

## O Conhecimento de Robótica e de Matemática na formação inicial de professores no Estágio Supervisionado

**Resumo:** Neste estudo, adaptando o modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), exploramos o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), em seis estagiárias de um curso de licenciatura em Matemática, em uma universidade federal brasileira, adotando uma abordagem qualitativa. Nosso objetivo foi entender como o RMK se desenvolve na formação inicial, no Estágio Supervisionado, explorando a Robótica Educacional no ensino e aprendizagem de Matemática. O estudo mostra que, por meio das tarefas desenvolvidas na plataforma do Open Roberta, as futuras professoras desenvolveram o Conhecimento de Robótica e de Matemática, ao trabalhar os conceitos matemáticos e de robótica por meio da programação.

**Palavras-chave:** Conhecimento de Robótica e Matemática. Formação Inicial de Professores. Robótica Educacional. TPACK.

**Henrique Gabriel Silva  
Carneiro**

Secretaria de Estado de Educação de  
Minas Gerais  
Araguari, MG — Brasil

 0009-0003-5163-4548

✉ [henriquegabrielmat@gmail.com](mailto:henriquegabrielmat@gmail.com)

**Arlindo José de Souza  
Júnior**

Universidade Federal de Uberlândia  
Uberlândia, MG — Brasil

 0000-0002-5175-6129

✉ [arlindo@ufu.br](mailto:arlindo@ufu.br)

Recebido em: 17/09/2023

Aceito em: 18/11/2023

Publicado em: 15/12/2023

## Robotics and Mathematics Knowledge in initial teacher education in Supervised Internships

**Abstract:** In this study, adapting the Technological and Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model, we explored the development of Knowledge in Robotics and Mathematics (CRM) in six trainees of an undergraduate degree program in Mathematics at a Brazilian federal university, using a qualitative approach. Our objective was to understand how CRM develops in the initial training, during the Pre-Professional Internship, by exploring Educational Robotics in the teaching and learning of Mathematics. The study shows that, through the tasks developed on the Open Roberta platform, the future teachers developed Knowledge in Robotics and Mathematics by working with mathematical and robotics concepts through programming.

**Keywords:** Knowledge in Robotics and Mathematics. Initial Teacher Training. Educational Robotics. TPACK.

## El Conocimiento en Robóticas y Matemáticas en la formación inicial de profesores en las Prácticas Pre Profesionales

**Resumen:** En este estudio, adaptando el modelo Conocimiento Tecnológico y Pedagógico de Contenido (TPACK), exploramos el desarrollo del Conocimiento en Robótica y Matemáticas (CRM) en seis practicantes de una carrera de licenciatura en Matemáticas en una universidad federal brasileña, utilizando un enfoque cualitativo. Nuestro objetivo fue comprender cómo el CRM se desarrolla en la formación inicial, durante las Prácticas Pre Profesionales, al explorar la Robótica Educativa en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. El estudio muestra que, a través de las tareas desarrolladas en la plataforma Open Roberta, las futuras docentes desarrollaron el Conocimiento en Robótica y Matemáticas al trabajar con conceptos matemáticos y de robótica a través de la programación.

**Palabras clave:** Conocimiento en Robótica y Matemáticas. Formación Inicial de Profesores. Robótica Educativa. TPACK.

## 1 Introdução

Nos últimos anos, a sociedade do século XXI vem sofrendo profundas mudanças impulsionadas pelo rápido avanço das tecnologias digitais e da internet. Essa evolução vertiginosa tem exercido influência marcante sobre a vida e os costumes da sociedade, repercutindo diretamente no contexto educacional, que, agora, se depara com a introdução das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), reconfigurando o processo de ensino e aprendizagem e o perfil do aluno.

Na educação, deparamo-nos com educadores que, por falta de habilidade no manejo das TDIC, deixam de adotar as tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas. Isso resulta na manutenção de um paradigma educacional estritamente tradicional em suas salas de aula.

Nesse contexto, as Diretrizes Curriculares Nacionais, para a formação inicial em nível superior, e, para a formação continuada (Brasil, 2015), afirmam que os cursos de formação inicial de professores devem fomentar a incorporação das TDIC em diversas estratégias de ensino-aprendizagem, estabelecendo conexões entre variadas linguagens e os meios de comunicação utilizados.

A formação inicial, com destaque para o Estágio Supervisionado, desempenha um papel crucial na preparação dos futuros profissionais. Esse período prático é mais do que uma mera complementação teórica; é um ambiente de aprendizado dinâmico, que permite a aplicação concreta dos conhecimentos adquiridos.

Conforme a perspectiva de Alves, Sanchez e Magalhães (2013, p. 102), o propósito do Estágio é promover uma integração mais profunda entre teoria e prática. A ideia central é que, somente ao vivenciar a teoria na prática, é que ela adquire significado para o futuro docente. Nesse contexto, os conhecimentos teóricos tornam-se alicerces para a prática, direcionando-se à aprimoração do processo de ensino e aprendizagem dos educandos.

Assim, a superação desses obstáculos demanda uma revisão profunda nos métodos de formação de professores, com ênfase no desenvolvimento de competências digitais, e, na promoção de uma abordagem mais reflexiva e inovadora no uso das TDIC. Somente, ao se envolverem com as TDIC, desde a sua formação inicial, os futuros professores podem desenvolver competências digitais que não apenas os capacitam para a prática docente, mas também os habilitam a continuar aprendendo e aprimorando suas

habilidades ao longo de toda a vida profissional (Siqueira, Molon e Franco, 2021).

Nesse sentido, dentre as possibilidades da relação entre formação inicial e as tecnologias digitais, destaca-se a Robótica Educacional, a qual pode desempenhar um papel fundamental na formação inicial de professores, preparando-os para o mercado de trabalho contemporâneo. Ao explorar os princípios e conceitos da robótica, os futuros educadores podem adquirir habilidades e competências essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e criatividade.

A integração do modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge ou Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo), proposto por Mishra e Koehler (2006), apresenta uma estrutura teórica que integra o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo dos professores. A combinação da Robótica Educacional com o TPACK, na formação inicial de professores, visa preparar os futuros educadores para empregar efetivamente as tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas.

Neste artigo<sup>1</sup>, descrevemos uma investigação que procurou envolver as estagiárias que desejaram participar da formação de um curso de licenciatura em Matemática, de uma universidade federal brasileira, matriculadas na disciplina de Estágio Supervisionado. O objetivo foi compreender o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), na formação inicial, num estudo que envolveu a investigação matemática, a Robótica Educacional (RE), no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

A seguir, apresentamos uma breve exposição sobre a Robótica Educacional e a formação inicial de professores no Estágio. Descrevemos, em seguida, com maiores detalhes, a integração do modelo TPACK. A seção subsequente abordou a metodologia empregada em nossa investigação, delineando o caminho metodológico que guiou nossas análises. Posteriormente, apresentamos os resultados finais, proporcionando uma visão aprofundada das descobertas alcançadas durante este estudo, consolidando, assim, uma compreensão mais completa do impacto da Robótica Educacional na preparação das futuras professoras.

---

<sup>1</sup> Este artigo é recorte de uma dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Uberlândia, escrita pelo primeiro autor e orientada pelo segundo autor. O artigo é uma versão final do *preprint do Scielo*: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6701>.

## 2 Fundamentação Teórica

A Robótica Educacional, conhecida, também, como robótica educativa ou pedagógica, caracteriza-se como um ambiente de aprendizagem que inclui componentes como sensores, processadores, *softwares*, entre outros componentes. Nesse contexto, os estudantes têm a oportunidade de montar e programar robôs, contribuindo para promover o conhecimento.

Assim, a Robótica Educativa é uma ferramenta valiosa para a aprendizagem, pois estimula a curiosidade, a imaginação, além disso, ela cria experiências educativas que favorecem o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões e assumir responsabilidades (Brito, Moita e Lopes, 2018).

Para Zilli (2004), a Robótica Educacional “possibilita ao estudante tomar conhecimento da tecnologia atual, desenvolver habilidades e competências, como: trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico” (p. 13-14). A construção do robô permite exibir

uma estratégia de ensino interessante ao possibilitar ao estudante uma visão sistêmica de construção do conhecimento. Revelou que é possível ao aluno interessado, a construção de conhecimentos e habilidades essenciais à compreensão da montagem e funcionamento de robôs simples. E o mais importante, que a utilização do conhecimento apropriado em situações reais (resolução de problemas), de forma intencional e com sucesso, que é o maior objetivo da Ciência, também pode ser atingida, constituindo-se na efetiva demonstração de uma aprendizagem significativa (Barbosa, Souza Jr. e Takahashi, 2010, p. 11).

Na robótica educacional, a relação entre professor e aluno é transformada em uma parceria, desconstruindo a visão de que o professor é o único responsável por ensinar, e reconhecendo que os alunos também têm muito a ensinar. Essa abordagem dialogada, fundamentada na visão de Paulo Freire, defende que o professor não é apenas aquele que ensina, mas também aprende com os estudantes, possibilitando uma relação colaborativa e responsável, que promove um processo de crescimento mútuo (Freire, 2005).

Na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), na competência 5, preconiza-se que o professor deve compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação, de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, nas diversas práticas sociais, para comunicar e disseminar as informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e instigar o protagonismo e autoria pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

A inserção da robótica educacional na formação de professores no Estágio Supervisionado representa uma promissora e inovadora oportunidade de enriquecer a preparação pedagógica. Ao integrar a robótica no processo formativo, os futuros educadores têm a chance de adquirir habilidades práticas valiosas, e de explorar metodologias de ensino mais dinâmicas.

A robótica educacional oferece um ambiente propício para a aplicação de conceitos teóricos em práticas concretas. Por meio da criação e programação de robôs, os professores em formação podem vivenciar como a tecnologia pode ser incorporada de maneira significativa no ambiente educacional. Essa experiência prática não apenas aprimora a compreensão dos educadores sobre o potencial da robótica na educação, mas também os capacita a projetar atividades pedagógicas inovadoras.

Consoante as considerações de Freitas (2023), a inclusão da robótica educacional teve um impacto significativo na formação dos professores durante a residência pedagógica. Essa abordagem permitiu a introdução de dispositivos robóticos, resultando em experiências de aprendizado distintas das convencionais, para os residentes e alunos da Educação Básica, permitindo uma formação inovadora.

Nas descobertas de Silva (2020), destaca-se que a robótica educacional desempenhou um papel essencial nos processos de autoformação inventiva. Ela funcionou como um dispositivo instigante, na criação de propostas educacionais de matemática, tanto por parte dos estagiários como por parte dos próprios sujeitos envolvidos. Dessa forma, tanto as propostas educacionais de matemática com o uso da robótica quanto à formação dos estagiários, foram resultados de experiências autônomas de formação inventiva. Para Souza (2021), ao trabalhar com a robótica, os estagiários

desenvolveram conhecimento sobre o fazer matemática, ou seja, eles desenvolveram a capacidade de estabelecer conexões entre objetos matemáticos e os robôs. Podemos afirmar que eles desenvolveram o conhecimento matemático, pois utilizaram os conhecimentos prévios para modelar as situações envolvendo os robôs (p. 405).

Nesse contexto, para o exercício da profissão de educador, ao utilizar a Robótica Educacional, é imprescindível que os futuros professores desenvolvam os conhecimentos necessários para trabalhar com a tecnologia digital dentro de sala de aula.

Shulman (1986) construiu três categorias do saber voltadas para o ensino e aprendizagem: o saber do conteúdo, referindo-se aos saberes inerentes à disciplina em

que se leciona; o saber curricular, ligado ao currículo, aos materiais e programas instrucionais, e o saber pedagógico do conteúdo, que visa à integração do conteúdo e o currículo, e a prática pedagógica, que torna o processo de ensino e aprendizagem assertivo.

Com a inserção das tecnologias, Mishra e Koehler (2006) propuseram o modelo Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK), sendo o conceito que ressalta a importância da integração do conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico na formação dos professores. Essa abordagem reconhece que a tecnologia desempenha um papel fundamental na prática pedagógica atual.

O TPACK envolve o domínio dos conhecimentos específicos da área de formação, a compreensão das estratégias pedagógicas adequadas para o ensino desse conteúdo, e a capacidade de utilizar as tecnologias para potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

Essa abordagem reconhece que o conhecimento do conteúdo, por si só, não é suficiente para um ensino eficaz, e que a tecnologia pode desempenhar um papel transformador na prática pedagógica quando utilizada adequadamente. Conforme afirmam Mishra e Koehler (2006), “o TPACK reconhece que o conhecimento do conteúdo, a pedagogia e a tecnologia são conhecimentos distintos, mas estão inextricavelmente ligados na prática” (p. 1027, tradução nossa).

Com o objetivo de criar um modelo atualizado e adaptado para o século atual, marcado pela era digital, Mishra e Koehler (2006) propuseram uma construção teórica que integra os três tipos de conhecimento fundamentais para o conhecimento profissional do professor: o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico. Essa estrutura, apresentada na Figura 1, abaixo, busca fornecer um guia abrangente para o desenvolvimento profissional do professor no contexto da tecnologia educacional.

A partir do quadro conceitual do TPACK, vê-se que o conhecimento do conteúdo (CK), o conhecimento pedagógico (PK) e conhecimento tecnológico (TK) são a base de conhecimentos necessários ao desenvolvimento profissional do professor. Porém, o diferencial dessa proposta de Koehler e Mishra (2008) é que, em relação aos conhecimentos, o fazem de forma contextualizada e integrada.

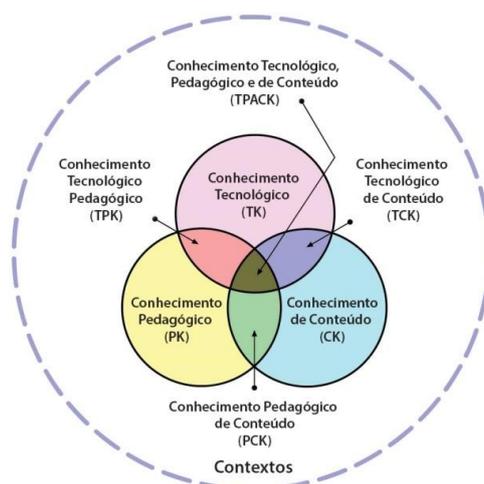


Figura 1: Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (Adaptado de Mishra e Koehler, 2006)

Essas relações foram representadas na figura anterior, como: o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK), o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK), por fim, o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK). O contexto, representado, na figura, por uma linha circular tracejada, remete às situações de ensino e aprendizagem e às particularidades na prática pedagógica.

Dessa forma, com base nos autores da proposta, apresenta-se, abaixo, uma breve definição desses conhecimentos:

- O *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo* (TCK) abrange a compressão entre o conteúdo e a tecnologia no contexto de ensino e aprendizagem. Nesse domínio de conhecimento, espera-se que o professor possa ensinar o determinado conteúdo de sua área por meio das tecnologias digitais.
- O *Conhecimento Tecnológico Pedagógico* (TPK) pode ser definido como o saber em que o professor é capaz de utilizar determinadas tecnologias para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem.
- O *Conhecimento Pedagógico de Conteúdo* (PCK) é o conhecimento que descreve a interação entre a pedagogia e o conhecimento do conteúdo. Em outras palavras, o PCK refere-se à compreensão que um professor tem sobre como ensinar um determinado conteúdo de maneira eficaz.

E, por fim, TPACK vai além da simples adição dos conhecimentos individuais de seus componentes ou sobreposições entre essas áreas. Ele também analisa de que forma as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem enriquecer o

processo de ensino e aprendizagem, oferecendo suporte aos alunos na construção de novos conhecimentos ou no reforço dos conhecimentos prévios. Isso representa a síntese mais abrangente dos elementos teóricos que compõem o modelo proposto por Mishra e Koehler (Cibotto e Oliveira, 2017).

Em síntese, o TPACK não se limita à mera interseção entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, ele abrange todas as complexidades inerentes a essas reações entre os conhecimentos, com o objetivo de oferecer uma abordagem de ensino e aprendizagem, que adapta às necessidades dos educandos. Assim, o TPACK “representa a utilização da tecnologia para apoiar estratégias pedagógicas específicas e construtivas para ensinar o conteúdo, devidamente adequadas às necessidades e às preferências dos alunos” (Cibotto e Oliveira, 2017, p. 19).

A seguir, abordamos a metodologia e o percurso de nossa investigação. Nesse segmento, descrevemos a estrutura que guiará nossa pesquisa, os métodos empregados para coleta e análise das informações, bem como os passos seguidos para alcançar nossos objetivos de pesquisa.

### **3 Metodologia**

A pesquisa é de abordagem qualitativa, pois não deve haver somente preocupação com os dados obtidos, por meio de documentos, mas sim procurar o que está além do escrito, para que se possa explorar, analisar e interpretar questões complexas e subjetivas, que não podem ser facilmente medidas por meio de métodos quantitativos, fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações (Marconi e Lakatos, 2003).

Ao adotar a abordagem qualitativa, podemos abranger a intrincada natureza e as perspectivas pessoais das experiências das estagiárias envolvidas. Isso nos permite entender o significado que atribuem a eventos e comportamentos específicos. Assim, conseguimos obter uma compreensão mais abrangente situacional dos fenômenos sob investigação.

A pesquisa foi desenvolvida com professoras em formação inicial de uma universidade federal, matriculadas na disciplina de Estágio Supervisionado I, no ano letivo de 2022, de um curso de Licenciatura em Matemática, que utilizou a Robótica Educacional, para o ensino e aprendizagem investigativa da Matemática, na formação dessas professoras, sob a lente do TPACK.

Devido à pandemia causada pela Covid-19, tivemos dificuldades em pensar como trabalharíamos a Robótica Educacional *online*. Então, a partir de contatos e informações, com nossos colegas do grupo de trabalho da NUPEME (Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação), conseguimos desenvolver atividades com as futuras professoras, por meio da plataforma do *Open Roberta*.

Essa plataforma é um projeto gratuito e de código aberto, que pode ser acessado pelo *browser*, tendo sido desenvolvido pela empresa alemã *Fraunhofer IAIS*, o objetivo de ensinar crianças e adolescentes a programarem *kits* robóticos e aprofundar no mundo da ciência da computação.

Na plataforma é possível trabalhar com diferentes programações, utilizando robôs EV3, NXT, Micro.bit, Arduíno, entre outros. Além de escolher o robô, construir a sequência de programação, é possível executá-la e ver a sua simulação no próprio *software*.

A pesquisa envolveu um processo estruturado, que incluiu a observação, a análise e a reflexão sobre as tarefas executadas na disciplina, iniciada no primeiro contato das estagiárias com a Robótica, por meio do *Open Roberta*, a partir de aulas investigativas matemáticas, com o objetivo de identificar o conhecimento desenvolvido durante o processo de formação.

A turma foi composta por seis estagiárias do curso de Matemática, que, prontamente, aceitaram o convite pelos pesquisadores, para participar da investigação e assinar o termo de consentimento (TCLE). O contato com a plataforma do *Open Roberta*, juntamente com as atividades, ocorreu no primeiro semestre de 2022, com a participação apenas das estagiárias, professora orientadora de estágio e pesquisador. Durante as aulas práticas de Robótica, as estagiárias foram as aprendizes, uma vez que nenhuma delas havia tido contato anterior com a plataforma.

Inicialmente, as estagiárias dedicaram tempo à exploração da plataforma, para se familiarizarem com os blocos de programação, e o ambiente de programação disponíveis. Após essa fase inicial de familiarização, as estagiárias procederam com a execução das atividades, detalhando, minuciosamente, cada etapa das tarefas. Isso incluiu descrições completas, explicações passo a passo, e, até mesmo, a captura de imagens das programações dos robôs na plataforma do *Open Roberta*, a fim de documentar o processo de forma abrangente.

Os dados foram recolhidos por meio de documentos produzidos pelas estagiárias, tendo sido depositados por meio do *Google Drive*, disponibilizado pelo professor pesquisador. A partir da análise realizada, destacamos alguns aspectos particulares ao domínio dos saberes docentes, inerentes às futuras professoras que utilizaram a Robótica, que constitui a categoria de análise deste texto, a saber, o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática, desenvolvido por meio da utilização Robótica Educacional, sob a lente do modelo que construímos: Conhecimento de Robótica e Pedagógico de Matemática (RPAMK).

A seguir, compartilhamos os resultados obtidos a partir da nossa pesquisa, e conduzimos uma discussão embasada nesses dados. Nessa fase, exploraremos as conclusões e *insights* que emergiram da análise, proporcionando uma compreensão mais profunda do nosso estudo.

#### 4 Resultados e Discussões

Utilizando o modelo TPACK, de Mishra e Koehler (2006), concebemos uma estrutura que reflete o conhecimento adquirido pelas estagiárias ao se envolverem no ensino e aprendizagem da Robótica Educacional. Com esta pesquisa, na perspectiva do TPACK, desenvolvemos um novo modelo de saberes necessários para a integração da Robótica Educacional, no contexto do ensino e aprendizagem de Matemática numa prática efetiva.

Dessa forma, desenvolvemos o RPAMK (Conhecimento de Robótica e Pedagógico de Matemática). O RPAMK é uma abordagem que combina o conhecimento pedagógico, o conhecimento de Matemática e o conhecimento sobre a Robótica Educacional.

O RPAMK enfatiza a importância de integrar a Robótica Educacional no contexto da Matemática. Isso envolve o planejamento de atividades desafiadoras, a criação de ambientes de aprendizagem colaborativo e a promoção do pensamento crítico e da resolução de problemas, por meio da robótica, para o ensino e aprendizagem de Matemática. Na sequência, podemos ver, na Figura 2, o modelo RPAMK.

No contexto do Estágio Supervisionado I, é possível observar um diagrama (Figura 2) que representa a integração da Robótica Educacional no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Esse diagrama é composto por três espaços principais: *Pedagogical Knowledge* — Conhecimento Pedagógico (PK), *Robotics Knowledge* —

Conhecimento de Robótica (RK), *Mathematics Knowledge* — Conhecimento de Matemática (MK). Nas interações dos espaços mencionados, que são, na Figura 2, as interseções entre os três espaços, são elas: *Pedagogical Robotics Knowledge* — Conhecimento Pedagógico da Robótica (RPK), *Robotics and Mathematics Knowledge* — Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), *Pedagogical and Mathematics Knowledge* (PMK), e, por fim, surge o *Robotics and Mathematics Pedagogical Knowledge* — Conhecimento de Robótica e Pedagógico de Matemática (RPAMK).

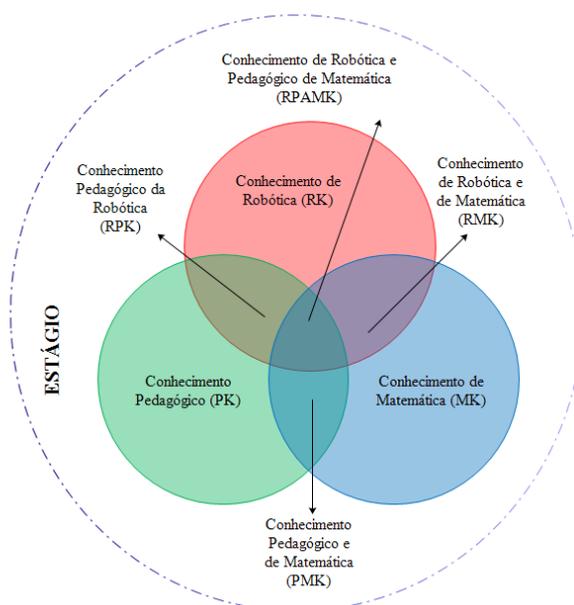


Figura 2: Modelo RPAMK (Elaboração própria)

O RMK refere-se ao conhecimento desenvolvido pelos educadores ao integrar a Robótica Educacional com a Matemática. Nessa fase da pesquisa, investigamos o desenvolvimento do conhecimento RMK, explorando como as futuras professoras podem ensinar e aprender Matemática por meio da Robótica Educacional.

Na primeira tarefa, usamos o *Open Roberta* para construir um triângulo equilátero. Nos excertos abaixo, é possível perceber as estratégias, durante a aprendizagem de programação, realizadas pelas estagiárias:

*1º Passo: Como um triângulo tem 3 lados, usei a programação de repetir 3 vezes o processo que eu iria colocar.*

*2º Passo: Para começar usei a programação de mover para frente e coloquei na velocidade 20 para desenhar, e cada lado do triângulo eu escolhi igual a 60 cm.*

*3º Passo: Usei a programação de virar para esquerda e ângulo de 120°, pois o ângulo externo e o interno do triângulo equilátero são suplementares, ou seja, a soma deles é igual a 180°, os ângulos externos que formam um triângulo equilátero medem 120° e os internos medem 60°. Por isso usei este ângulo na programação para o carrinho virar 120° e formar o triângulo (ISA, relatório 1).*

*Mostrando nosso triângulo e seus ângulos sendo todos iguais, então primeiramente temos que fazer ele mover para frente, controlando a velocidade e a distância, desse modo moveu para frente como queremos um triângulo ele precisa mover mais para gerar um triângulo com 3 linhas, assim tendo a sua angulação, como os ângulos internos são de  $60^\circ$ , o robô precisa dar a volta e dando o ângulo externo será de  $120^\circ$ , e tendo suas somas internas com as externas vamos obter uma soma de  $180^\circ$  (Hipotenusa, relatório 1).*

A partir da adaptação dos conhecimentos necessários à docência, por Mishra e Koehler (2006), é possível identificar o conhecimento de robótica do conteúdo, ao observar, nesse momento da construção e execução da programação do robô, na plataforma do *Open Roberta*, que as participantes conseguiram associar a matemática e a robótica, ao utilizarem o conhecimento de ângulos, para que o robô virasse e construísse um triângulo equilátero. As participantes representaram o conteúdo matemático de outro modo, mediado por recursos tecnológicos, com a robótica educacional (Koehler e Mishra, 2008).

Ao compreenderem a relação do conteúdo matemático e a programação, associada às conexões feitas no *Open Roberta*, as estagiárias identificaram o que precisava acrescentar nos blocos, como, por exemplo, “um triângulo tem três lados e usei a programação de repetir 3 vezes o processo que eu iria colocar”, “o robô precisa dar a volta e dando o ângulo externo será de  $120^\circ$ ”, ou seja, como o triângulo possui 3 lados, utilizaram o *Controlo* para fazer a repetição do mesmo movimento. Para chegar no ângulo de  $120^\circ$ , primeiramente, elas simularam com o ângulo de  $60^\circ$ , e perceberam que o ângulo interno de  $60^\circ$  não era o suficiente, uma vez que, para realizar a virada, necessitava de mais graus, conforme podemos ver, na Figura 3.

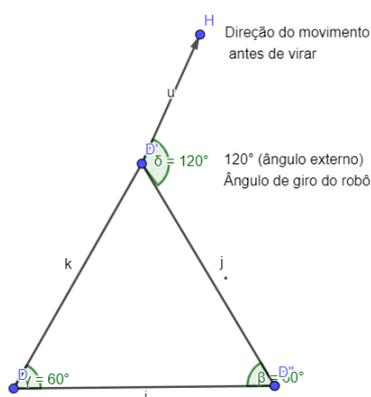


Figura 3: Esquema dos ângulos das viradas do veículo (Acervo da pesquisa)

Após as indagações e discussões, as participantes chegaram à conclusão de que poderiam utilizar o conceito de ângulo externo na resolução do problema em questão. Ao identificar a possibilidade de utilizar o ângulo externo, as participantes encontraram uma

estratégia eficaz para programar o movimento do robô. Elas compreenderam que, ao girar o robô pelo ângulo externo adequado, poderiam alcançar a formação dos lados do triângulo equilátero. Essa descoberta demonstra a interseção entre o conhecimento de robótica e matemática.

Na Figura 4, podemos observar a estratégia de programação adotada pela aluna Emily, durante a atividade de construção de um triângulo equilátero. Essa estratégia reflete seu Conhecimento de Robótica e Matemática (RMK), bem como sua habilidade em aplicar esses conhecimentos para alcançar o objetivo proposto.

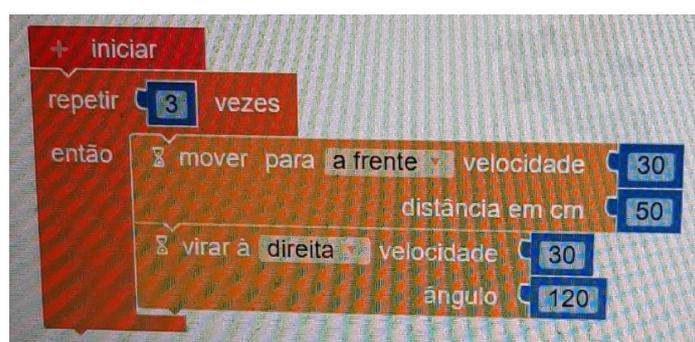


Figura 4: Programação da tarefa desenvolvida por Emilly (Acerva da pesquisa)

A programação desenvolvida pela aluna Emilly envolveu a utilização de diferentes blocos de comandos. Para construir o triângulo equilátero, ela precisou definir a distância que o robô deveria percorrer em cada um dos lados do triângulo.

Ao analisar a propriedade do triângulo equilátero, que possui todos os lados de comprimento igual, Emily identificou a necessidade de dividir o movimento do robô em três partes iguais. Para realizar essa divisão, ela utilizou o bloco de repetição, permitindo que o robô executasse um determinado conjunto de comandos várias vezes.

Além disso, a estagiária também aplicou conhecimentos matemáticos para determinar o ângulo de rotação necessário para que o robô fizesse as curvas corretas e formasse um triângulo equilátero. Ela considerou que um triângulo equilátero possui ângulos internos de 60 graus, e, com base nisso, calculou o ângulo de rotação necessário para o movimento do robô (RMK).

A estratégia de programação da aluna Emilly evidenciou sua compreensão dos conceitos de geometria e sua capacidade de aplicar esses conceitos no contexto da robótica. Ela foi capaz de traduzir os requisitos matemáticos em comandos de programação, garantindo que o robô executasse os movimentos corretos para formar o triângulo equilátero. Portanto, a estratégia de programação, empregada pela aluna Emilly,

na construção do triângulo equilátero, destaca a interação do Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK). Com essa solução, o carrinho percorria, formando um triângulo equilátero, conforme a Figura 5.

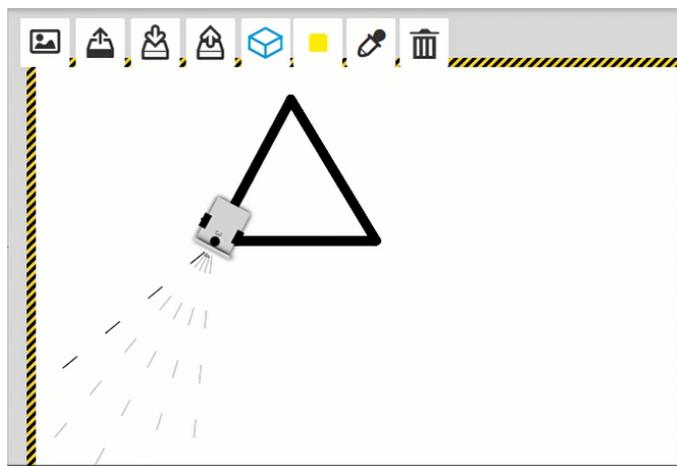


Figura 5: Simulação da programação na construção do triângulo equilátero realizada por Emilly (Acervo da pesquisa)

Esse experimento permitiu novas aprendizagens, e nos mostram que o processo utilizado durante a programação, para chegar no resultado da tarefa, é tão importante como o produto, ou seja, precisamos entender o caminho realizado para chegar no objetivo da tarefa. Ao observamos as anotações das estagiárias, podemos ver o conhecimento matemático utilizado durante a programação como as propriedades do triângulo equilátero. Como Maliuk (2009) afirma em seu trabalho, ao programar o robô, existe o pensar sobre o que está fazendo, de forma lógica e ordenada. Na fala de Hipotenusa, em sua programação:

*e vamos repetindo os passos novamente usando a tecla controle que faz as repetições 3 vezes até forma nosso triângulo equilátero. Observei que erramos bastante alguns movimentos mais com a prática vamos aprendendo bem (Hipotenusa, relatório 1).*

No caso específico da construção do triângulo equilátero, a estagiária Hipotenusa observou ser necessário repetir os mesmos passos três vezes para formar todas as arestas do triângulo. Ao utilizar o bloco “*controle*”, que representa o bloco de repetição, ela pôde simplificar a programação, evitando a repetição desnecessária de comandos.

No entanto, ela mencionou que cometeu erros durante o processo. É comum que, ao realizar atividades de programação, especialmente, quando se está aprendendo, ocorram erros e imprecisões. Esses erros podem estar relacionados à escolha de valores incorretos para distâncias ou ângulos, à ordem dos comandos ou a outros aspectos da

programação.

Dessa forma, a aluna destaca a importância da prática na aprendizagem. Ao praticar e realizar repetições, foi possível aprender com os erros cometidos, corrigi-los e aprimorar a compreensão dos conceitos envolvidos. Por meio da prática contínua, a estagiária adquiriu mais habilidade na programação e melhorou sua capacidade de executar os movimentos corretos.

Em outras palavras, “ao errar e tentar compreender o porquê desse erro percebe-se o estabelecimento de conexões lógicas indispensáveis à construção do conhecimento” (Maliuk, 2009, p. 41). Na programação, o erro não tem aspecto punitivo, errar se tornará uma experiência para que a estagiária repense, refaça a programação e teste novamente, até que se alcance o objetivo almejado. Assim, o erro ganha importância no processo de aprendizagem, por meio do computador (Valente, 2005).

Ainda, na atividade 1, podemos destacar a importância da robótica educacional, como ferramenta na formação das futuras professoras, a exemplo das falas abaixo.

*são atrativas, desafiadoras e fazem a gente pensar e raciocinar pra conseguir programar e chegar à resposta correta. Eu acho que vai ser muito interessante aplicar para alunos nas aulas de matemática, podendo tornar a matemática mais atrativa para eles (ISA, atividade 1).*

Ao analisarmos a evidência acima, compreendemos, na fala da estagiária Emily, que, apesar da apreensão relacionada, ao trabalhar com o novo, ao desenvolver a tarefa, ela conseguiu compreender e executar a tarefa, produzindo novos pensamentos e ideias. Dessa forma, ao terem contato com a robótica, por meio da tarefa, acabou provocando o rompimento daqueles preconceitos e medos em relação à ferramenta tecnológica. Doneda e Silva (2014), em sua produção sobre a mediação pedagógica e as TDIC, descreve sobre a função do professor, ao dizer:

Esse cenário envolve totalmente o professor em sua função docente, colocando-o na contingência de conhecer os novos recursos tecnológicos, adaptar-se a eles, usá-los e compreendê-los em prol de um processo de aprendizagem mais dinâmico e motivador para seus alunos (Doneda e Silva, 2014, p. 2).

Na resposta de Isa, notamos que a futura professora afirmou que a robótica educacional é atrativa e configura um importante instrumento pedagógico para o processo de ensino e aprendizagem dos seus futuros alunos em sala de aula. Nesse sentido, Silva (2009, p. 31) corrobora que o casamento entre a Robótica e a Educação tem todos os

ingredientes para dar certo. Primeiro, o robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos, cujos princípios básicos são abordados pela escola. Segundo, pelo fato de que os robôs mexem com o imaginário infantil, criando formas de interação e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos.

A partir dessa primeira atividade, percebemos que as futuras professoras começaram a entender a importância da robótica educacional na transformação no processo de aprendizagem, em uma experiência mais prática, interativa e inclusiva.

Durante o segundo encontro, envolvendo o *Open Roberta*, as estagiárias foram desafiadas a programar o movimento do robô para construir um pentágono regular. A tarefa permitiu que elas escolhessem a medida dos lados do pentágono, dando-lhes a liberdade de explorar diferentes configurações e compreender melhor as propriedades geométricas envolvidas. Podemos observar a tarefa apresentada, que consistia em programar o movimento do robô para construir o pentágono regular. A Figura 6 representa o resultado dessa programação, mostrando o pentágono construído pelo robô.

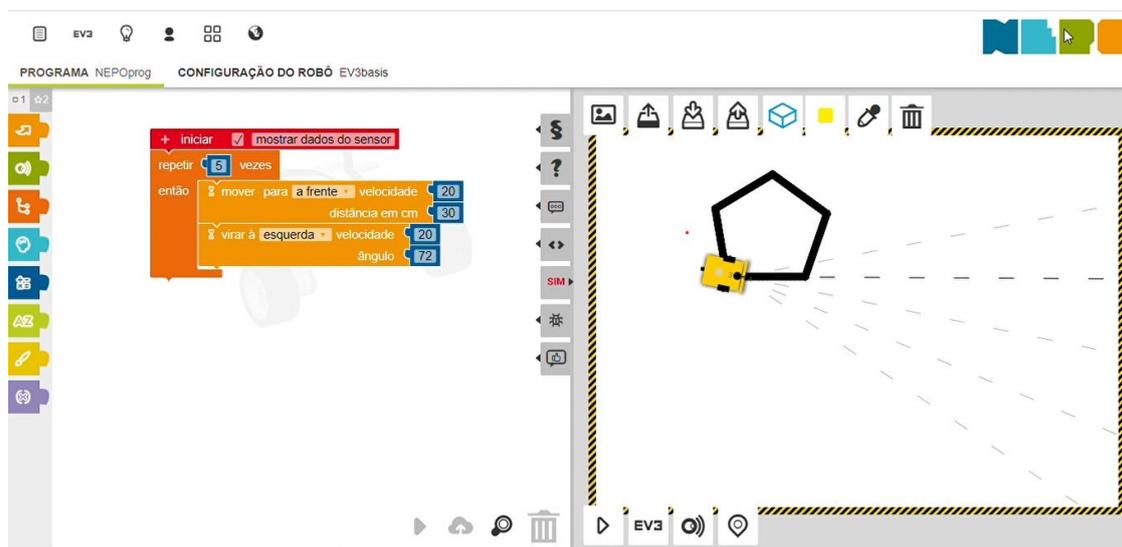


Figura 6: Programação e simulação da construção do pentágono realizada por Isa (Acerva da pesquisa)

As estagiárias assumiram a tarefa de programar o veículo robótico, a fim de se mover na plataforma do *Open Roberta*, criando um desenho de um pentágono. Para isso, elas desenvolveram um modelo de programação que permitia ao robô se deslocar 30 cm para a frente e girar 72° graus para a esquerda. Os cálculos realizados pelas estagiárias, que foram apresentados na atividade, revelaram a importância do pensamento matemático, necessário para que o robô executasse o movimento de virar com uma angulação de 72° graus. Esse aspecto pode ser observado no trecho a seguir.

## ÂNGULO INTERNO

$$\alpha = \frac{180(n-2)}{n} =$$

$$\alpha = \frac{180(5-2)}{5} = \frac{180 \cdot 3}{5} = 108^\circ$$

## ÂNGULO EXTERNO

$$\theta = \frac{360}{n} = \frac{360}{5} = 72^\circ$$

Usei a programação com o ângulo de  $72^\circ$ , a soma dos ângulos externos e internos é igual a  $180^\circ$ , os ângulos externos que formam um pentágono regular medem  $72^\circ$  e os internos medem  $108^\circ$ . Por isso usei este ângulo na programação para o carrinho virar  $72^\circ$  e formar o pentágono (ISA, atividade 2).

A explicação fornecida pela Isa, sobre a escolha do ângulo de  $72^\circ$ , na programação do carrinho robótico, com base no conhecimento dos ângulos internos e externos de um pentágono regular, relacionou diretamente com os conhecimentos de robótica e matemática.

Em termos de Conhecimento de Robótica (RK), a estagiária compreendeu a importância de definir corretamente o ângulo de rotação para que o carrinho execute um movimento preciso e forme um pentágono regular. Essa compreensão demonstrou sua familiaridade com os princípios básicos da programação de robôs e como ajustar os parâmetros para atingir resultados específicos.

Em relação ao Conhecimento de Matemática (MK), a futura professora demonstrou uma compreensão dos conceitos de ângulos internos e externos de polígonos regulares. Ela sabe que a soma dos ângulos internos de um pentágono regular é igual a  $540^\circ$  (ou seja,  $108^\circ$  por ângulo interno), bem como que a soma dos ângulos externos de qualquer polígono é sempre igual a  $360^\circ$ . Utilizando esse conhecimento matemático, a futura professora reconheceu que cada ângulo externo de um pentágono regular mede  $72^\circ$ .

Ao aplicar seu conhecimento de matemática na programação do carrinho robótico, a estagiária utilizou a relação entre os ângulos internos e externos para determinar o ângulo de rotação necessário (RMK). Ela escolheu o ângulo de  $72^\circ$  para que, ao realizar cinco rotações consecutivas, o carrinho completasse um giro completo de  $360^\circ$  e formasse um pentágono.

Assim, a explicação da estagiária ilustrou como o conhecimento de robótica e Matemática (RMK) se entrelaçam na programação do carrinho robótico. O entendimento dos conceitos matemáticos relacionados aos ângulos é fundamental para tomar decisões

precisas na programação, permitindo que o carrinho realize movimentos exatos e siga os padrões desejados. Essa relação evidenciou como a aplicação do conhecimento matemático, no contexto da robótica, pode ampliar as possibilidades de aprendizado e exploração com os alunos.

Além disso, o pensamento da estagiária Katherine evidenciou, na Figura 7, que, devido ao pentágono ter cinco lados, era necessário utilizar o bloco "repetição", em conjunto com o bloco principal, "Controle", para que o robô executasse cinco vezes os movimentos mencionados anteriormente.



Figura 7: Programação da construção do pentágono realizada por Katherine (Acervo da pesquisa)

Nessa observação da estagiária, identificamos a aplicação do Conhecimento de Robótica (RK). Ao utilizar o bloco "repetição", se permite que um conjunto de comandos seja executado repetidamente, no caso, para formar cada um dos lados do pentágono. Isso demonstrou o entendimento da estagiária em relação à necessidade de um *loop* de repetição, para garantir que o robô realizasse os movimentos corretamente e completasse o pentágono.

Além disso, essa abordagem refletiu a compreensão da estagiária sobre o conceito matemático do pentágono, que possui cinco lados. Ela relacionou essa característica geométrica à necessidade de repetir os movimentos cinco vezes, garantindo que o robô forme corretamente o pentágono desejado.

Portanto, a explicação da estagiária destacou a conexão entre o Conhecimento de Robótica e o pensamento matemático, Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), na programação do robô. Essa integração permitiu que as estagiárias desenvolvessem uma compreensão mais abrangente e aplicada dos conceitos matemáticos, ao mesmo tempo em que adquiriram habilidades em programação e lógica de controle de robôs.

Para a programação dessa tarefa, podemos perceber o desenvolvimento do pensamento computacional, uma vez que elas conseguiram identificar o problema, e

solucioná-lo de forma eficiente, envolvendo o bloco de repetição e movimento. Conforme Brackmann (2017, p. 29), esse termo pode ser definido como

o Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

Nesse sentido, a robótica educacional é uma possibilidade para favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional das futuras professoras, uma vez que trabalhar com a programação viabiliza ensinar habilidades de programação de forma eficaz aos seus alunos. Isso envolve a compreensão de como os seus futuros educandos podem ter dúvidas, as possíveis soluções e como fornecer *feedback* construtivo aos alunos.

De acordo com Castilho (2018), a aplicação prática do pensamento computacional também contribui para o desenvolvimento da abstração reflexiva. Ou seja, à medida que os indivíduos aplicam o pensamento computacional em diferentes contextos, e resolvem problemas, eles desenvolvem uma capacidade aprimorada de refletir sobre suas próprias abstrações, além de ajustá-las conforme as necessidades e os resultados obtidos.

Diante disso, Brackmann (2017, p. 20) corrobora que “no momento que os estudantes aprendem a programar, estão também programando para aprender. Este aprendizado permite que eles aprendam muitas coisas e criem oportunidades de aprendizagem” (RMK).

Nesse entendimento, percebe-se que os conteúdos matemáticos são trabalhados durante as programações dos robôs. Coube às estagiárias fazer a relação do conhecimento matemático com a situação problema apresentada. Dessa forma, o uso da robótica educacional favorece o ambiente de aprendizagem matemática, com o potencial para desenvolver a investigação da matemática e a própria autonomia do aluno. Ademais, através da programação, “o indivíduo tem a necessidade de converter em uma linguagem de máquina um contexto real que muitas vezes é automático em sua mente, no processo de instruir a máquina, utiliza-se a Matemática e outras teorias do conhecimento” (Barbosa, 2011, p. 34-35).

Antes de começar a trabalhar com os *kits* LEGO, as estagiárias aprenderam os conceitos básicos de programação, como *loops*, condições, variáveis e eventos, na

plataforma do *Open Roberta*, evidenciando o Conhecimento de Robótica (RK), por meio das tarefas realizadas durante os encontros.

O desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática desempenha um papel fundamental na formação inicial das estagiárias, como evidenciado pelas atividades envolvendo a construção de um triângulo equilátero e um pentágono regular. Ao se depararem com a tarefa de programar o robô, para realizar movimentos que reproduzisse essas formas geométricas, as estagiárias foram desafiadas a aplicar conceitos matemáticos e habilidades de programação de forma prática e concreta. Essa integração da robótica e a matemática permitiu que elas explorassem as conexões entre as disciplinas, fortalecendo sua compreensão e capacidade de resolver problemas de forma criativa.

A construção do pentágono regular exigiu uma compreensão aprofundada dos ângulos externos, além da capacidade de generalizar os conhecimentos adquiridos para qualquer número de lados. As estagiárias foram capazes de relacionar os conceitos matemáticos com a programação, demonstrando criatividade, ao encontrar soluções eficientes para programar os movimentos do robô e construir a forma desejada.

Essas atividades destacam a importância do desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática na formação inicial das estagiárias. Essas disciplinas oferecem ferramentas e abordagens que estimulam o pensamento crítico, o raciocínio lógico e a resolução de problemas, além de promoverem a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de habilidades.

Ao integrar a robótica e a matemática, as estagiárias foram desafiadas a aplicar conhecimentos teóricos em contextos práticos, promovendo uma aprendizagem significativa, e estimulando o interesse pelas disciplinas. Essa abordagem também contribui para a formação de futuras professoras, capacitando-as a ensinar habilidades de programação e matemática, de forma eficaz, aos seus alunos.

Em resumo, o progresso do conhecimento em robótica e matemática desempenha um papel fundamental na formação inicial das estagiárias, estabelecendo uma base sólida para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, criativas e de resolução de problemas. Essas áreas de conhecimento se complementam e contribuem para a capacitação das estagiárias, permitindo que elas adquiram competências essenciais para enfrentar os desafios presentes na prática educacional. O desenvolvimento dessas habilidades é

fundamental para que elas se tornem educadoras preparadas e aptas a promoverem uma educação de qualidade, estimulando, em seus alunos, o pensamento crítico e a inovação.

## 5 Resultados e Discussões

Durante o período de formação, as estagiárias se envolveram em tarefas que abrangiam a plataforma do Open Roberta. Enquanto realizavam essas tarefas, elas não adquiriram somente o conhecimento de robótica, mas também exploraram como a Matemática pode ser integrada nesse ambiente de aprendizagem.

Isso significa que as futuras professoras de Matemática foram desafiadas a compreender como podem utilizar a robótica como uma ferramenta para o ensino e aprendizagem de Matemática. Elas precisaram aprender a incorporar conceitos matemáticos que envolvem programar robôs, tornando a Matemática parte integrante da programação e das atividades com robótica. Dessa forma, as futuras professoras de Matemática tiveram que aprender a usar a robótica, assim, desenvolvendo o RMK.

A convergência do Conhecimento de Robótica e de Matemática, na formação inicial das professoras, no ambiente de aprendizagem da Robótica Educacional, representa uma abordagem educacional de imenso potencial. As futuras educadoras não apenas enriqueceram sua compreensão de Robótica e Matemática, mas também cultivaram habilidades cruciais para uma educação inovadora e tecnológica.

Ao adotar essa abordagem, as futuras professoras se tornaram catalisadoras da transformação educacional. Elas não apenas aprenderam Matemática e Robótica, mas também entenderam o papel do professor, ao trabalhar os conceitos matemáticos e de robótica no ensino e aprendizagem.

Acreditamos que a vivência das futuras professoras com a Robótica Educacional, em especial, nos moldes do RPAMK, durante a formação inicial de professor de Matemática, no Estágio Supervisionado, diferente de outras formações com ferramentas tecnológicas, contribuiu para que essas futuras professoras desenvolvessem o pensamento computacional com o uso da programação, além de aprenderem aplicar conceitos matemáticos em tarefas por meio da robótica.

## Referências

ALVES, Vanezilda Pereira; SANCHEZ, Andressa Barreiros; MAGALHÃES, Cassiana. [O estágio supervisionado no curso de pedagogia: “E quem já é professor”? Vivências e experiências da prática de estágio.](#) *Pro-Docência*, Londrina, v. 4, n. 1, p. 99-109, 2013.

BARBOSA, Fernando da Costa. *Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer*. 2011. 182f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

BARBOSA, Fernando da Costa; SOUZA JUNIOR, Arlindo José; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. O uso de robótica no Ensino Fundamental. In: *10º Encontro de Pesquisa da ANPEd Centro Oeste*. Uberlândia, 2010, p. 1-12.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica*. 2017. 226f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) — Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP n. 2, de 1 de julho de 2015*. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: Diário Oficial da União: 2 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRITO, Robson Souto; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro; LOPES, Maria da Conceição. *Robótica educacional: desafios/possibilidades no trabalho interdisciplinar entre Matemática e Física*. *Ensino da Matemática em Debate*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 27-44, 2018.

CASTILHO, Maria Inês. *Hiperobjetos da robótica educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional*. 2018. 214f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) — Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato. *TPACK – Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo: uma revisão teórica*. *Imagens da Educação*, Maringá, v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017.

DONEDA, Ademir Antônio; SILVA, Carlos da. *A prática pedagógica diante das novas tecnologias: o uso do Facebook*. *Cadernos PDE*, v. 1, p. 1-17, 2014.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, Gabriel Araújo. *Formação inventiva de professores com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto do Programa Residência Pedagógica*. 2023. 147f. Dissertação de (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Faculdade de Matemática. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

KOEHLER, Matthew J; MISHRA, Punya. Introducing TPCK. In: AACTE (Ed.). *The handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for educators*. New York: MacMillan, 2008, p. 3-30.

MALIUK, Karina Disconsi. *Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática*. 2009. 91f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

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

SHULMAN, Lee S. *Those who understand: Knowledge growth*. *Teaching Educational Research*, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.

SIQUEIRA, Claudiomir Feustler Rodrigues de; MOLON, Jaqueline; FRANCO, Sérgio Roberto Kieling. *Professores de TDIC nos cursos de formação docente: desafios dos profissionais frente às tecnologias educacionais*. *Ensino da Matemática em Debate*, São Paulo, v. 8, n.1, p. 42-60, 2021.

SILVA, Alzira Ferreira da. *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional*. 2009. 127f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) — Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.

SILVA, Marcos Roberto da. *Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de Matemática*. 2020. 301f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

SOUZA, Christiane da Fonseca. *Estudo de aula de Matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de Matemática*. 2021. 449f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

VALENTE, José Armando. *A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação*. 2005. 238f. Tese (Livre Docência) — Instituto de Artes. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

ZILLI, Silvana do Rocio. *A robótica educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e práticas*. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.