



Formação Docente em Robótica Educacional para o Ensino de Matemática: contribuições para a prática pedagógica nos anos finais do Ensino Fundamental

Tatiani de Souza Krech, Universidade Federal do Rio Grande, atikrech1996@outlook.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2145-2957>

Luciano Silva da Silva, Universidade Federal do Rio Grande, lucianosilva@furg.br,
<https://orcid.org/0009-0003-7937-3570>

Patrícia Ignácio, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, patricia.ignacio@ufrn.br,
<https://orcid.org/0000-0002-0279-847X>

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a inserção da Robótica Educacional e do Pensamento Computacional no ensino de Matemática, desenvolvida por meio de uma formação continuada com docentes da rede municipal de um município da Região Metropolitana de Porto Alegre/RS. Fundamentada no Construcionismo de Seymour Papert, a investigação analisou as possibilidades e os desafios identificados por docentes ao integrar atividades de robótica às suas práticas pedagógicas. A pesquisa, de abordagem qualitativa e do tipo participante, envolveu encontros formativos, experimentações com kits baseados em Arduino e o desenvolvimento de projetos em turmas dos Anos Finais do Ensino Fundamental. A produção dos dados ocorreu por meio de diários de campo, questionários, registros fotográficos e formulários eletrônicos. Os resultados indicam que a robótica favoreceu o protagonismo dos estudantes, a resolução de problemas, o trabalho colaborativo, a depuração de erros e a construção de conhecimentos matemáticos em contextos investigativos, além de ampliar o papel mediador do professor. Conclui-se que a Robótica Educacional constitui uma estratégia promissora para a integração do Pensamento Computacional ao ensino de Matemática e para a promoção de práticas pedagógicas inovadoras na Educação Básica.

Palavras-chave: robótica educacional; pensamento computacional; ensino de matemática; formação de professores; construcionismo.

Teacher Training in Educational Robotics for Teaching Mathematics: contributions to pedagogical practice in the final years of Elementary School

Abstract: This article presents the results of a research project on the integration of Educational Robotics and Computational Thinking in mathematics teaching, developed through continuing education with teachers from the municipal school system of a city in the Metropolitan Region of Porto Alegre/RS. Based on Seymour Papert's Constructionism, the investigation analyzed the possibilities and challenges identified by teachers when integrating robotics activities into their pedagogical practices. The research, with a qualitative and participatory approach, involved training sessions, experiments with Arduino-based kits, and the development of projects in classes in the final years of elementary school. Data production occurred through field diaries, questionnaires, photographic records, and electronic forms. The results indicate that robotics fostered student protagonism, problem-solving, collaborative work, error correction, and the construction of mathematical knowledge in investigative contexts, in addition to expanding the teacher's mediating role. It is concluded that Educational Robotics constitutes a promising strategy for integrating Computational Thinking into the teaching of Mathematics and for promoting innovative pedagogical practices in Basic Education.

Keywords: educational robotics; computational thinking; mathematics education; teacher education; constructionism.

1. Introdução

A inserção da Computação na Educação Básica vem adquirindo crescente relevância nos últimos anos, especialmente após a publicação do Complemento à Base Nacional Comum



Curricular (BNCC) para Computação, que estabelece diretrizes para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, do Mundo Digital e da Cultura Digital ao longo da escolarização básica (Brasil, 2022). Esse movimento amplia a necessidade de práticas pedagógicas que integrem conhecimentos computacionais aos diferentes componentes curriculares, favorecendo o desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, à criatividade, ao pensamento crítico e à autonomia dos estudantes. Nesse contexto, o Pensamento Computacional tem sido apontado como uma competência essencial para a formação contemporânea, envolvendo processos como abstração, decomposição de problemas, reconhecimento de padrões e elaboração de algoritmos (Wing, 2006; Valente, 2019).

Entre as estratégias utilizadas para promover o Pensamento Computacional na Educação Básica, a Robótica Educacional vem recebendo atenção crescente por possibilitar experiências fundamentadas na investigação, na resolução de problemas e na construção de projetos, favorecendo a participação ativa dos estudantes. Revisões sistemáticas recentes indicam que atividades de robótica podem contribuir para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, do raciocínio lógico, da criatividade, da colaboração e da motivação, especialmente em contextos da Educação Básica (Zhang et al., 2021; Ching; Hsu, 2024). No campo da Educação Matemática, em particular, essa integração apresenta potencial para aproximar conceitos abstratos de situações concretas e contextualizadas, mobilizando conhecimentos de geometria, proporcionalidade, grandezas e medidas, lógica e modelagem durante o desenvolvimento de projetos (Ferreira; Costa, 2023; Souza; Castro, 2022; Abertonu et al., 2021).

Apesar desse potencial, a inserção da Robótica Educacional nas escolas ainda enfrenta desafios relacionados à infraestrutura, à integração curricular e, sobretudo, à formação docente. Estudos recentes apontam que muitos professores da Educação Básica possuem pouca familiaridade com Pensamento Computacional, programação e uso pedagógico de tecnologias digitais (Mikuska; Prado; Valente, 2024; Lobato Junior; Jucá; Barros Neto, 2024), relatando insegurança para desenvolver atividades envolvendo Robótica Educacional e destacando a necessidade de processos formativos que articulem aspectos técnicos, curriculares e metodológicos (Barros; Reategui; Teixeira, 2023; Magalhães et al., 2023).

Embora diferentes pesquisas tenham discutido os benefícios da Robótica Educacional para o Pensamento Computacional e para a aprendizagem em áreas STEM¹, ainda são necessárias investigações que analisem como professores de Matemática se apropriam dessas tecnologias em seus contextos de atuação e quais possibilidades identificam para sua integração às práticas pedagógicas. Diante desse cenário, este estudo busca responder à seguinte questão: quais possibilidades professores de Matemática identificam ao integrar atividades de Robótica Educacional às suas práticas pedagógicas? Fundamentada no Construcionismo de Seymour Papert, a pesquisa teve como objetivo analisar as possibilidades de inserção da Robótica Educacional no ensino de Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental a partir de um processo de formação continuada desenvolvido com professoras da rede pública municipal. O texto está organizado em referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, e considerações finais.

2. Referencial Teórico

Este estudo fundamenta-se no Construcionismo de Seymour Papert, nas contribuições da literatura sobre Robótica Educacional e Pensamento Computacional e nas discussões acerca da formação continuada de professores. Nesta seção são apresentados os referenciais que orientam a compreensão do processo formativo desenvolvido com professoras de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental.

2.1. Construcionismo, Robótica Educacional e Pensamento Computacional

¹ STEM - Science, Technology, Engineering and Mathematics.



O Construcionismo, proposto por Papert (1980; 1994), defende que a aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando os sujeitos estão envolvidos na construção de artefatos com significado pessoal e social. Influenciado pelo construtivismo de Piaget, Papert (1980; 1994) argumenta que o conhecimento é construído ativamente pelo aprendiz durante processos de criação, experimentação, reflexão e reformulação de ideias, tornando explícitos os modos de pensar mobilizados durante a resolução de problemas. As tecnologias digitais, nessa perspectiva, deixam de ser instrumentos de transmissão e passam a funcionar como meios para criar, testar hipóteses e construir conhecimento.

A Robótica Educacional articula-se diretamente a essa concepção ao possibilitar a construção de artefatos físicos programáveis que integram programação, eletrônica, mecânica e resolução de problemas. Segundo Benitti (2012), uma das principais contribuições da robótica para a educação consiste na criação de ambientes que favorecem a participação ativa dos estudantes, o trabalho colaborativo e a aprendizagem baseada em projetos. Revisões sistemáticas confirmam que essas atividades podem desenvolver raciocínio lógico, criatividade, motivação e resolução de problemas (Anwar et al., 2019), e mapeamentos da produção brasileira mostram crescimento expressivo de pesquisas na área, com as palavras-chave "Educação Matemática", "Pensamento Computacional" e "Aprendizagem Significativa" como as mais recorrentes, evidenciando seu caráter interdisciplinar (Santana; Rodrigues; Araújo, 2025).

No contexto da Educação Matemática, essa potencialidade figura como objeto de investigação sistemática. Um mapeamento de teses e dissertações sobre o tema constatou que conceitos matemáticos emergem com naturalidade em atividades de robótica, sendo o Construcionismo e a resolução de problemas os eixos teóricos mais recorrentes (Albertoni et al., 2021). Ao programar sensores e atuadores para resolver problemas concretos, os estudantes mobilizam medidas, proporcionalidade, geometria, álgebra e modelagem em contextos significativos, o que reafirma a potencialidade dessas abordagens para aprendizagens mais ativas nos Anos Finais do Ensino Fundamental (Romulo; Faria; Brandão, 2026).

Essa articulação entre robótica e Matemática dialoga com o conceito de Pensamento Computacional, popularizado por Wing (2006), para designar os processos mentais envolvidos na formulação de problemas e na construção de soluções executáveis. Embora originado na Ciência da Computação, é atualmente compreendido como competência transversal que envolve conceitos, práticas e perspectivas aplicáveis a diferentes áreas do conhecimento (Brennan; Resnick, 2012). Quando integrado à Robótica Educacional, o Pensamento Computacional deixa de ser trabalhado como conteúdo isolado de programação e passa a ser mobilizado em situações concretas: ao construir e programar dispositivos robóticos, os estudantes decompõem desafios, identificam padrões, abstraem informações relevantes e elaboram algoritmos, desenvolvendo simultaneamente conhecimentos computacionais e matemáticos (Azevedo; Maltempi; Powell, 2022; Minatto; Giacomazzo, 2023).

2.2. Formação continuada de professores

A formação continuada é condição central para que a Robótica Educacional se converta em prática pedagógica efetiva. O desenvolvimento profissional docente envolve aprendizagem contínua, reflexão sobre a prática e construção coletiva de saberes (Garcia, 1999; Imbernón, 2021). Para Nóvoa (2019), não há formação de professores sem uma forte dimensão de reflexão sobre a prática e sobre a identidade profissional, perspectiva que desloca a formação de um modelo transmissivo para uma concepção reflexiva na qual o docente é sujeito ativo do próprio processo formativo. Formações desconectadas do cotidiano escolar tendem, portanto, a produzir apropriação superficial dos recursos tecnológicos.

A articulação entre conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico e domínio tecnológico constitui condição necessária para que o professor faça uso qualificado de tecnologias digitais. Essa tríade encontra fundamento no framework Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), proposto por Mishra e Koehler (2006) a partir dos



estudos de Shulman (1986), e mostra-se particularmente relevante para compreender as lacunas e necessidades dos docentes em processos formativos com tecnologia. No contexto específico da robótica, uma ação formativa orientada pelo TPACK com uso de Arduino evidenciou que relacionar tecnologia, conteúdo e pedagogia favorece a reconstrução de conceitos e o engajamento dos participantes com processos de ensino mediados por tecnologia (Lima; Santana, 2023).

No caso da Robótica Educacional, a formação precisa ir além da apresentação de componentes e códigos prontos, favorecendo a experiência situada de projeto e a construção. Revisões sistemáticas apontam a escassez de propostas de baixo custo na formação docente e a necessidade de integração da robótica ao currículo escolar (Freitas Neto; Bertagnolli, 2021). Pesquisas brasileiras recentes documentam que os principais desafios enfrentados pelos professores dizem respeito à infraestrutura, à organização curricular e à insegurança técnica, revelando que a implementação da Robótica Educacional exige condições institucionais que vão além do domínio individual (Santos; Oliveira, 2025). Em contrapartida, experiências formativas que articulam teoria e prática em contextos reais têm demonstrado que a formação pode transformar a percepção e as habilidades dos professores, permitindo-lhes implementar a robótica de forma contextualizada e alinhada a competências da BNCC. Nessa direção, modelos de formação como a Espiral RePARE (Magina et al., 2018) enfatizam processos cíclicos de reflexão, planejamento, ação e nova reflexão, desenvolvidos colaborativamente a partir das demandas da sala de aula, fortalecendo o desenvolvimento profissional docente. Nessa perspectiva, a formação assume uma dimensão construcionista: os professores aprendem construindo seus próprios percursos de ensino e, ao mesmo tempo, elaboram situações para que seus estudantes aprendam por meio da construção. O professor, assim concebido, não precisa dominar previamente todas as respostas técnicas, mas atua como mediador que organiza o ambiente de aprendizagem, orienta perguntas e favorece a explicitação dos conceitos matemáticos que emergem durante os projetos (Libâneo, 2013).

3. Metodologia

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, do tipo pesquisa participante (Creswell, 2010; Severino, 2007), buscando compreender os significados atribuídos pelos sujeitos às experiências vividas em processo de formação docente. Essa escolha justifica-se pelo acompanhamento contínuo das práticas desenvolvidas ao longo da formação — incluindo planejamento, aplicação e reflexão sobre as atividades —, o que possibilitou a realimentação entre os participantes e o processo investigativo, favorecendo a construção coletiva de estratégias pedagógicas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande (CAAE 78959024.9.0000.5324).

O estudo foi desenvolvido em um município da Região Metropolitana de Porto Alegre-RS, envolvendo docentes de Matemática da rede municipal que atuavam nos anos finais do Ensino Fundamental. Participaram da pesquisa quatro professoras, identificadas neste artigo pelos pseudônimos Karina, Emília, Lisi e Maria. As participantes integraram uma formação continuada voltada à Robótica Educacional e ao Pensamento Computacional no ensino de Matemática. Todas possuíam licenciatura em Matemática e experiência docente variando entre 5 e 19 anos. Nenhuma possuía experiência prévia com Robótica Educacional em aulas de Matemática, conhecimentos formais sobre Pensamento Computacional ou participação anterior em formações relacionadas a essas temáticas.

Os seis encontros formativos foram realizados ao longo de um período de aproximadamente três meses, em um espaço institucional destinado ao desenvolvimento de atividades de formação e inovação educacional, com duração média de 110 minutos cada. Utilizaram-se kits de Robótica baseados na plataforma Arduino, computadores, sensores, atuadores e software de programação visual. Os encontros foram organizados de forma alternada com as aplicações realizadas pelas participantes em suas respectivas turmas. Nos encontros formativos, as docentes exploravam conceitos relacionados à Robótica Educacional



e ao Pensamento Computacional, experimentavam os componentes e planejavam propostas didáticas. Nos intervalos entre os encontros, implementavam as atividades em sala de aula e registravam observações sobre o processo. Nos encontros subsequentes, as experiências eram retomadas coletivamente, possibilitando a discussão dos resultados, a identificação de dificuldades e o replanejamento das intervenções pedagógicas.

Esse formato conferiu ao processo formativo um caráter genuinamente construcionista: as professoras não apenas aprenderam sobre Robótica Educacional, mas o fizeram projetando atividades, implementando-as, analisando os erros, revisando estratégias e aperfeiçoando suas propostas — ciclos sucessivos de ação e reflexão realizados sob mediação da pesquisadora-formadora. Tal estrutura dialoga diretamente com os princípios do Construcionismo (Papert, 1994), segundo os quais a aprendizagem mais significativa ocorre quando os sujeitos estão envolvidos na construção de artefatos concretos, refletem sobre o processo e reformulam suas ideias a partir dessa experiência.

Os encontros contemplaram progressivamente: introdução aos aportes teóricos (Construcionismo, Robótica Educacional e Pensamento Computacional); operação de portas digitais e analógicas; uso de sensores e atuadores; introdução à programação com software de programação visual; definição colaborativa dos projetos; desenvolvimento e acompanhamento dos protótipos; e socialização final das experiências. Ao longo da formação, cada professora definiu, com suas turmas, um projeto de Robótica com relevância social, que foi desenvolvido pelos alunos em grupos e apresentado à comunidade escolar ao final do processo.

A produção de dados ocorreu por meio de diários de campo das participantes e da pesquisadora, questionários aplicados em diferentes momentos, registros fotográficos dos encontros formativos e das aplicações em sala de aula, além de formulários eletrônicos para coleta e sistematização de informações complementares. Os diários das professoras, orientados por um formato pré-definido, registraram discussões, dificuldades, aprendizagens e demais observações após cada atividade, enquanto o diário da pesquisadora contemplou vivências e reflexões dos encontros formativos. A análise de conteúdo (Bardin, 2011) considerou as evidências da intervenção, as conexões matemáticas, a mediação docente, as tensões práticas e o diálogo com a revisão da literatura, organizando-se em cinco etapas: (i) Organização da Intervenção e Princípios Éticos; (ii) Evidências da Intervenção e Leitura Construcionista dos Dados; (iii) Integrações Matemáticas Observadas por meio da Robótica Educacional; (iv) Mediação Docente e Cultura de Sala; e (v) Tensões e Diálogo com a Revisão de Literatura.

O Quadro 1 sintetiza os projetos desenvolvidos pelas professoras e as possibilidades matemáticas mobilizadas durante as aplicações.

Quadro 1 - Projetos desenvolvidos na formação e possibilidades matemáticas mobilizadas.

Professora	Projeto desenvolvido	Possibilidades matemáticas observadas
Maria	Robô que empurra carrinho de mão.	Medidas, sequência de comandos, relações de causa e efeito, depuração de circuitos.
Emília	Alimentador automático de ração.	Proporcionalidade, tempo, dosagem, rotação, programação condicional.
Karina	Óculos com sensor ultrassônico para pessoas com deficiência visual.	Distância, limiares, intervalos, leitura de sensores, e modelagem de problemas reais.
Lisi	Lixeira automática com sensor ultrassônico e servo motor.	Ângulos, abertura e fechamento, medidas de distância, funções por partes e calibração

4. Resultados e discussão

A análise dos dados — produzidos a partir dos diários de campo das professoras e da pesquisadora, registros fotográficos e formulários — foi organizada em torno de quatro eixos: evidências da intervenção e leitura construcionista; integrações matemáticas observadas; mediação docente e cultura de sala; e tensões de implementação.



4.1. Evidências da intervenção e leitura construcionista

Ao longo dos seis encontros, observou-se a constituição progressiva de uma cultura de projeto e depuração coerente com o Construcionismo (Papert, 1994), em que a produção conjunta de artefatos funcionou como razão concreta para mobilizar e refinar ideias matemáticas. A formação foi estruturada de modo a alternarem-se momentos de exploração e planejamento com períodos de implementação em sala de aula, seguidos de devolutiva coletiva no encontro subsequente. Esse ciclo iterativo de projetar, executar, depurar e refletir conferiu ao processo formativo um caráter construcionista não apenas nas atividades dos estudantes, mas na própria experiência das professoras participantes.

Nos momentos iniciais, prevaleceram movimentos de sensibilização e mapeamento de repertório das turmas. As mesmas demonstraram, de forma geral, alto nível de curiosidade: a professora Karina registrou no seu diário de campo que "dos 18 alunos, apenas dois já haviam participado de alguma experiência sobre robótica" (Diário de Campo, 2025). À medida que os projetos ganharam forma, emergiram dinâmicas de coaprendizagem entre professoras e alunos. A professora Lisi registra sua insegurança inicial — "me sinto bem perdida e apreensiva... estou aprendendo junto" (Diário de Campo, 2025) — ao mesmo tempo em que conduzia a turma por dúvidas autênticas sobre componentes. A docente Maria identificou nos próprios estudantes uma fonte de saber: "alguns alunos com bem mais conhecimento do que eu" (Diário de Campo, 2025). Em vez de enfraquecer a relação pedagógica, essa postura de coaprendizagem reposicionou as professoras como mediadoras de investigações, em consonância com o papel docente preconizado pelo Construcionismo.

Ao longo da formação, a depuração emergiu como prática epistemológica central. Na perspectiva construcionista, o erro constitui um artefato cognitivo que torna visível o raciocínio e orienta sua revisão (Papert, 1980). Karina relata que, após tutoriais em vídeo, "um grupo concluiu a tarefa e os demais, ao descobrir onde estava o erro, também finalizaram" (Diário de Campo, 2025), evidenciando um debugging social, aqui utilizado para caracterizar a depuração coletiva por meio da circulação de hipóteses, testes e critérios de validação. Embora não seja um conceito formalmente estabelecido na literatura, a expressão dialoga com as práticas de debugging descritas por Brennan e Resnick (2012) e com a perspectiva construcionista de Papert (1980). Na mesma direção, Lisi afirma que "um grupo ajudou o outro" e que seu papel tem sido "guiar, apoiar e aprender junto com eles" (Diário de Campo, 2025). Essas evidências indicam que a formação favoreceu, além da apropriação técnica da robótica, a constituição de um ambiente investigativo e colaborativo nos encontros formativos e nas salas de aula.

4.2. Integrações matemáticas observadas

Os dados evidenciam que a Matemática atuou como linguagem de modelagem perpassando todo o ciclo de projeto, articulando medidas, funções, geometria, lógica e, de forma incipiente, estatística descritiva.

No campo das medidas e grandezas, a manipulação de sensores levou os estudantes a lidar com unidades, conversões e calibração em cenário real. Situações de comportamento ruidoso — como o ultrassom que "não parava de bipar" (Diário de Campo Professora Karina, 2025) — ativaram discussões sobre variabilidade e erro de medida, introduzindo a ideia de limiares operacionais e margens de segurança, o que, matematicamente, remete a intervalos e funções por partes.

A dimensão funcional emergiu de modo recorrente na relação entrada-saída (sensor-atuador): variar a distância lida pelo ultrassom e observar a resposta do sistema implicou construir e interpretar mapeamentos que podem ser descritos como funções. A prática de depuração exigiu raciocinar sobre proporcionalidade, taxas e sequências de comandos, tornando essas relações matematicamente argumentáveis (Diário de Campo Professora Karina, 2025).

Na geometria, o servo motor operou como representação concreta de ângulo e rotação.



No projeto da Lixeira Automática, a turma de Lisi precisou decidir em que ângulo a tampa deveria abrir em resposta ao sensor, articulando amplitude angular, orientação e restrições físicas do protótipo, situação que promoveu a transição da linguagem cotidiana ("meia-volta", "abrir/fechar") para a linguagem formal. A mediação docente ao nomear conceitos e solicitar justificativas sustentou essa passagem progressiva entre níveis.

A lógica permeou toda a programação por meio de estruturas condicionais e inequações empregadas para ativar ou desativar comportamentos — como "se distância < 20, então acionar servo" (Diário de Campo Professora Lisi, 2025) —, consolidando a ponte entre linguagem algorítmica e formalização matemática. Por fim, a estatística descritiva apareceu como suporte à calibração: a repetição de leituras para isolar variáveis e a comparação entre montagens abriram espaço para discutir média, amplitude e estabilidade como estratégias de decisão, ainda que sem sistematização formal completa nos registros analisados.

Em síntese, os conteúdos matemáticos não apareceram como tópicos isolados, mas reconfiguraram-se como ferramentas de modelagem e argumentação vinculadas a problemas tangíveis, em consonância com a BNCC e com os princípios construcionistas que orientaram a pesquisa.

4.3. Mediação docente e cultura de sala

Um dos resultados mais expressivos foi o deslocamento do papel docente, da demonstração para a mediação investigativa. Esse aspecto destacou-se por emergir de forma recorrente nos relatos, nas observações e nas práticas das participantes, evidenciando uma transformação compartilhada na forma de conduzir as atividades de Robótica Educacional e o ensino de Matemática. Em vez de assumirem a posição de quem detém todas as respostas, as professoras passaram a organizar situações em que os estudantes testavam hipóteses, depuravam erros, justificavam decisões e construíam coletivamente soluções para os problemas propostos.

Lisi em seu diário relata: "Me sinto bem perdida e apreensiva... estou aprendendo junto." (Diário de Campo, 2025). Esse trecho mostra que ela abandona a necessidade de dominar previamente todo o conteúdo técnico e assume uma postura de coaprendizagem; mais adiante ela trás "Meu papel tem sido guiar, apoiar e aprender junto com eles." (Diário de Campo, 2025). Esse segundo registro evidencia que a própria professora passa a redefinir sua função em sala de aula, deixando de enfatizar a demonstração para atuar como mediadora.

Maria cita "Alguns alunos com bem mais conhecimento do que eu." (Diário de Campo, 2025). Esse relato é particularmente forte porque rompe com a lógica tradicional de que o professor precisa ser a principal fonte de conhecimento. Em vez disso, Maria reconhece os saberes dos estudantes e incorpora esses conhecimentos ao desenvolvimento da atividade.

Outra situação também no mesmo sentido é trazida por Karina: "Um grupo concluiu a tarefa e os demais, ao descobrir onde estava o erro, também finalizaram." Aqui, Karina não resolve o problema pelos estudantes. Ela organiza o processo para que eles observem, comparem estratégias e encontrem coletivamente a solução, assumindo um papel de mediação.

A cultura de sala foi sendo reconfigurada à medida que o erro deixou de ser compreendido como obstáculo e passou a ser tratado como evidência de investigação: isolar variáveis, comparar montagens, reescrever trechos de código, documentar hipóteses. Em vez de interromper a atividade, o erro produzia pistas — onde está a ambiguidade do algoritmo? Que conexão física pode estar instável? — o que favoreceu o desenvolvimento de rotinas discursivas matematicamente relevantes (inequações, funções por partes, limiares), como discutido na seção anterior.

A colaboração entre pares reforçou essa dinâmica: grupos que resolviam determinados problemas auxiliavam outros, ampliando a circulação de estratégias e fortalecendo a autoria coletiva. A socialização pública dos artefatos em eventos escolares — como a apresentação dos Óculos com Ultrassom sob o tema "Tecnologia que guia, inclusão que transforma", na Mostra de Ciências da escola e do Município (Diário de Campo Professora Karina, 2025) —



retroalimentou a cultura de sala com critérios compartilhados de qualidade e pertinência social, consolidando o ciclo completo de projeto preconizado pelo Construcionismo.

4.4. Tensões e condições de viabilidade

A pesquisa também evidenciou tensões estruturais recorrentes. A mais citada pelas professoras foi a compressão do tempo curricular: atividades construcionistas exigem ciclos iterativos que nem sempre se encaixam na organização curricular tradicional e nas demandas de avaliações externas. Quando o tempo é reduzido, a atividade tende a se converter em execução procedimental, perdendo seu potencial investigativo. A docente Maria registra de forma recorrente essa tensão: "o tempo voa... não consegui auxiliar... por falta de tempo" (Diário de Campo, 2025).

A infraestrutura limitada — escassez de kits, fios e componentes, além de barreiras linguísticas em tutoriais — exigiu adaptações contínuas: redistribuição de materiais entre kits, uso de capturas de tela traduzidas e organização dos grupos por afinidade técnica. Esses arranjos indicam que a Robótica Educacional em escolas públicas pode ser viabilizada com estratégias de baixo custo, reuso de materiais e planejamento por estações, desde que haja suporte institucional mínimo.

A insegurança técnica docente inicial foi mitigada ao longo da formação pela combinação de experimentação continuada, acompanhamento próximo da equipe responsável pela pesquisa e postura explícita de coaprendizagem. Os dados indicam que não é necessário que o professor domine profundamente eletrônica ou programação para mediar processos de robótica: é suficiente que compreenda o bastante para organizar o ambiente, propor problemas autênticos, reconhecer conexões curriculares e aprender junto com os estudantes. (Diário de Campo da professora Lisi, 2025; Diário de Campo da professora Karina, 2025; Diário de Campo da pesquisadora, 2025).

Por fim, a avaliação do raciocínio matemático durante o processo ainda se mostrou incipiente, com necessidade de instrumentos capazes de tornar visível não apenas o produto final, mas as justificativas, comparações e escolhas feitas ao longo do projeto. Esses elementos configuram condições de viabilidade que, quando tratadas por meio de desenho didático apropriado e formação continuada, convertem-se em oportunidades para consolidar a autonomia discente e tornar a Matemática presente como linguagem de modelagem e argumentação no cotidiano da sala de aula.

5. Considerações finais

Este artigo investigou as possibilidades de inserção da Robótica Educacional nas aulas de Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental, a partir de uma formação continuada desenvolvida com docentes da rede pública municipal de um município da Região Metropolitana de Porto Alegre-RS, sob a perspectiva construcionista. Os resultados indicam que essa integração pode favorecer práticas pedagógicas mais investigativas, colaborativas e significativas, desde que articulada a objetivos curriculares claros e sustentada por mediação docente qualificada.

As experiências analisadas evidenciaram que conceitos matemáticos podem emergir de forma contextualizada em projetos de Robótica, quando os estudantes são convidados a construir, testar, justificar e depurar soluções para problemas socialmente relevantes. Nesse contexto, a Matemática deixa de aparecer apenas como conteúdo a ser aplicado posteriormente e passa a funcionar como linguagem necessária para compreender, tomar decisões e aperfeiçoar os projetos, aproximando-se dos princípios preconizados pela BNCC e pelo Construcionismo.

Um resultado particularmente expressivo foi o deslocamento do papel docente, da demonstração para a mediação investigativa. As professoras participantes, mesmo diante de inseguranças técnicas iniciais, foram progressivamente assumindo a postura de protagonistas e mediadoras de processos de investigação, valorizando o erro como pista para depuração (Piaget, 1976), organizando a colaboração entre pares e aprendendo junto com os estudantes. Esse



movimento reforça que a formação continuada precisa ir além da apresentação técnica de recursos: é necessário promover espaços de experimentação, acompanhamento e reflexão nos quais os docentes possam construir confiança, compartilhar dificuldades e elaborar estratégias adequadas às suas realidades. Desse modo, o Construcionismo não se restringiu ao plano teórico, materializando-se na própria estrutura da formação, que se constituiu em ciclos iterativos de projetar, implementar, depurar e refletir.

Ao mesmo tempo, o estudo evidenciou tensões estruturais que não podem ser ignoradas: a compressão do tempo curricular, a disponibilidade limitada de materiais, a ausência de instrumentos avaliativos capazes de evidenciar o raciocínio matemático durante o processo e a necessidade de continuidade formativa para além de intervenções pontuais. Essas tensões não inviabilizam a proposta, mas delimitam suas condições de viabilidade e apontam para a necessidade de políticas públicas de suporte, infraestrutura adequada e reconhecimento institucional do professor como sujeito criador, pesquisador e mediador de práticas inovadoras.

Como contribuição principal, esta pesquisa sistematiza evidências empíricas de como a Robótica Educacional, articulada ao Pensamento Computacional e à perspectiva construcionista, pode constituir uma abordagem pedagógica alternativa para o ensino de Matemática em escolas públicas com recursos limitados, favorecendo o protagonismo estudantil, o desenvolvimento do raciocínio lógico e da resolução de problemas, a aprendizagem colaborativa e a ressignificação do papel docente como mediador do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados oferecem subsídios concretos para o planejamento de formações futuras e para a elaboração de materiais educativos que aproximem teoria e prática em contextos reais.

Como limitações, o estudo não alcançou respostas sobre os efeitos a médio e a longo prazo da integração da Robótica sobre o desempenho acadêmico dos estudantes, nem sobre outras modalidades formativas possíveis. Além disso, a proposta não previu o desenvolvimento da formação com todos os professores de matemática da rede municipal. Esses aspectos apontam direções para futuras investigações, que podem incluir abordagens de maior duração, triangulação de dados, instrumentos avaliativos validados e ampliação do número de professores participantes.

Conclui-se que a Robótica Educacional representa uma possibilidade promissora para o ensino de Matemática quando orientada por problemas reais, relevância social, colaboração e valorização do erro como parte constitutiva da aprendizagem. O Construcionismo, longe de ser apenas uma referência teórica, pode se materializar como prática investigativa e colaborativa sempre que sustentado por mediação docente qualificada, projetos com propósito social e condições institucionais que reconheçam o tempo e os recursos necessários para que os ciclos de criação, teste e reflexão se realizem de forma plena.

Referências

- ALBERTONI, Neumar Regiane Machado; GROSS, Giane Fernanda Schneider; SANTOS, Érica Oliveira dos; KALINKE, Marco Aurélio. Metodologias de Ensino de Matemática na Robótica Educacional: um mapeamento sistemático. *RENOTE*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 460-469, 2021.
- ANWAR, Sajid et al. A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, v. 9, n. 2, 2019.
- AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinicius; POWELL, Arthur Belford. Contexto formativo de invenção robótico-matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 36, n. 72, p. 214-238, 2022.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 13 ed. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, Taiser Tadeu Teixeira; REATEGUI, Eliseo Berni; TEIXEIRA, Adriano Canabarro.



Apropriação e Mobilização de conhecimento de professores do ensino básico em um curso de formação em pensamento computacional. *Revista e-Curriculum*, v. 21, 2023.

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Computação: complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: MEC, 2022.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2012, Vancouver. Proceedings... Vancouver: AERA, 2012.

CHING, Yu-Hui; HSU, Yu-Chang. Educational Robotics for Developing Computational Thinking in Young Learners: A Systematic Review. *TechTrends*, v. 68, p. 423-434, 2024.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, Rodrigo dos Santos; COSTA, André Pereira da. Robótica educacional no ensino de matemática: uma análise de produções científicas brasileiras. *Educação On-line*, Rio de Janeiro, Brasil, v. 18, n. 42, 2023.

FLAVELL, J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FREITAS NETO, João Joaquim de; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. Robótica educacional e formação de professores: uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 19, n. 1, p. 423-432, 2021.

GARCIA, Carlos Marcelo. Formação de professores: para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999.

IMBERNÓN, Francisco. Formação continuada de professores. Porto Alegre: Artmed, 2021.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Ivoneide Pinheiro de; SANTANA, José Rogério. O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) na formação docente com práticas com o Arduino. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 9, p. 10546-10568, 2023.

LOBATO JUNIOR, Joel da Costa; JUCÁ, Rosineide de Sousa; BARROS NETO, Antônio José de. O Pensamento Computacional na formação inicial e continuada do professor de Matemática. *Revista Edutec - Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente*, v. 4, n. 1, 2024.

MAGALHÃES, Marcelo Barbosa; BONA, Aline Silva De; CAMBRAIA, Adão Caron; SHNEIDER, Idiana T. Muller. Formação docente em Robótica na Educação Básica: um processo investigativo em rede. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 29. , 2023, Passo Fundo/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023.

MAGINA, Sandra Maria Pinto; SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos; SANTOS, Aparecido dos; MERLINI, Vera Lúcia. ESPIRAL RePARE: UM MODELO METODOLÓGICO DE FORMAÇÃO DE PROFESSOR CENTRADO NA SALA DE AULA. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, Cuiabá, v. 6, n. 2, p. 238-258, 2018.

MINATTO, Aline Cardoso; GIACOMAZZO, Graziela Fátima. Pensamento computacional na perspectiva da robótica educacional: percepção dos professores. *Revista Saberes Pedagógicos*, v. 7, n. 1, p. 109-135, 2023.



MIKUSKA, Márcia Ines Schabarum; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; VALENTE, José Armando. Formação de Professores no Brasil em Pensamento Computacional: uma Revisão Sistemática de Literatura. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, n. 38, p. 40-51, 2024.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

NÓVOA, António. Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. *Educação & Realidade*, v. 44, n. 3, 2019.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PIAGET, J. *A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

ROMULO, Thaymara Cristina de Souza; FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho; BRANDÃO, Alexandre Santos. Robótica educacional, inteligência artificial e ensino de matemática nos anos finais do ensino fundamental. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, v. 28, p. 001–036, 2026.

SANTANA, Marcos Paulo da Silva; RODRIGUES, Rodrigo Lins; ARAÚJO, Monica Lopes Folena. Robótica em contextos educacionais e de ensino: um panorama das Teses e Dissertações publicadas em Programas de Pós-Graduação do Brasil. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 30, n. 3, p. 147-166, 2025.

SANTOS, Daniel Moreira dos; OLIVEIRA, Márcia Gonçalves. Desafios e possibilidades de implementação da robótica na Educação Básica: discussões em uma formação híbrida de professores. *EaD em Foco*, v. 15, n. 1, 2025.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHULMAN, Lee. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SOUZA, Maria Sylvania Marques Xavier de; CASTRO, Juscileide Braga de. O uso da Robótica no Ensino e na Aprendizagem da Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura. *Revista Insignare Scientia - RIS, Brasil*, v. 5, n. 4, p. 55-76, 2022.

VALENTE, José Armando. Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

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

ZHANG, Yanjun et al. Educational Robots Improve K–12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, v. 59, n. 7, p. 1450-1481, 2021.