação científica e programação de dispositivos eletrônicos. As palavras “tecnologias”, “conhecimento” e “educação” sinalizam que a inserção de ferramentas digitais está associada à modernização das práticas pedagógicas e ao desenvolvimento de novas habilidades nos alunos.

A palavra “professores” ocupa posição de destaque, reforçando o papel central dos docentes como mediadores do conhecimento no processo educacional. Termos como “formação”, “pedagógica”, “curso” e “trabalho” indicam a importância da formação continuada para capacitar os professores no uso de metodologias que envolvem tecnologias e inovação, evidenciando a necessidade de desenvolver competências digitais e pedagógicas para a utilização de programação, robótica e outros recursos em sala de aula.

A recorrência de termos relacionados à ciência e tecnologia aponta a integração das tecnologias educacionais como eixo estruturante das práticas pedagógicas. O uso de dispositivos e linguagens computacionais no ensino, especialmente em disciplinas como física e matemática, pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, tendo potencial para a promoção do desenvolvimento do pensamento computacional e da alfabetização científica e digital.

A convergência entre os elementos analisados nas três nuvens de palavras expõe uma educação voltada para a experimentação, o protagonismo estudantil e a inovação tecnológica, com forte ênfase na formação de professores e na adoção de metodologias ativas. Essa abordagem representa um movimento desses pesquisadores em direção a uma educação mais

dinâmica, interdisciplinar e orientada para a resolução de problemas, fundamentada em preparar os estudantes para os desafios contemporâneos e futuros.

Relações entre as palavras nos resumos

Para analisar a relação entre as palavras dos resumos, utilizamos a técnica de tokenização por n-gram, um método de machine learning programado para identificar as sequências de cinco palavras mais frequentes nos textos. Ao segmentar o texto em sequências consecutivas de cinco palavras, essa abordagem permite identificar padrões, relações semânticas e tendências temáticas subjacentes ao corpus. No contexto desta análise, os resumos de teses e dissertações compõem o corpus, e a tokenização por n-gram oferece insights sobre as principais tendências de pesquisa nas áreas do conhecimento consideradas. No Quadro 1 podemos verificar as 10 palavras mais frequentes de todo o corpus.

Quadro 1. Top 10 n-gram mais frequentes nos resumos

N-GRAM	QUANTIDADE
Processo de ensino-aprendizagem	136
Ensino Fundamental	59
Aprendizagem Significativa	24
BNCC	24
Estudo de Caso	14
Primeiro ano do ensino	11
Pensamento Computacional	10
Em sala de aula	9
Alunos do primeiro ano	8
Da rede municipal de ensino	7

A partir dessa análise, verifica-se que o campo da educação emerge como tema central das pesquisas, sendo o n-gram mais frequente “processo de ensino-aprendizagem”. Esse dado reflete um interesse significativo em compreender a sistematização do conhecimento e em explorar estratégias para otimizar as práticas pedagógicas. A concentração de estudos voltados ao Ensino Fundamental mostra a relevância dessa etapa da educação básica como foco investigativo, possivelmente motivada pela necessidade de explorar as especificidades do ensino nessa fase e de propor soluções para os desafios enfrentados por professores e alunos.

A recorrência do termo “aprendizagem significativa” destaca a atenção dedicada a teorias que privilegiam a construção ativa do conhecimento pelo aluno, contrastando com abordagens tradicionais centradas na mera transmissão de informações. A presença da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) entre os termos mais frequentes indica a influência desse documento normativo nas pesquisas educacionais. A análise da frequência e do contexto de

uso desse termo pode revelar percepções sobre sua interpretação e implementação pelos pesquisadores.

A utilização frequente do “estudo de caso” como possível metodologia de pesquisa evidencia a busca por aprofundar a compreensão de fenômenos educacionais complexos por meio da análise detalhada de situações específicas. Além disso, n-grams como “do primeiro ano do ensino”, “pensamento computacional” e “em sala de aula e” sugerem interesses diversificados, abrangendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, a integração de tecnologias na educação e as práticas pedagógicas em ambientes escolares. Esses elementos delineiam um panorama investigativo voltado para questões contemporâneas e práticas do contexto educacional.

Autores realçam que a robótica na educação possibilita a integração de diversas áreas do conhecimento em um mesmo processo de ensino, promovendo uma abordagem interdisciplinar. Sua aplicação proporciona momentos em que os estudantes são incentivados a desenvolver habilidades de resolução de problemas por meio da elaboração de projetos de robótica (Maliuk, 2009; Furletti, 2010).

Ao estratificar os dados por área da CAPES (Quadro 2), observa-se que cada área apresenta particularidades, evidenciando o foco específico das teses e dissertações.

Quadro 2. Os 5 N-gram mais frequentes por área CAPES

	ENSINO	EDUCAÇÃO	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	FÍSICA	INTERDISCIPLINAR	MATEMÁTICA
1	Processo de ensino-aprendizagem	Processo de ensino-aprendizagem	Pensamento Computacional	Aprendizagem Significativa	Processo de ensino-aprendizagem	Objetivo de pesquisa
2	Ensino Fundamental	Ensino Fundamental	BNCC	Processo de ensino-aprendizagem	Metodologias Ativas	Processo de ensino-aprendizagem
3	Aprendizagem Significativa	Rede Municipal de ensino	Como uma ferramenta de ensino	Do primeiro ano do ensino	BNCC	BNCC
4	Desenvolvimento do pensamento computacional	Instrumentos de coleta de dados	Desenvolvimento orientado a modelos	Aumentar o interesse do aluno	Alunos da turma que usou	A teoria de matrizes de
5	Estudo de Caso	Do primeiro ano do ensino	Alunos do primeiro ano do	Como ferramenta motivadora auxiliar	Ano do ensino fundamental anos	Com o cubo de rubik

Na área de Ensino, observa-se uma predominância de temas ligados ao “processo de ensino-aprendizagem” e à “aprendizagem significativa”, destacando a centralidade das práticas pedagógicas no desenvolvimento das pesquisas. A expressão “Ensino Fundamental” revela o foco nas séries iniciais da educação, que demandam atenção específica para a construção das bases cognitivas dos estudantes. A presença de termos como “desenvolvimento do

“pensamento computacional” também sinaliza a incorporação dessas habilidades no processo de ensino.

De maneira semelhante, a área de Educação apresenta uma concentração de expressões relacionadas ao processo de ensino e à organização das práticas educativas. A recorrência de “rede municipal de ensino” e “instrumentos de coleta de dados” indica interesse em pesquisas aplicadas a contextos educacionais específicos, muitas vezes voltadas para a realidade das escolas públicas. Além disso, o destaque para “do primeiro ano do ensino” sugere investigações voltadas para os anos iniciais, com foco no impacto do ensino na formação educacional dos estudantes.

Por outro lado, a área de Ciência da Computação apresenta temáticas alinhadas às demandas tecnológicas e educacionais contemporâneas, como evidenciado pelo destaque ao “pensamento computacional”. A presença desse termo reflete a influência das diretrizes da BNCC, que incorporam o desenvolvimento do pensamento computacional como competência essencial para o século XXI. Expressões como “desenvolvimento orientado a modelos” e “como uma ferramenta de ensino” reforçam a abordagem prática e aplicada das pesquisas na área, evidenciando o uso de ferramentas computacionais e modelagens como recursos pedagógicos.

Na área de Física, percebe-se ênfase em práticas de ensino que buscam tornar a aprendizagem mais atrativa e significativa. O destaque para “aprendizagem significativa” e “aumentar o interesse do aluno” revela preocupações didáticas com a motivação e o engajamento dos estudantes, especialmente em uma disciplina frequentemente considerada desafiadora. Termos como “do primeiro ano do ensino” e “como ferramenta motivadora auxiliar” indicam o foco na aplicação de métodos e ferramentas para facilitar o aprendizado nos anos iniciais do ensino de Física.

Teses e dissertações de programas da área Interdisciplinar, por sua vez, refletem tendências pedagógicas inovadoras, como indicado pelo destaque para “metodologias ativas”. Essa expressão revela a busca por práticas que promovam o protagonismo dos estudantes e a construção colaborativa do conhecimento. O termo “BNCC” também aparece em destaque, reforçando o alinhamento com políticas educacionais nacionais e a integração de diferentes áreas do saber. Além disso, a expressão “alunos da turma que usou” sugere enfoque em estudos de caso e análises empíricas que avaliam o impacto de práticas inovadoras no contexto escolar.

Em Matemática, percebe-se uma combinação de temas investigativos e práticos. O destaque para “objetivo de pesquisa” reflete o caráter mais técnico e formal das pesquisas na área, enquanto expressões como “a teoria de matrizes” indicam a abordagem de conteúdos específicos e avançados. A presença do termo “com o cubo de Rubik” sugere estratégias lúdicas para o ensino de conceitos matemáticos, promovendo motivação e compreensão dos estudantes por meio de recursos práticos e visuais.

Diante dos resultados obtidos, observa-se que as temáticas predominantes em cada área dialogam com as demandas específicas de suas respectivas comunidades acadêmicas e

educacionais. O destaque para a BNCC em áreas como Ciência da Computação, Interdisciplinar e Matemática reflete a influência dessa política educacional como diretriz para o desenvolvimento de competências essenciais. Além disso, a presença de temas relacionados à aprendizagem significativa e ao processo de ensino-aprendizagem evidencia o compromisso das pesquisas com práticas pedagógicas contextualizadas e voltadas para a formação integral dos estudantes.

Considerações finais

O presente estudo apresentou, a partir de uma metodologia baseada em mineração de textos, um panorama do uso da robótica em pesquisas de pós-graduação, nos níveis de mestrado e doutorado no Brasil, publicadas entre 2013 e 2022. Com o objetivo de descrever as características desse tipo de pesquisa, analisamos como os autores utilizam a robótica como ferramenta pedagógica. Os dados revelam um crescimento constante da produção científica, com predominância nas áreas de Ensino, Educação e Ciência da Computação, apontando para um caráter interdisciplinar da robótica educacional e a possibilidade de articulação entre diferentes campos do saber.

As análises realizadas por meio de técnicas de mineração de textos permitiram identificar que as temáticas recorrentes nos resumos das teses e dissertações estão fortemente associadas à aprendizagem significativa, ao desenvolvimento do pensamento computacional e à adoção de metodologias ativas. Além disso, a robótica aparece como ferramenta de mediação pedagógica, especialmente em disciplinas como Matemática e Física, proporcionando abordagens práticas e interativas para conteúdos abstratos. Os resultados também indicam uma presença significativa de estudos voltados à formação docente, destacando a necessidade de capacitação contínua dos professores para o uso efetivo dessas tecnologias em sala de aula.

Ao integrar essa ferramenta ao ambiente escolar, os pesquisadores sugerem seu potencial para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, emocionais e sociais, alinhadas às demandas contemporâneas da educação e às competências essenciais do século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho em equipe e criatividade. Nesse sentido, observa-se que a utilização da robótica no corpus vai além do simples ensino de conteúdos programáticos, focando na construção ativa, colaborativa e interdisciplinar do conhecimento, estimulando o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

Em disciplinas das áreas de Matemática, Ciências e Tecnologia, as produções analisadas indicam que esse tipo de ferramenta possui potencial para favorecer a contextualização de conceitos teóricos de forma prática e aplicada, favorecendo a compreensão de conteúdos abstratos e complexos. Contudo, apesar dos benefícios da robótica nesse contexto estarem bem delineados, as produções também apontam desafios ainda latentes, como a desigualdade de infraestrutura entre escolas, a escassez de políticas públicas que garantam acesso equitativo a essas tecnologias e a limitada discussão acerca desses temas.

Dessa forma, as teses e dissertações publicadas sobre robótica em contextos educacionais e de ensino indicam que o uso da robótica e de outras tecnologias na educação deve estar

alinhado às reais necessidades dos estudantes e aos objetivos pedagógicos propostos. Os autores demonstram que a escolha e a aplicação dessas ferramentas precisam considerar o contexto em que serão utilizadas, garantindo que possam, de fato, contribuir para a aprendizagem e a equidade educacional. Sendo assim, refletir sobre quais tecnologias são mais adequadas, para quem se destinam e sob quais condições operam de forma mais eficaz é um passo essencial para que seu uso seja significativo.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à esta pesquisa.

Referências

- Amadei, J. C. O. C. (2024). O pensamento computacional, a programação e a robótica como ferramentas facilitadoras no desenvolvimento cognitivo e socioemocional do estudante [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena].
<https://doi.org/10.11606/D.97.2024.tde-12122024-143919>
- Andriola, W. B. (2021). Avaliação da familiaridade de alunos do ensino fundamental com a robótica educacional. *Educação e Linguagem*, 8(1), 33–53. <https://cutt.ly/QWh5l6R>
- Aranha, C., & Passos, E. (2006). A tecnologia de mineração de textos. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, 5(2), 1–8. <https://doi.org/10.21529/RESI.2006.0502001>
- Arduino IDE. (2023). Software Arduino IDE [Software de computador].
<https://www.arduino.cc/en/software>
- Asimov, I. (2014). Eu, robô (J. A. da Silva, Trad.). Aleph.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bezerra, C. A., & Guimarães, A. J. R. (2014). Mineração de texto aplicada às publicações científicas sobre gestão do conhecimento no período de 2003 a 2012. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 19(2), 131–146. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1834>
- Brasil. (2011). Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Diário Oficial da União.
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Ministério da Educação.
<https://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>
- Brasil. Ministério da Educação. (2022). Normas sobre computação na educação básica: Complemento à Base Nacional Comum Curricular (CNE/CEB nº 2/2022).
https://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192
- Campos, F. R. (2017). Robótica educacional no Brasil: Questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(4), 2108–2121.
<https://doi.org/10.21723/riaee.v12.n4.out./dez.2017.8778>
- CAPES. (2017). Dados abertos CAPES. <https://dadosabertos.capes.gov.br>
- Code.org. (2016). Página oficial da organização Code.org. <https://code.org/>
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of SITE 2010 – Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4006–4014). AACE.

- Evaristo, I. S. (2024). A robótica educacional e o pensamento computacional no ensino médio [Tese de Doutorado, Universidade Nove de Julho]. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/3371>
- Ferreira, A. B. H. (2024). Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa (5^a ed.). Nova Fronteira.
- Fornaza, R. (2016). Robótica educacional aplicada ao ensino de física [Dissertação de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul]. <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/1235>
- Freitas Neto, J. J., & Bertagnolli, S. C. (2021). Robótica educacional e formação de professores: Uma revisão sistemática da literatura. RENOTE, 19(1), 423–432. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.118532>
- Furletti, P. (2010). Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no ensino médio [Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais]. https://bib.pucminas.br/teses/Informatica_FurlettiS_1.pdf
- Gesser, G. J. (2022). Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/231255>
- Kassambara, A. (2017). Practical guide to cluster analysis in R. STHDA Publisher.
- Khatib, O., & Siciliano, B. (Eds.). (2022). Springer handbook of robotics (2^a ed.). Springer. <https://mrce.in/ebooks/Robotics-Springer%20Handbook%20of%20Robotics%202nd%20Ed.pdf>
- Macina Junior, J. R. (2023). O uso da robótica para o ensino e aprendizado da matemática [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]. <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/6644>
- Madhulatha, T. S. (2012). An overview on clustering methods. IOSR Journal of Engineering, 2(4), 719–725. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1205.1117>
- Maliuk, K. D. (2009). Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <http://hdl.handle.net/10183/17426>
- Moran, J. M. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf
- Moreira, A. F. (2012). Multiculturalismo: Diferenças culturais e práticas pedagógicas. Vozes.
- Motta, M. S., Gurczakoski, R. B., & Teófilo, F. M. (2024). Robótica educacional e a proposta interdisciplinar para a educação básica: Um mapeamento sistemático. Cenas Educacionais, 7, e16281. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13785863>
- Noronha, C. B., & Silva, A. J. C. (2025). Robótica educacional no Brasil: Uma revisão sistemática de literatura. RevistaFT, 29(142), 58–70. <https://revistaft.com.br/?s=th102501130922>
- Nourbakhsh, I. (2021). Introduction to robotics: Designing autonomous systems for a complex world (2^a ed.). MIT Press.
- Papert, S. (1985). Logo: Computadores e educação (J. A. Valente, B. Bitelman & A. V. Ripper, Trads.). Brasiliense.
- Papert, S. (2020). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas (Revised ed.). Basic Books.
- Patel, F. N., & Soni, N. R. (2012). Text mining: A brief survey. International Journal of Advanced Computer Research, 2(4), 234–239. <https://accentsjournals.org/PaperDirectory/Conference/ICETT-2012/43.pdf>
- Prado, J. P. A., & Morceli, G. (2019). Robótica educacional: Do conceito e robótica aplicada à concepção dos kits. In D. A. Peralta (Org.), Robótica e processos formativos: Da epistemologia dos kits (pp. 31–57). Editora Fi.
- Rodrigues, W. S. (2015). Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6.^º ao 9.^º ano do ensino fundamental: Utilização da metodologia LEGO® Zoom Education [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Estadual Paulista]. <https://biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/cathedra/27-08-2015/000844410.pdf>

- Santos, I., & Medeiros, L. F. (2017). Robótica com materiais recicláveis e a aprendizagem significativa no ensino da matemática: Estudo experimental no ensino fundamental. In Anais do Workshop de Informática na Escola (pp. 275–284). <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2017.275>
- Santos, M. R., & Meneghetti, R. C. G. (2024). Aspectos da interdisciplinaridade em dissertações e teses que versam sobre a robótica educacional com alunos de escolas públicas de educação básica. Ciência & Educação (Bauru), 30, e32203. <https://doi.org/10.1590/1516-731320240010>
- Silva, H. R., Silva, S. F., & Silva, J. R. (2015). Robótica e matemática na formação da cidadania: Associando números negativos e educação no trânsito. In Anais do Workshop de Robótica Educacional (pp. 10–15). <https://natalnet.br/wre2015/wre2015.pdf>
- Sociedade Brasileira de Computação. (2019). Diretrizes para ensino de computação na educação básica. <https://www.sbc.org.br/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica/>
- Sokolonski, A. C., Sá, A. S., & Macêdo, R. J. A. (2020). Robótica educacional como facilitadora do aprendizado do raciocínio computacional: Revisão sistemática da literatura. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) (pp. 1503–1512). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1503>
- Solino, E. G. C. (2024). Unidades de ensino potencialmente significativas no processo de ensino-aprendizagem de física na educação básica: Aspectos cognitivos e emocionais [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Estadual de Goiás]. <http://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/1540>
- Souza, C. J. M. (2017). O Arduino e o Visual Basic como recursos didáticos na prática experimental para o ensino de eletrostática e primeira lei de Ohm [Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal de Alagoas]. <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/1804>
- Souza, M. S. M. X., & Castro, J. B. (2022). O uso da robótica no ensino e na aprendizagem da matemática: Uma revisão sistemática de literatura. Revista Insignare Scientia, 5(4), 55–76. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n4.12663>
- Toh, L. P. E. (2016). A review on the use of robots in education and young children. Educational Technology & Society, 19(4), 292–304. <https://hdl.handle.net/10220/42422>
- UNESCO. (2023). Relatório de monitoramento global da educação 2023: Tecnologia na educação – uma ferramenta a serviço de quem? UNESCO. <https://doi.org/10.54676/CUYC7902>
- Valente, J. A. (2020). Webinar: Construcionismo e aprendizagem criativa no Brasil. Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa. <https://aprendizagemcriativa.org/novidades/webinar-sobre-historia-do-construcionismo-no-brasil>
- Valente, J. A. (1999). Formação de professores: Diferentes abordagens pedagógicas. In J. A. Valente (Org.), O computador na sociedade do conhecimento (pp. 131–142). Unicamp-NIED.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Xu, D., & Tain, Y. (2015). A comprehensive survey of clustering algorithms. Annals of Data Science, 2(2), 165–193. <https://doi.org/10.1007/s40745-015-0040-1>
- Zilio, C. (2020). Robótica educacional no ensino fundamental I: Perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/210389/001115190.pdf>
- Zilli, J. P., Pasinato, L. B., & Trentin, M. A. S. (2021). O uso da robótica no ensino de lógica computacional: Uma proposta para as séries iniciais. Revista Contexto & Educação, 36(114), 131–145. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2021.114.131-145>