

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

# CONHECIMENTO DE ROBÓTICA E MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Henrique Gabriel Silva Carneiro, Arlindo José Souza Junior

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6701>

Submetido em: 2023-08-28

Postado em: 2023-08-30 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

Crhistine da Fonseca Souza (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0185-3967>)

ARTIGO

## CONHECIMENTO DE ROBÓTICA E MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

ARLINDO JOSÉ SOUZA JUNIOR<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5175-6129>  
<arlindoufu@gmail.com.br>

HENRIQUE GABRIEL SILVA CARNEIRO<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5163-4548>  
<henriquegabrielmat@gmail.com.br>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais (MG), Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais (MG), Brasil.

**RESUMO:** Este artigo aborda a formação inicial de professores com as estagiárias de um Curso de Licenciatura em Matemática na disciplina de Estágio Supervisionado I. Neste contexto, revelamos no presente artigo, como as estagiárias desenvolveram coletivamente algumas tarefas, segundo a perspectiva do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), a partir da programação de quatro tarefas, denominadas como: Circunferência, Pentágono, Hexágono, Triângulo Equilátero com o apoio da Robótica Educacional. Devido a pandemia causada pelo COVID-19, durante a nossa pesquisa as estagiárias fizeram uso da plataforma do *Open Roberta* com o propósito de construir as figuras geométricas. Com o uso do *Open Roberta*, as tarefas foram desenvolvidas coletivamente pelas estagiárias para que desenvolvessem o Conhecimento de Robótica e Matemática. Durante as vivências no contexto do estágio, observamos que estagiárias conseguiram integrar o Conhecimento de Robótica e Matemática na elaboração das tarefas. Desse modo, por intermédio da execução das tarefas com o suporte da robótica *online*, essa etapa formativa capacitou as futuras educadoras a estarem aptas a uma abordagem pedagógica alinhada com as demandas da educação no século XXI.

**Palavras-chave:** Formação Inicial de Professores; Matemática; TPACK; RMK; Robótica Educacional.

### KNOWLEDGE OF ROBOTICS AND MATHEMATICS IN THE INITIAL TRAINING OF MATHEMATICS TEACHERS

**ABSTRACT:** This article addresses the initial teacher training involving students from a Bachelor's Degree Program in Mathematics in the Supervised Internship I course. In this context, we disclose in this present article how the students collectively developed tasks, according to the perspective of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), through the programming of four tasks named: "Circumference," "Pentagon," "Hexagon," and "Equilateral Triangle," with the support of Educational Robotics. Due to the COVID-19 pandemic, during our research, the students utilized the Open Roberta platform with the purpose of constructing geometric figures. Through the utilization of Open Roberta, the tasks were collectively developed by the students to enhance their Robotics and Mathematics Knowledge. Throughout their experiences in the internship context, we observed that the students managed to integrate Robotic and Mathematical Knowledge in task development. Thus, through the execution of tasks supported by online robotics, this formative stage empowered the future educators to be well-equipped for a pedagogical approach aligned with the demands of 21st-century education.

**Keywords:** Initial Teacher Education; Mathematics; TPACK; RMK; Educational Robotics.

## CONOCIMIENTO DE ROBÓTICA Y MATEMÁTICAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

**RESUMEN:** Este artículo aborda la formación inicial de docentes con las estudiantes de un Curso de Licenciatura en Matemáticas en la asignatura de Práctica Supervisada I. En este contexto, desvelamos en este presente artículo cómo las estudiantes desarrollaron de manera colectiva algunas tareas, según la perspectiva del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), a través de la programación de cuatro tareas denominadas: "Circunferencia", "Pentágono", "Hexágono" y "Triángulo Equilátero", con el apoyo de la Robótica Educativa. Debido a la pandemia causada por el COVID-19, durante nuestra investigación, las estudiantes utilizaron la plataforma Open Roberta con el propósito de construir figuras geométricas. Mediante el uso de Open Roberta, las tareas fueron desarrolladas de manera colectiva por las estudiantes para desarrollar su Conocimiento en Robótica y Matemáticas. Durante las experiencias en el contexto de la práctica, observamos que las estudiantes lograron integrar el Conocimiento en Robótica y Matemáticas en la elaboración de las tareas. De esta manera, a través de la ejecución de tareas respaldadas por la robótica en línea, esta etapa formativa capacitó a las futuras educadoras para estar preparadas para un enfoque pedagógico alineado con las demandas de la educación en el siglo XXI.

**Palabras clave:** Formación Inicial de Docentes; Matemáticas; TPACK; RMK; Robótica Educativa.

## INTRODUÇÃO

Em razão do avanço das tecnologias de informação e comunicação (TDICS) no âmbito da educação, as TDICS tem recebido cada vez mais destaque ao longo dos últimos anos. Contudo, paralelamente ao crescimento e o desenvolvimento das tecnologias, há uma grande carência de docentes formados para atuar com as tecnologias digitais na educação, e há pouco investimento das universidades quanto à formação inicial destes profissionais.

A cultura digital permeia cada vez mais aspectos da nossa sociedade e da educação, e é fundamental que os educadores estejam preparados para enfrentar os desafios e explorar as oportunidades dessa realidade. No entanto, muitas vezes, a formação inicial dos professores não aborda de forma adequada as TDICS, deixando uma lacuna no desenvolvimento de competências digitais essenciais. Ademais, é necessário a este novo profissional da educação repensar a educação quanto buscar os fundamentos para utilizar as novas linguagens presentes em meio a sociedade tecnológica. Pois, estas novas linguagens causam grande mudança na educação e define uma nova cultura na sociedade, novos valores e diferentes necessidades aos docentes (MENDES, 2016).

Conforme a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), 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). É papel dos professores no processo de qualificação dos seus alunos para um uso ético das diversas tecnologias existentes, apoiando a inclusão digital dos alunos imersos nas tecnologias.

Nesse contexto, é fundamental que os futuros professores desenvolvam um entendimento profundo da cultura digital e entenderem que ensinar no ciberespaço, com as diferentes tecnologias educacionais à disposição, exige os diferentes conhecimentos a saber o conhecimento pedagógico, o conhecimento tecnológico, o conhecimento do conteúdo, e as suas relações (MISHRA, KOEHLER 2006).

Nesta investigação, para desenvolver o conhecimento tecnológico das futuras professoras, a Robótica Educativa desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento do conhecimento tecnológico na formação inicial das professoras, por ser um ambiente que vai além do espaço físico e dos instrumentos tecnológicos utilizados, sendo caracterizado por uma mudança substancial nos propósitos

de ensinar, nas metodologias empregadas, nos recursos disponíveis, no desenvolvimento do pensamento dos alunos e nos objetivos traçados.

Assim, este estudo tem como questão norteadora: como o trabalho educativo na componente curricular Estágio Supervisionado I possibilitou o desenvolvimento de conhecimentos sobre Robótica Educacional? Assim, o presente texto tem como objetivo investigar o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática no contexto da formação inicial das professoras de Matemática.

O caminho percorrido para a resposta do questionamento acima constituiu-se numa pesquisa de campo realizada com futuras professoras que estudam Matemática Licenciatura em uma universidade federal de ensino, localizada na cidade de Catalão (GO).

O texto está organizado da seguinte forma: na primeira seção, apresenta-se a Robótica Educacional como uma possibilidade de formação das futuras professoras; na segunda, evidenciam-se os conhecimentos necessários frente ao ensino e aprendizagem de Matemática no ambiente da Robótica Educacional, em seguida, constam a metodologia e os resultados e discussões dos dados analisados; por fim, são apresentadas as considerações finais.

## **ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Dentro do vasto panorama de metodologias que são propostas e concebidas no âmbito educacional, a Robótica Educacional emerge como um destaque proeminente. Ela se distingue por se configurar como um ambiente de aprendizado singular, onde os alunos têm a oportunidade não apenas de montar e programar robôs ou sistemas robotizados, mas também de explorar sua multifacetada gama de possibilidades. Isso a coloca não somente como um recurso ou ferramenta valiosa, mas também como um elemento interdisciplinar integrante do currículo. Ademais, a Robótica Educacional se insere como uma prática pedagógica enriquecedora, contribuindo para a edificação de uma instituição escolar inclusiva e de excelência para todos os alunos (MALIUK, 2009).

A Robótica Educacional, também referida como Robótica Educativa ou Robótica Pedagógica, manifesta-se como ambiente de aprendizagem que permite que os educandos tenham a oportunidade de não apenas construir, mas também programar robôs. À medida que os estudantes testem seus próprios robôs executando tarefas que eles mesmos programaram, a atividade transcende para um estado lúdico e instigante, proporcionando uma experiência altamente envolvente os alunos.

De forma mais contemporânea, surgiu o diálogo acerca da robótica educacional no contexto brasileiro. Conforme observado por Cabral (2010), a Robótica Educacional caracteriza-se como uma prática que engloba a construção e programação de robôs nas instituições escolares, frequentemente com o auxílio de kits ou mesmo peças reutilizadas. Essa abordagem tem como propósito fomentar a interdisciplinaridade ao articular diversos conteúdos de ensino

Segundo Zilli (2004), a Robótica Educacional oferece ao educando a oportunidade de se familiarizar com as tecnologias contemporâneas e de cultivar habilidades e competências fundamentais. Entre essas competências estão a capacidade de conduzir pesquisas, desenvolver o pensamento crítico, enfrentar desafios na resolução de problemas e aprimorar o raciocínio lógico.

Para Sartorello (2023), a Robótica Educacional como ambiente de aprendizagem ultrapassa as fronteiras da sala de aula e desempenham um papel estratégico na promoção da autonomia dos estudantes e na busca por métodos de ensino inovadores. Esses ambientes valorizam a liberdade de pensamento, permitem o uso adequado de tecnologias digitais e incentivam o trabalho colaborativo, características essenciais que serão analisadas ao longo desta pesquisa.

A abordagem da Robótica Educacional como ambiente de aprendizagem incentiva a experimentação e a tentativa de erros e acertos. Conforme destacado por Fróes (2017), essa abordagem propõe uma nova relação entre professor e aluno, na qual ambos caminham juntos, buscando, errando e aprendendo a cada momento.

Dentro do cenário da Robótica Educacional, a dinâmica entre professor e aluno se metamorfoseia em uma genuína parceria. A convicção de que a responsabilidade exclusiva pelo ensino recai sobre o professor é desmantelada, cedendo espaço ao reconhecimento de que os alunos também

possuem valiosas contribuições a oferecer. Essa abordagem colaborativa tem suas raízes na filosofia de Paulo Freire, que postula que o papel do professor transcende o ato de transmitir conhecimento, envolvendo também a aprendizagem mútua com os alunos. Essa relação simbiótica e engajada proporciona um ambiente propício para um desenvolvimento recíproco e contínuo (FREIRE, 2005).

Segundo Souza (2021), a análise da prática formativa envolvendo a Robótica Educacional evidenciou a aquisição de diversos tipos de aprendizado por parte dos futuros professores. Em primeiro lugar, notou-se um aprofundamento considerável em relação ao conhecimento didático. Adicionalmente, houve um notável avanço na aptidão tecnológica dos participantes, no tocante aos saberes científico-tecnológicos associados à robótica educacional. Por fim, os aspirantes à docência também progrediram em sua compreensão sobre como efetivamente ensinar e aprender mediante a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs).

Frente ao exposto, para que uma prática eficaz na esfera da Robótica Educacional, os professores precisam adquirir os conhecimentos essenciais que lhes permitam integrar habilmente a tecnologia com a disciplina de Matemática em seu enfoque pedagógico.

## MODELO TPACK

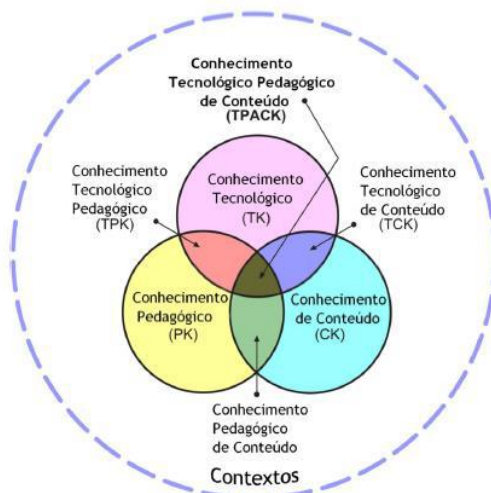
Entendemos que a formação inicial ainda carece de um sólido conhecimento teórico e prático sobre as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICS). A cultura digital permeia cada vez mais aspectos da nossa sociedade e da educação, e é fundamental que os educadores estejam preparados para enfrentar os desafios e explorar as oportunidades dessa realidade. No entanto, muitas vezes, a formação inicial dos professores não aborda de forma adequada as TDICS, deixando uma lacuna no desenvolvimento de competências digitais essenciais.

Dessa forma, entende-se a necessidade do desenvolvimento de conhecimentos que necessita a compreensão de relacionar o conteúdo, as tecnologias e a pedagogia. Nesse contexto, emerge a relevância do diálogo acerca do modelo do modelo TPACK (Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo) que se propõe a estabelecer os saberes necessários para o ensino e aprendizagem mediado por tecnologias.

Mishra e Koehler (2006), idealizadores do TPACK, propõem, que para um ensino com as tecnologias educacionais efetivo, ou seja, uma abordagem pedagógica que requer o engajamento ativo dos educandos, permitindo que eles construam o significado e apliquem o conhecimento em contextos reais (HATTIE, 2012).

Segundo o quadro TPACK, a interseção entre o Conhecimento Tecnológico (TK), o Conhecimento Pedagógico (PK) e o Conhecimento do Conteúdo (CK) suscita quatro novos conhecimentos: Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK); Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK); Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK); e a intersecção central, o chamado Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (TPACK). Por fim, os sete conhecimentos gerados integram o contexto, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Construção do TPACK



Fonte: Adaptado de Mishra e Koehler (2006).

O contexto, representado na figura por uma linha circular tracejada remete às situações de ensino e aprendizagem e às particularidades na prática pedagógica. Desta forma, com base nos autores da proposta, apresenta-se abaixo uma breve definição desses conhecimentos.

O Conhecimento Pedagógico é o entendimento dos métodos e práticas pedagógicas fundamentais nos processos de ensino e aprendizagem. Ele abrange diversos aspectos, como avaliação, currículo, materiais didáticos, gestão de sala de aula, entre outros. Ter um domínio desse conhecimento implica não apenas na aplicação prática em sala de aula, mas também na compreensão das teorias de aprendizagem e no desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem com os alunos.

O Conhecimento do Conteúdo é o domínio dos temas e saberes específicos do campo de formação do professor. Ele abrange o conhecimento necessário para lecionar em sala de aula, compreendendo os conceitos, teorias e aspectos gerais da área do conhecimento.

De acordo com Cibotto e Oliveira (2017), o Conhecimento Tecnológico (TK) refere-se ao domínio das tecnologias que podem ser utilizadas na prática pedagógica. Esse conhecimento abrange desde instrumentos mais simples e acessíveis, como livros didáticos e quadros negros, até aplicativos digitais mais avançados, conhecidos como Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICS).

O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) refere-se à capacidade de ensinar determinados conteúdos, por meio da representação e formulação de conceitos, técnicas pedagógicas, compreensão das dificuldades e facilidades de aprendizagem, conhecimento prévio dos alunos e das teorias da epistemologia.

O Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) está relacionado à habilidade de utilizar os recursos tecnológicos de maneira adequada para ensinar conteúdos específicos de uma determinada área de formação. Trata-se da integração entre a tecnologia e o conteúdo, onde os professores não apenas dominam o conteúdo que estão ensinando, mas também sabem como utilizar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICS) de forma eficaz para auxiliar os alunos a aprenderem esses conteúdos.

Para Cibotto e Oliveira (2017, p. 17) o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) pode “ser definido como compreensão de qual seja a melhor forma de o professor utilizar determinadas tecnologias para desenvolver os procedimentos de ensino e aprendizagem”.

O Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (TPACK), emerge como a interseção entre esses três domínios do conhecimento, ou seja, ao desenvolver esse conhecimento, os educadores são capazes do ensino de conteúdos curriculares por meio da aplicação adequada de técnicas, métodos e estratégias pedagógicas que se utilizam de tecnologias de forma diferenciada para atender às necessidades individuais de aprendizagem dos alunos (CIBOTTO; OLIVEIRA, 2017).

Purificação (2022) e Melo (2019) destacam de maneira marcante que, ao promoverem o desenvolvimento do conhecimento TPACK com professores de Matemática durante um processo

formativo, esse empenho culminou em uma compreensão reflexiva e profundamente enriquecedora de sua própria abordagem pedagógica.

Em uma revisão sistemática sobre o emprego do modelo TPACK na formação de professores no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, percebeu a escassez de estudos que abordam o desenvolvimento do modelo TPACK, tanto no âmbito da formação inicial quanto na formação continuada de professores de Matemática.

Diante do exposto, destaca-se a importância do aprimoramento do Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo, tanto no contexto da formação inicial quanto na formação continuada de professores de Matemática. Tal empenho visa não apenas a (re)construção de novas abordagens pedagógicas, mas também a capacitação dos docentes para uma utilização das tecnologias. Dessa maneira, almeja-se cultivar um corpo docente de professores de Matemática que não somente reflita sobre sua influência no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, mas também reconheça ativamente seu papel crucial nesse desenvolvimento.

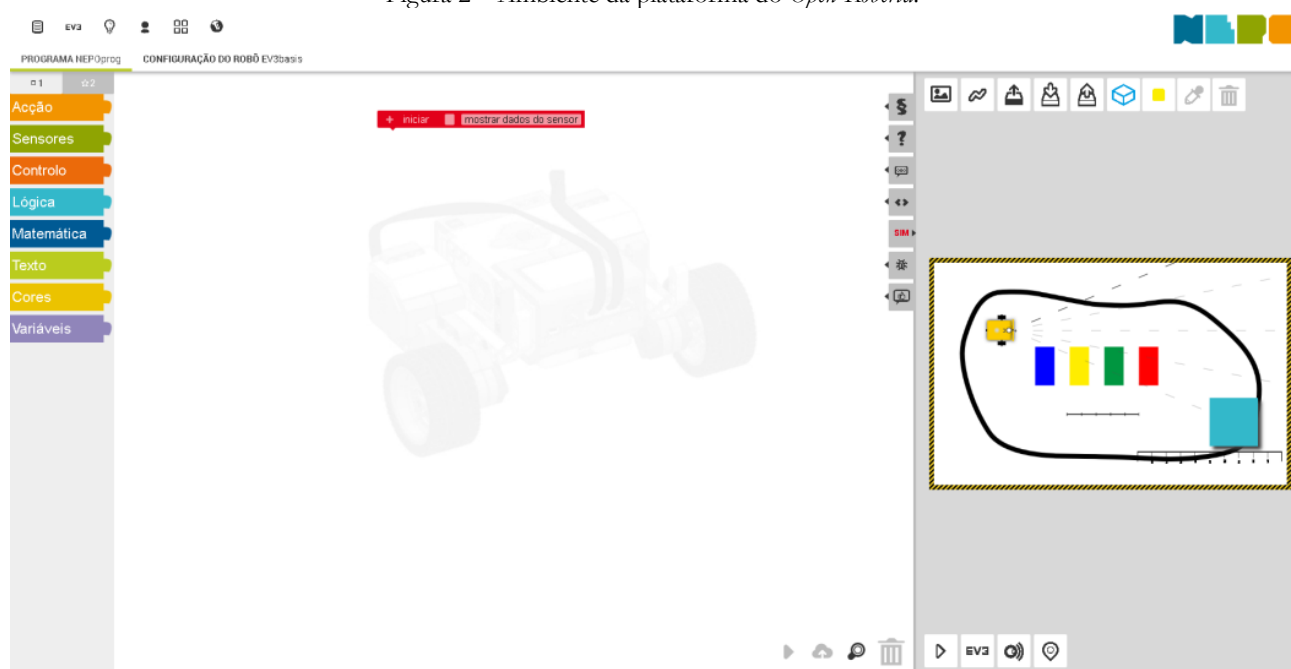
## Open Roberta

A plataforma Open Roberta é um projeto gratuito e de código aberto que pode ser acessado pelo browser que foi desenvolvido pela empresa alemã Fraunhofer IAIS que tem o objetivo de ensinar crianças e adolescentes a programarem kits robóticos e aprofundar no mundo da ciência da computação (OPEN ROBERTA).

O projeto existe há mais de 10 anos, porém em 2013 foi expandido quando recebeu apoio do Google, que investiu milhões de euros na plataforma em nuvem para dar suporte ao ambiente virtual de aprendizagem, utilizando cerca de 30 mil crianças e 1000 professores. Assim, a empresa LEGO participou também desta iniciativa da expansão do projeto doando 160 kits LEGO Mindstorms EV3 para ser utilizados por crianças nos estados alemães. Na plataforma é possível trabalhar com diferentes programações utilizando robôs EV3, NXT, Micro.bit, Arduino 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 Figura 2 apresenta a interface de programação do Open Roberta Lab com o ambiente desenvolvido pela própria plataforma.

Figura 2 – Ambiente da plataforma do *Open Roberta*.



Fonte: acervo do autor (2023).

Como se pode perceber na imagem, o ícone vermelho é o início da programação, e o programador deve realizar escolhas, acrescentando, nesse ícone, os blocos de programação em uma sequência mais adequada conforme o movimento planejado. O ambiente lateral a esquerda pode ser modificada, acrescentando-se outras imagens para simulação da ação do robô ou até mesmo ambientes já programados pela própria plataforma. Além disso, a plataforma permite que se visualize no ambiente do movimento instantaneamente após a colocação das ações programáveis, assim contribuindo para a agilidade na correção de falhas. Os movimentos são escolhidos na paleta da lateral esquerda, que exterioriza oito tipos de ações. A seguir, a Figura 3 descreve a função de cada movimento, para uma melhor compreensão dessa plataforma.

Figura 3 - Funções dos blocos programáveis do Open Roberta

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Ação</b>       | • Movimento dos robôs; sons; textos e curvas.                         |
| <b>Sensores</b>   | • Toque; direção; grau; valor; tempo; leitura de cor.                 |
| <b>Controlo</b>   | • Condicionais; espera e repetição.                                   |
| <b>Lógica</b>     | • Verdadeiro e Falso; igualdade; inclusão; interseção; maior e menor. |
| <b>Matemática</b> | • Adição; subtração; multiplicação; divisão; potenciação e valores.   |
| <b>Texto</b>      | • Adiciona comentário na programação ou texto na tela do robô.        |
| <b>Cores</b>      | • Adiciona cores para os sensores.                                    |
| <b>Variáveis</b>  | • Constrói variáveis aleatórias para a programação.                   |

Fonte: desenvolvido pelo autor (2023).

Ao escolher e clicar no bloco de programação, o aluno arrasta estes ícones, ligando-os ao ícone de início e assim sucessivamente, até completar a programação da ação desejada. Além disso, com a plataforma o usuário pode simular a programação e realizar a execução do robô.

Na próxima seção iremos discutir a metodologia empregada neste estudo, explicitando os aspectos metodológicos, seguidos da discussão dos resultados.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa realizada no âmbito do Mestrado em Educação, na Universidade Federal de Uberlândia. Acerca dos procedimentos metodológicos, esta pesquisa está classificada como: aplicada, quanto à sua natureza; exploratória, quanto aos seus objetivos; pesquisa participante, quanto aos procedimentos técnicos; qualitativa quanto à abordagem da análise dos dados.

No tocante à Ética na Pesquisa, considerando as Resoluções CNS 466/2012 e 510/2016, o estudo: manteve o anonimato dos partícipes; assegurou o sigilo das informações nas tarefas; fez as devidas referências aos textos consultados para a fundamentação teórica da pesquisa; formalizou o consentimento dos partícipes, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Seis licenciandas matricularam-se na componente curricular, aceitando nosso convite para participar da pesquisa e todas assinaram o TCLE.

O processo de obtenção das informações ocorreu durante os encontros com as estudantes matriculadas na disciplina de Estágio Supervisionado I do curso de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Federal no estado de Goiás, no primeiro semestre do ano letivo de 2022. Devido às

complicações causadas pela pandemia de COVID-19, a investigação foi realizada em etapas remotas e presenciais.

Com a proibição de aglomerações imposta pela pandemia causada pelo COVID-19 não seria possível trabalharmos com a construção e a programação do robô, assim, se fez necessário estabelecer uma nova proposta para trabalhar com a robótica. No começo, houve dificuldades em pensar como seria trabalhado a Robótica Educacional online, então, através de contatos e informações com os colegas do grupo de trabalho da NUPEME (Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação) conseguimos desenvolver tarefas com as futuras professoras através da plataforma do Open Roberta.

Dessa maneira, a solução mais pertinente foi a utilização da plataforma gratuita Open Roberta Lab, cujo ambiente de programação permitiu a simulação de programações dos robôs para realizar algumas ações. Essa plataforma permite a escolha do sistema, e admite a inserção de imagens para a verificação do desempenho do robô mediante a programação previamente planejada pelas participantes.

Na etapa remota, foi acompanhado, analisado, discutido e refletido sobre as tarefas realizadas na disciplina, com o foco no primeiro contato das estagiárias com a Robótica online através da plataforma do Open Roberta. Nessa fase, exploramos as tarefas relacionadas à Robótica Educacional e como elas se inserem no contexto da disciplina, com enfoque em aspectos matemáticos.

Em vista disso, pensando no trabalho em grupo durante as aulas práticas com o Open Roberta, as estagiárias foram divididas em dois grupos de três alunas, e neste momento tornaram-se aprendizes de Robótica. Foram desenvolvidas tarefas utilizando a plataforma do Open Roberta visando o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e Matemática, de forma que as estagiárias aprendessem Robótica, compreendessem e refletissem sobre as tarefas realizadas.

No mais, solicitamos para que as futuras professoras escolhesse um apelido para que pudéssemos nomeá-las durante nosso estudo, sem riscos de revelar suas identidades. Elas fizeram diferentes escolhas, à saber: Delta, Emily, Hipatia, Hipotenusa, Isa e Katherine.

Na próxima seção, constam os resultados da análise e discussão dos dados coletados à luz da teoria indicada no referencial teórico desta pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a identificação desses saberes partimos da concepção de base de conhecimento para o ensino, iniciada por Shulman (1986, 1987) e nos estudos de Mishra e Koehler (2006), ao introduzirem o contexto tecnológico. Esta categoria tem como o conceito norteador aspectos do conhecimento de robótica e o conhecimento do conteúdo e suas interações no ensino de Matemática. Esse conhecimento de robótica do conteúdo descreve a maneira como o conhecimento do conteúdo e o conhecimento de robótica estão relacionados. Além de terem o domínio do conteúdo, as futuras professoras também precisam conhecer como este conteúdo pode ser usufruído com a utilização da robótica na área de Matemática.

Adaptamos o conceito do TPACK para 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.

No contexto do RPAMK, as futuras professoras são capacitadas não apenas em termos de conhecimento pedagógico geral, mas também recebem uma formação específica sobre como integrar a robótica educacional em sua prática pedagógica. Elas adquirem um conhecimento profundo sobre o conteúdo relacionado à robótica, como princípios de construção de robôs, programação e conceitos fundamentais.

Analisaremos de maneira aprofundada o desenvolvimento do RPAMK, com foco especial na exploração do RMK (Conhecimento de Robótica e Matemática). Neste contexto, examinaremos minuciosamente como as futuras professoras podem efetivamente conduzir o processo de ensino e aprendizado da Matemática por meio da abordagem da Robótica Educacional *online*. O ponto central deste debate reside na compreensão da integração significativa e pertinente da robótica no ensino de conceitos matemáticos.

Assim, no primeiro dia do nosso encontro utilizamos o *Google Meet* e apresentamos a plataforma *Open Roberta* para as estagiárias conhecer e entender os blocos de programação. 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:

Após isso virar para a direita em  $120^\circ$ , porque todos os ângulos internos do triângulo equilátero medem  $60^\circ$  e a soma do interno com externo deve ser igual a  $180^\circ$ , logo temos que o externo deve medir  $120^\circ$  para satisfazer essa propriedade.

Como o triângulo é um polígono com três lados, devemos utilizar a função de repetir 3 vezes na programação também, para que o carrinho execute esses passos 3 vezes e forme o triângulo equilátero como é mostrado no vídeo (Hipatia, relatório 1).

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.

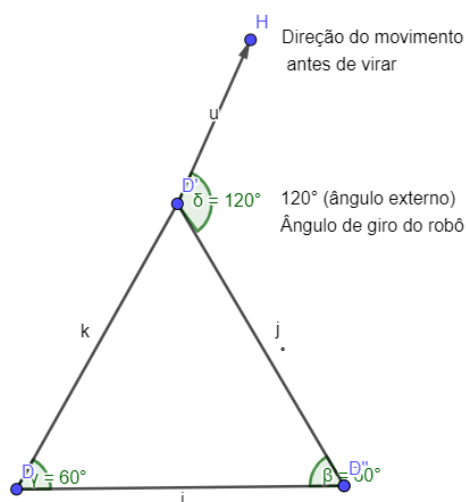
3º Passo: Usei a programação de virar para esquerda e ângulo de  $120^\circ$ , pois o ângulo externo e o interno do triângulo equilátero são suplementares, ou seja, a soma deles é igual a  $180^\circ$ , os ângulos externos que formam um triângulo equilátero medem  $120^\circ$  e os internos medem  $60^\circ$ . Por isso usei este ângulo na programação para o carrinho virar  $120^\circ$  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 neste 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. Segundo Koehler e Mishra (2009); Rocha, Prado e Valente (2020), as participantes representaram o conteúdo matemático de outro modo, mediado por recursos tecnológicos, com a robótica educacional.

Ao compreenderem a relação do conteúdo matemático e a programação, associada as 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 Controle 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 4 abaixo.

Figura 4 - Esquema dos ângulos das viradas do veículo.

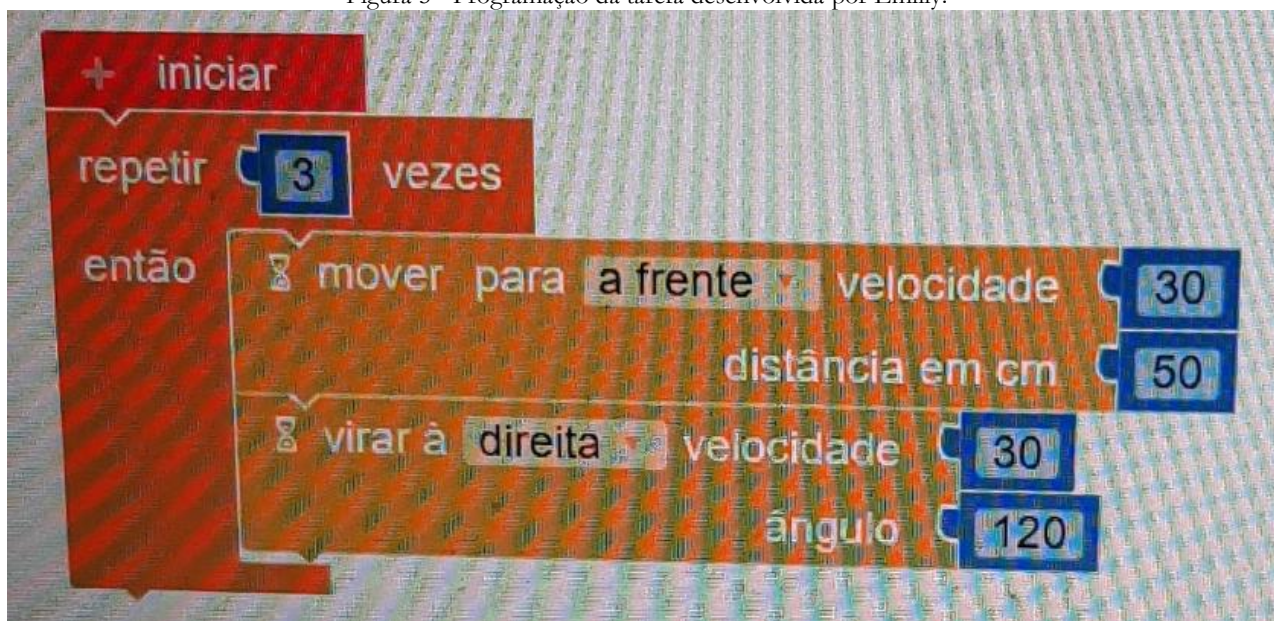


Fonte: desenvolvido pelo autor (2023).

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 pentágono regular. Essa descoberta demonstra a interseção entre o conhecimento de robótica e matemática. As participantes utilizaram seu entendimento dos conceitos matemáticos dos ângulos externos para orientar as ações do robô e alcançar o resultado desejado. Essa aplicação prática do Conhecimento de Robótica e Matemática que reforça a importância da integração entre essas áreas de conhecimento e como elas podem se complementar de forma produtiva no contexto educacional.

Na Figura 5, 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 5 - Programação da tarefa desenvolvida por Emily.



Fonte: acervo do autor (2023).

A programação desenvolvida pela aluna Emilyly 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, Emilyly 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.

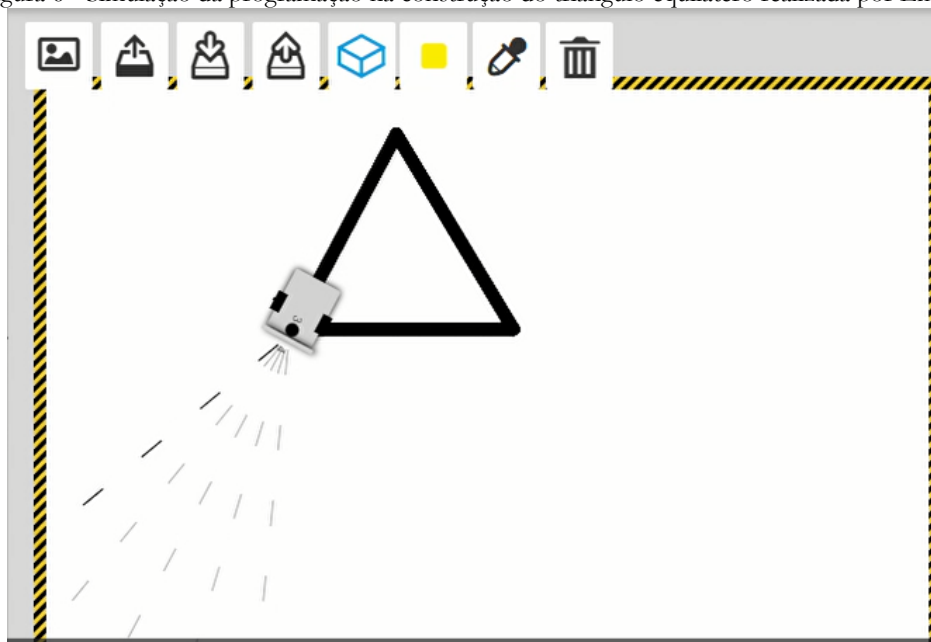
Além disso, a aluna também aplicou conhecimentos matemáticos para determinar o ângulo de rotação necessário para que o robô fizesse as curvas corretas e formasse um triângulo equilátero. Ela considerou que um triângulo equilátero possui ângulos internos de 60 graus, e, com base nisso, calculou o ângulo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

A estratégia de programação da aluna Emilyly evidencia 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.

Essa abordagem demonstra a importância do conhecimento de robótica e matemática em conjunto. Ao integrar esses dois campos, a estagiária foi capaz de desenvolver uma solução eficaz para a tarefa proposta, fortalecendo seu pensamento lógico, sua criatividade e sua capacidade de resolver problemas. Portanto, a estratégia de programação empregada pela aluna Emilyly na construção do triângulo equilátero destaca a interação entre o Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK).

Com essa solução, o carrinho percorria formando um triângulo equilátero, conforme a Figura 6 abaixo.

Figura 6 - Simulação da programação na construção do triângulo equilátero realizada por Emilyly.



Fonte: Emilyly (2023).

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 observarmos 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 que 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 controlo 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 menciona 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.

Ademais, a aluna destaca a importância da prática na aprendizagem. Ao praticar e realizar repetições, é possível aprender com os erros cometidos, corrigi-los e aprimorar a compreensão dos conceitos envolvidos. Através da prática contínua, a estagiária adquire mais habilidade na programação e melhora sua capacidade de executar os movimentos corretos.

Portanto, ao mencionar que erraram em alguns movimentos, mas que com a prática estão aprendendo, a aluna reconhece a importância do processo de tentativa e erro na aprendizagem da programação e da robótica. Ela está adquirindo experiência e desenvolvendo sua capacidade de superar desafios, o que é fundamental para o seu progresso e sucesso nesse campo.

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 em que a estagiária repense, refaça a programação e testa 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 tarefa 1, podemos destacar a importância da robótica educacional como ferramenta na formação das futuras professoras, a exemplos das falas delas abaixo.

Os aspectos positivos, foi que essa aula me trouxe uma nova visão da robótica, como havia respondido anteriormente no questionário do google forms, eu nunca fui muito fã da robótica e com essa aula de hoje já comecei a gostar de fazer as programações e me motivou bastante (Emily, atividade 1).

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).

Além disso, conheci uma nova ferramenta que só tem a agregar na minha vida de estudante e futura professora (Hipatia, atividade 1).

me ajudou a entender como a robótica pode ser usada em sala de aula e como ela é feita na internet. Além de como pode ser explicado para os alunos, gostei bastante da aula que me deu uma ideia inicial de como é realmente a robótica, pois sempre achei muito complicada e com esta aula vi que ela é até fácil de ser compreendida (Delta, 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, a mesma conseguiu compreender e executar a tarefa, produzindo, novos pensamentos e ideias. Desta 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 pedagógicas e as TDICS, 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)

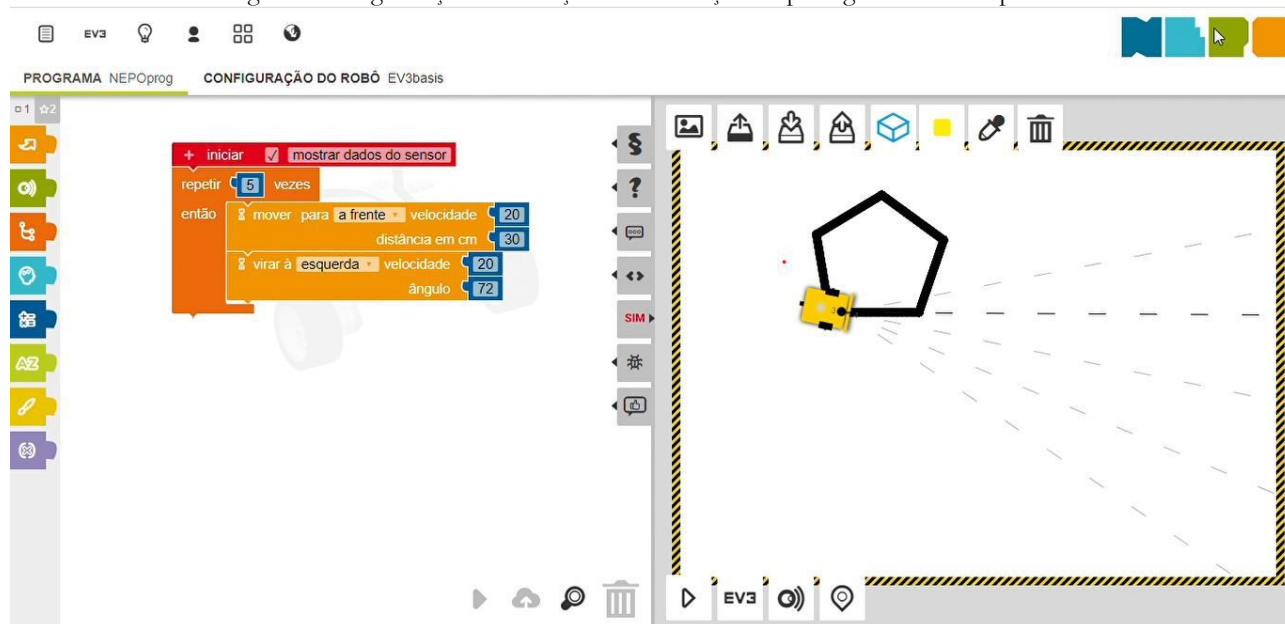
Na resposta de Isa, notamos que a futura professora afirmou que a robótica educacional é atrativa e um importante instrumento pedagógico para o processo de ensino e aprendizagem dos seus futuros alunos em sala de aula. Nesse sentido, Silva (2009, p. 31) corrobora que

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 novas formas de interação e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos.

A partir desta primeira atividade, percebemos que as futuras professoras começaram a entender a robótica educacional como ferramenta educacional eficaz e valiosa que pode contribuir na transformação no processo de aprendizagem em uma experiência mais prática, interativa e inclusiva. Para Rocha, Prado e Valente (2020, p. 21), em relação à formação de professores, “o fazer e o compreender tornam-se fundamentais para que o processo de apropriação da tecnologia possa ir além do domínio operacional.”

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 7 representa o resultado dessa programação, mostrando o pentágono construído pelo robô.

Figura 7 - Programação e simulação da construção do pentágono realizada por Isa.



Fonte: Isa (2023).

As estagiárias assumiram a tarefa de programar o veículo robótico para 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 “usei a programação com o ângulo de 72°, a soma dos ângulos externos e internos é igual a 180°, os ângulos externos que formam um pentágono regular medem 72° e os internos medem 108°. Por isso usei este ângulo na programação para o carrinho virar 72° e formar o pentágono” (Isa, atividade 2, 2023).

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, relaciona-se 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 demonstra 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 estagiária demonstra 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 reconhece que cada ângulo externo de um pentágono regular mede  $72^\circ$ .

Ao aplicar seu conhecimento de matemática na programação do carrinho robótico, ela utiliza 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 ilustra 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 evidencia 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 fica evidente na Figura 8, na qual ela explica que, devido ao pentágono ter cinco lados, era necessário utilizar o bloco "repetição" em conjunto com o bloco principal "Control" para que o robô executasse os movimentos mencionados anteriormente cinco vezes.

Figura 8 - Programação da construção do pentágono realizada pela Katherine.



Fonte: Katherine (2023).

Nessa observação da estagiária, podemos identificar a aplicação do Conhecimento de Robótica e lógica de programação (RK). A utilização do bloco "repetição" permite que um conjunto de comandos seja executado repetidamente, no caso, para formar cada um dos lados do pentágono. Isso demonstra o entendimento da estagiária em relação à necessidade de um loop de repetição para garantir que o robô realize os movimentos corretamente e complete o pentágono.

Além disso, essa abordagem reflete 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 destaca a conexão entre o Conhecimento de Robótica e o pensamento matemático, Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), na programação do

robô. Essa integração permite que as estagiárias desenvolvam uma compreensão mais abrangente e aplicada dos conceitos matemáticos, ao mesmo tempo em que ganham habilidades em programação e lógica de controle de robôs.

Para a programação desta 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 ao trabalhar com a programação permite 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.

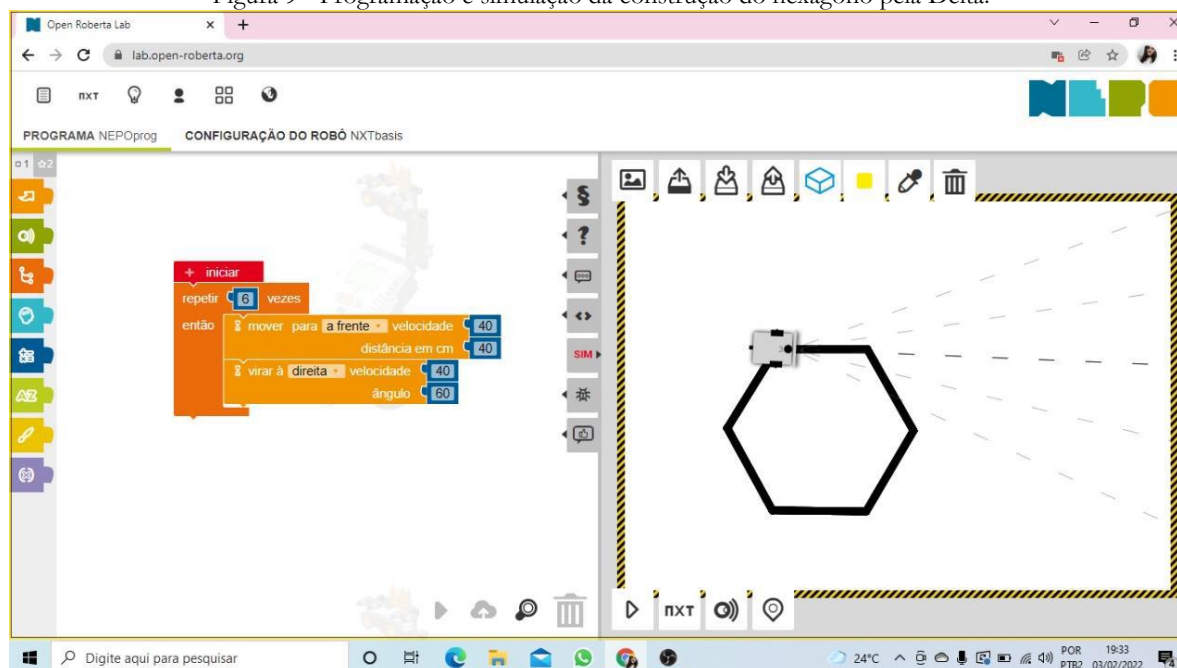
De acordo com Castilho (2018), a aplicação prática do pensamento computacional também contribui para o desenvolvimento da abstração reflexiva. Ou seja, à medida que os indivíduos aplicam o pensamento computacional em diferentes contextos e resolvem problemas, eles desenvolvem uma capacidade aprimorada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

Já Schorr (2020) ao aprender e desenvolver o pensamento computacional, os estudantes podem adquirir mecanismos que os auxiliam no processo de resolução de problemas. Esses mecanismos incluem a capacidade de analisar problemas de forma estruturada, encontrar soluções criativas, lidar com a frustração e persistir diante de desafios, além de desacelerar o imediatismo.

O pensamento computacional, ao enfatizar a abordagem sistêmica e a resolução de problemas passo a passo, pode auxiliar os estudantes a desenvolverem uma mentalidade mais reflexiva, paciente e estratégica na hora de enfrentar desafios. Ele oferece um conjunto de ferramentas e abordagens que podem contrabalançar o imediatismo e promover uma abordagem mais ponderada e metódica para resolver problemas.

Em sequência, na situação investigada, as estagiárias elaboraram um hexágono regular. Utilizando como base os resultados obtidos com o modelo do pentágono regular, elas realizaram os ajustes necessários na programação. Em seguida, simularam a programação na plataforma do Open Roberta e, ao executá-la, observaram o movimento do robô descrevendo o hexágono (RMK). Na Figura 9, podemos visualizar uma das programações elaboradas pela estagiária para representar o movimento do robô.

Figura 9 - Programação e simulação da construção do hexágono pela Delta.



Fonte: Delta (2023).

As estagiárias adotaram uma abordagem generalizada para a tarefa de construção de polígonos, levando em consideração a propriedade dos ângulos externos de um polígono convexo. Elas perceberam que essa propriedade se aplica a qualquer polígono regular, uma vez que todos os polígonos regulares são convexos. Para calcular o ângulo de rotação necessário, elas apresentaram um modelo matemático,  $\theta=360/n$ , onde  $n$  representa a quantidade de lados do polígono em questão, conforme os trechos abaixo

Para a construção do hexágono foi **seguinto a mesma linha de raciocínio** feita na construção do pentágono, porém neste caso foi pensando em seis partes iguais e utilizando o ângulo externo do hexágono regular. Lembrando que como este hexágono possui lados de mesma medida ele é classificado como hexágono regular (Delta, atividade 2, 2023). (grifado pelo pesquisador)

Novamente para fazer essa eu fiz a conta da soma dos ângulos externos ( $360^\circ$ ) porém dessa vez dividi por 6 (quantidade de ângulos), pois eram 6 ângulos:  $360/6=60^\circ$  Então pra fazer um hexágono ele faz uma curva de  $60^\circ$  e esse comando é feito 6 vezes (Emilly, atividade 2, 2023).

Ao utilizar esse modelo matemático, as estagiárias foram capazes de determinar o ângulo de rotação adequado para cada polígono, garantindo que o robô executasse os movimentos necessários para construir polígonos com qualquer quantidade de lados.

Essa abordagem evidencia a compreensão das estagiárias sobre a relação entre a geometria dos polígonos e a programação do robô. Elas reconheceram a importância dos ângulos externos na determinação dos movimentos de rotação do robô e aplicaram um modelo matemático para calcular esses ângulos com base no número de lados do polígono.

Essa generalização permite que as estagiárias ampliem seu conhecimento e compreensão dos polígonos, além de demonstrar a aplicação prática dos conceitos matemáticos na robótica. Ao incorporar a matemática como uma ferramenta fundamental na programação dos movimentos do robô, as estagiárias fortalecem sua base de conhecimento em ambos os campos, robótica e matemática.

Portanto, a aplicação do modelo matemático para determinar os ângulos de rotação na construção de polígonos revela a habilidade das estagiárias em utilizar conhecimentos matemáticos e aplicá-los na resolução de problemas práticos na área da robótica, assim, desenvolvendo o Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK). Essa integração entre robótica e matemática promove um aprendizado significativo, ampliando a compreensão das estudantes sobre ambos os temas e estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas.

No início da tarefa “Construir uma circunferência através do *Open Roberta*”, as estagiárias enfrentaram algumas dificuldades, como evidenciado nos trechos abaixo.

A atividade que foi mais difícil de ser feita foi a construção da circunferência, pois é complicado conseguir visualizar arco e ângulo durante a construção da circunferência (Delta, atividade 2, 2023).

Explicar a matemática envolvida na circunferência. (Katherine, atividade 2, 2023)

Minha dificuldade aconteceu durante a construção da circunferência, porque não sabia como fazer utilizando o ângulo (Hipatia, atividade 2, 2023).

A estagiária Delta expressou que a atividade mais difícil foi a construção da circunferência, e sua dificuldade estava relacionada à visualização do arco e do ângulo durante o processo. Essa observação revela a complexidade envolvida na aplicação dos conceitos de robótica e matemática (RMK) na construção da circunferência.

Relacionando com o Conhecimento de Robótica e de Matemática (RMK), essa dificuldade destaca a importância de uma sólida compreensão dos conceitos matemáticos subjacentes à robótica. O conhecimento matemático é fundamental para a programação precisa dos movimentos do robô, especialmente quando se trata de construções geométricas como a circunferência.

Ao enfrentar essas dificuldades, a estagiária está desenvolvendo uma compreensão mais profunda da relação entre a matemática e a robótica, reconhecendo que o conhecimento matemático é uma base fundamental para o sucesso na programação e controle do robô.

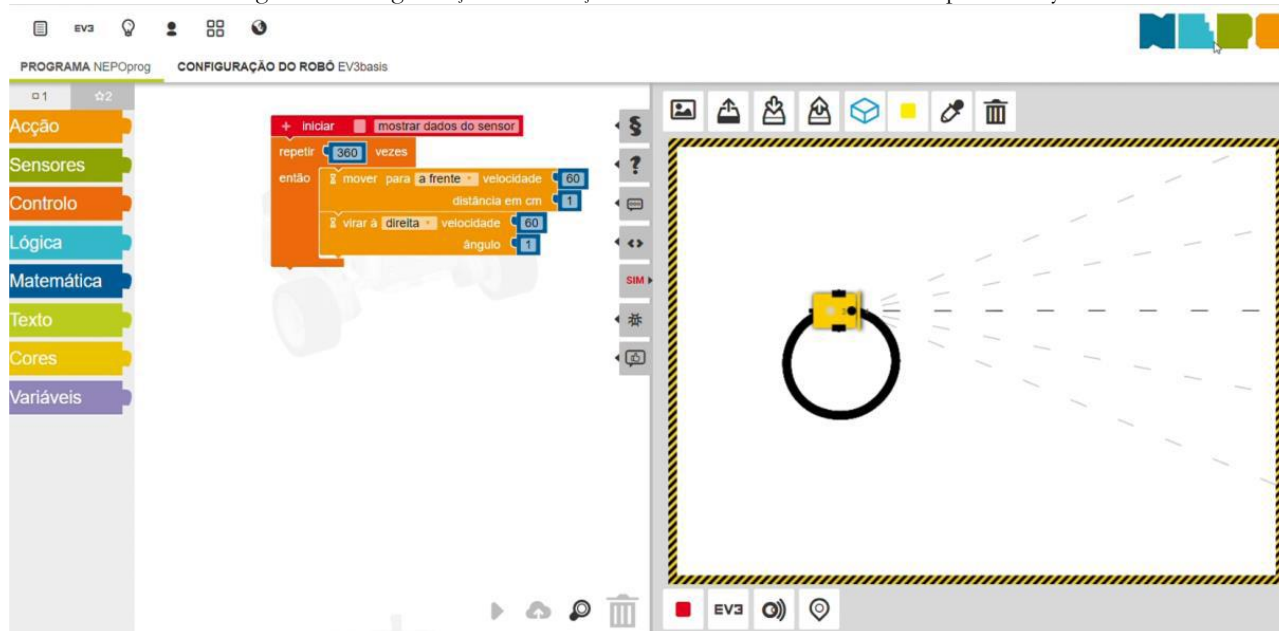
Durante a tarefa, surgiram desafios matemáticos e computacionais específicos relacionados ao contexto da construção da circunferência. As estagiárias perceberam que os conceitos matemáticos de ângulos externos e internos, que haviam sido aplicados com sucesso na construção de polígonos, não poderiam ser diretamente utilizados na construção da circunferência. Isso ocorre porque a circunferência não é um polígono.

No entanto, essa dificuldade não desmotivou as estagiárias. Com o auxílio do pesquisador e da professora, elas receberam uma breve explicação dos elementos envolvidos na construção da circunferência. Esse momento de esclarecimento permitiu que as estagiárias compreendessem melhor a natureza da circunferência e identificassem os conceitos matemáticos e os comandos de programação necessários para realizar o movimento circular.

A partir dessa explicação, as estagiárias começaram a elaborar a programação, fazendo os ajustes necessários. Elas testaram e simularam o movimento do robô utilizando a plataforma do *Open Roberta*. Com dedicação e persistência, o robô foi capaz de executar o movimento e realizar uma circunferência.

Na Figura 10, podemos observar uma das programações construídas por uma das estagiárias. Essa programação representa o modelo criado para o movimento do robô durante a construção da circunferência.

Figura 10 - Programação e simulação da circunferência desenvolvida pela Emily.



Fonte: Emily (2023).

As estagiárias enfrentaram o desafio de programar o movimento circular da circunferência. Para resolver esse problema, elas adotaram uma abordagem criativa, utilizando os blocos de programação disponíveis na plataforma do Open Roberta.

Uma das estratégias adotadas foi utilizar o bloco “mover para frente” com uma distância de 1 cm e o bloco “virar à direita” com um ângulo de  $1^\circ$ . Reconhecendo que uma circunferência completa tem um ângulo total de  $360^\circ$ , as estagiárias perceberam que poderiam repetir esses dois movimentos 360 vezes para alcançar o movimento circular desejado. Essa solução demonstra a aplicação prática dos conceitos matemáticos relacionados à circunferência. As estagiárias recuperaram o conhecimento matemático necessário para determinar a quantidade de vezes que o movimento deveria ser repetido, baseado no ângulo total da circunferência.

Ao resgatar a parte matemática relacionada à circunferência, as estagiárias evidenciaram a importância de combinar o conhecimento de robótica com o conhecimento matemático. Elas perceberam que, para programar o movimento circular da circunferência de forma precisa, era fundamental entender as propriedades matemáticas e aplicá-las na programação.

Essa abordagem destaca a interseção entre o Conhecimento de Robótica e o Conhecimento de Matemática desenvolvendo o RMK, mostrando como os conceitos matemáticos podem ser aplicados para resolver problemas reais no contexto da programação de robôs. Portanto, ao utilizar o bloco de repetição e aplicar os conhecimentos matemáticos relacionados à circunferência, as estagiárias encontraram uma solução eficaz para programar o movimento circular do robô. Essa abordagem ressalta a importância de integrar o conhecimento de robótica e matemática, possibilitando uma compreensão mais ampla e a capacidade de resolver problemas complexos no contexto da robótica educacional, como podemos ver no trecho “ $1^\circ$  refere-se a  $1/360$  da circunferência. A circunferência é dividida em 360 partes iguais que são ligadas ao centro dela, e cada uma dessas partes é um arco de  $1^\circ$ . Sabendo disso para a construção da circunferência programei para repetir 360 vezes no ângulo igual a  $1^\circ$ ” (Isa, atividade 2, 2023).

Com o intuito de resolver os problemas, as estagiárias desenvolveram a habilidade de pensar e criar soluções. Assim, a programação na robótica educacional pode ajudar a resolver problemas em que instigam habilidades nos estudantes. 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 novas 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, permite que “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), através 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, uma circunferência e um pentágono regular.

Ao se depararem com a tarefa de programar o robô para realizar movimentos que reproduzissem essas formas geométricas, as estagiárias foram desafiadas a aplicar conceitos matemáticos e habilidades de programação de forma prática e concreta. Essa integração entre a 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 triângulo equilátero exigiu o conhecimento dos ângulos internos e das medidas dos lados, bem como a habilidade de programar os movimentos do robô de maneira precisa. A partir dessa tarefa, as estagiárias puderam compreender a relação entre os elementos geométricos e os comandos de programação, desenvolvendo habilidades fundamentais de pensamento lógico e abstrato.

Na tarefa de construir a circunferência, as estagiárias enfrentaram um desafio diferente, uma vez que a circunferência não é um polígono. No entanto, elas demonstraram adaptabilidade ao usar estratégias de repetição de movimentos para simular a curvatura da circunferência. Esse processo envolveu a aplicação de conhecimentos matemáticos, como a relação entre a circunferência e o ângulo central, e a transferência desses conceitos para a programação do robô.

A construção do pentágono regular exigiu uma compreensão aprofundada dos ângulos externos e a 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 contribuiu para a formação de futuras professoras, capacitando-as a ensinar habilidades de programação e matemática de forma eficaz aos seus alunos.

Assim, 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 promover uma educação de qualidade, estimulando o pensamento crítico e a inovação em seus alunos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo, percebemos que o desenvolvimento do Conhecimento de Robótica e de Matemática emergiu como um alicerce vital na formação inicial das estagiárias, como claramente demonstrado pelas tarefas envolvendo a construção de um triângulo equilátero, uma circunferência e um pentágono regular.

A jornada dessas estagiárias através da programação de movimentos que reproduzisse essas formas geométricas testou suas competências, solicitando que aplicassem conceitos matemáticos e habilidades de programação de maneira tangível e pragmática. A sinergia entre robótica e matemática permitiu uma exploração profunda das conexões entre as áreas, fortalecendo sua compreensão e competência para resolver desafios de forma inventiva.

Durante a confecção do triângulo equilátero, as estagiárias não apenas compreenderam os ângulos internos e as dimensões dos lados, mas também dominaram a arte de programar movimentos precisos para o robô. Desse exercício, emergiu um discernimento claro sobre a interação dos elementos geométricos com os comandos de programação, nutrindo habilidades vitais de raciocínio lógico e abstrato. Na etapa subsequente, ao enfrentar o desafio singular de moldar uma circunferência, as estagiárias exibiram notável adaptabilidade ao empregar estratégias de repetição de movimentos para simular a curvatura única desta forma. Esse processo envolveu a aplicação direta de princípios matemáticos, como a relação entre a circunferência e o ângulo central, na programação do robô.

Finalmente, na construção do pentágono regular, elas demonstraram um entendimento mais profundo dos ângulos externos e a habilidade de generalizar tal conhecimento para polígonos com qualquer número de lados. Ao unir princípios matemáticos e programação, as estagiárias exibiram originalidade ao conceber soluções eficazes para programar os movimentos do robô e alcançar a forma desejada. Estas tarefas sublinham a relevância do progresso do Conhecimento de Robótica e Matemática na formação inicial das estagiárias. Esses campos proporcionam ferramentas e abordagens que estimulam a análise crítica, o raciocínio lógico e a solução de problemas, ao mesmo tempo que fomentam a interdisciplinaridade. .

A convergência do Conhecimento de Robótica e de Matemática na formação inicial das professoras, no ambiente de aprendizagem da Robótica Educaiconal, representa uma abordagem educacional de imenso potencial. As futuras educadoras não apenas enriqueceram sua compreensão 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 ensinam Matemática e Robótica, mas também pode despertar a curiosidade e o entusiasmo dos seus futuros alunos por elas. O domínio dessa relação intrínseca não só enriquece o aprendizado dos alunos, mas também os prepara para os desafios do mundo moderno, onde a Matemática e a Robótica desempenham papéis cada vez mais cruciais.

Ao entrelaçar a Robótica e a Matemática, as estagiárias se viram desafiadas a aplicar teoria em contextos práticos, nutrindo um aprendizado autêntico e alimentando o interesse pela Robótica e a Matemática. Essa abordagem também forneceu às futuras professoras as ferramentas para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de programação e Matemática aos seus futuros alunos.

Portanto, o avanço no domínio da Robótica e Matemática desempenha um papel primordial na formação inicial das estagiárias, erguendo um sólido alicerce para habilidades cognitivas, criativas e solucionadoras de problemas. Essas esferas de conhecimento se complementam e enriquecem as estagiárias, preparando-as para enfrentar os desafios na prática educacional. O desenvolvimento destas habilidades é fundamental para forjar educadoras capazes de nutrir uma educação de qualidade, fomentando o pensamento crítico e a inovação em seus próprios alunos.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Fernando C. *Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer*. Dissertação (Mestrado em Educação). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

BRACKMANN, Christian P. *Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica*. Tese (Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

CABRAL, Cristiane P. *Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento*. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

CASTILHO, Maria I. *Hiperobjetos da robótica educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional*. Tese (Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

CIBOTTO, Rosefran A. G.; OLIVEIRA, Rosa M. M. A. TPACK – Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. *Imagens da Educação*, v. 7, n. 2, p. 11–23, 2017. <<http://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615>>.

DONEDA, Ademir A.; SILVA, Carlos da. *Os Desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. A prática pedagógica diante das novas tecnologias: o uso do Facebook. 2014, Paraná. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_unespar-paranavai\\_port\\_artigo\\_ademir\\_antonio\\_doneda.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-paranavai_port_artigo_ademir_antonio_doneda.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2023.

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

FRÓES, Jorge R. M. *Educação e Informática: A Relação Homem/Máquina e a Questão da Cognição*. Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/textos/txtie4doc.pdf>>. Acesso em: 03 de mar. 2023.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. What is technological pedagogical content knowledge?. *Journal of Education*, 13-19, 2009. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00220574131930030>> Acesso em: 28 ago. 2023.

MALIUK, Karina D. *Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MELO, Elvis M de. *A integração do smartphone em sequência de ensino de Estatística para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo*. Dissertação (Mestrado). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

MENDES, Marlene P. B. da. S. O conhecimento e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) pelos professores de geografia do Ensino Superior: algumas reflexões e indagações. *Form@re. Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica*. v. 4, n. 2, p.114-133, jul./dez. 2016. Disponível em: <<https://ojs.ufpi.br/index.php/parfor/article/viewFile/5312/3350>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*. p. 1017-1054, 2006. Disponível em: <[https://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA\\_PUNYA.pdf](https://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PURIFICAÇÃO, Marcelo M. *O professor estagiário de pedagogia e o desenvolvimento do conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo no ensino de matemática nos anos iniciais: experiência formativa em uma IES do sudoeste de Goiás/Brasil*. Tese (Doutorado em Ensino). Lajeado: Universidade do Vale do Taquari, 2022.

ROCHA, Ana K. de O.; PRADO, Maria E. B. B.; VALENTE, José A. A linguagem de programação Scratch na formação do professor: uma abordagem baseada no TPACK. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, Sergipe, v. 5, n. 2, p. 19-36, 2020. <<https://doi.org/10.34179/revisem.v5i2.14421>>.

SARTORELLO, Lorena B. R. *A robótica educacional nos anos iniciais e o desenvolvimento do pensamento computacional*. Tese (Doutorado em Educação). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

SCHORR, Maria C. *Pcomp-Model: desenvolvendo o pensamento computacional na educação básica para auxiliar na aprendizagem de algoritmos e programação do Ensino Superior*. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

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

SHULMAN, Lee. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. Tradução de Leda Beck e revisão técnica de Paula Louzano. *Cadernos Cenpec*, v. 4, n. 2, jun. 2015. Título original: Knowledge and Teaching Foundations of the New Reform, 1987. Disponível em: <http://www.cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>. Acesso em: 09 abr. 2023.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: Knowledge growth. In: *Teaching Educational Research*, Washington, DC, v. 15, n. 2, p. 4–14, fev. 1986. <<https://doi.org/10.2307/1175860>>.

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

VALENTE, José A. *A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação*. Tese (Livre Docência). Campinas: Estadual de Campinas, 2005.

ZILLI, Silvana do R. *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

## CONTRIBUIÇÃO DAS/DOS AUTORES/AS

**Autora 1 – Orientador da pesquisa, com participação ativa na análise dos dados e revisão da escrita final.**

**Autor 2 – Orientando e responsável pela coleta dos dados, análise dos dados e escrita do texto.**

## DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

**Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.**

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.