



RCEEM

Revista Cearense de Educação Matemática

ISSN: 2764 - 8311



e-ISSN: 2764-8311

DOI: 10.56938/rceem.v1i2.3149



EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INVENTIVA: A ROBÓTICA COMO DISPOSITIVO PROVOCADOR DA APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA

INVENTIVE MATHEMATICAL EDUCATION: ROBOTICS AS A DEVICE PROMOTER OF LEARNING IN GEOMETRY

Gabriel Freitas¹; Marcos Roberto Silva²;
Arlindo José Souza Júnior³

RESUMO

O presente artigo discorre a respeito do uso da robótica em tempos de distanciamento social provocado pela covid-19. Nesta pesquisa teve como objetivo usar a robótica como dispositivo provocador da aprendizagem de conceitos geométricos, com quatro turmas de alunos do 9º (nono) ano, do Ensino Fundamental do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (CPMG) – Pedro Ludovico, no município de Quirinópolis-GO. Nossas ações e práticas foram produzidas no espaço-tempo do Programa Federal Residência Pedagógica – CAPES, durante a construção e a programação de um robô seguidor de linha capaz de se deslocar por uma maquete que construímos e denominamos como *mundo inventivo*. Após essa etapa produzimos um vídeo e alguns *problemas inventivos* relacionados ao mesmo, ambos usados, para compor nossa Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica, que foi produzida de forma colaborativa e compartilhada com os alunos por meio da plataforma digital *Google Meet*, durante o projeto de extensão “Matemática com Robótica”, do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Câmpus Quirinópolis. Os dados produzidos foram cartografados segundo a metodologia proposta por Passos, Kastrup & Escóssia (2015), e analisados durante o projeto de pesquisa “EMIR: Educação Matemática Inventiva com Robótica”, com base teórica nas concepções de *Educação Matemática Inventiva* (Silva & Souza Jr, 2019, 2020a, 2020b). Diagnosticamos que os residentes pedagógicos utilizaram o Robô Seguidor de Linha como um dispositivo na invenção de problemas e concomitantemente para a invenção de mundos. Nesse

¹ Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, MG – Brasil. Docente – Colégio Estadual Presidente Costa e Silva (SEDUC-GO). São Simão, GO – Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Bahia com a 36., Quadra 109, Lote 02, Centro, São Simão, Goiás, Brasil, CEP: 75890-000. E-mail: gblfreitas@ufu.br.

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8706-0254>.

² Doutor em Educação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, MG – Brasil. Docente – Universidade Estadual de Goiás (UEG). Anápolis, GO – Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Brasil, Quadra 03, Lote 01, Conjunto Hélio Leão, Quirinópolis, Goiás, Brasil, CEP: 75860-000. E-mail: marcos.silva@ueg.br.

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2028-7099>.

³ Doutor em Educação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP – Brasil. Professor titular da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, MG – Brasil. Endereço para correspondência: Avenida João Naves de Avila 2160 – Sala 1F 128, Santa Mônica, cidade, Minas Gerais, Brasil, CEP: 38408-230. E-mail: arlindoufu@gmail.com.

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5175-6129>.

trabalho apresentamos o estudo de dois cenários de aprendizagem materializados em maquetes, onde os mesmos foram explorados remotamente com alunos da educação básica.

Palavras-chave: Formação inventiva de professores; Aprendizagem inventiva; Residência pedagógica; Ensino remoto; Tecnologia educacional.

ABSTRACT

This article discusses the use of robotics in times of social distancing caused by covid-19. This research aimed to use robotics as a provocative device for learning geometric concepts, with four groups of students from the 9th (ninth) year of Elementary School at Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (CPMG) – Pedro Ludovico, in the municipality of Quirinópolis-GO. Our actions and practices were produced in the space-time of the Federal Pedagogical Residence Program - CAPES, during the construction and programming of a line-following robot capable of moving through a model that we built and called an inventive world. After this step, we produced a video and some inventive problems related to it, both used, to compose our Learning Proposal with the Use of Robotics, which was produced in a collaborative way and shared with students through the Google Meet digital platform, during the extension project “Mathematics with Robotics”, of the Mathematics Degree course at the State University of Goiás (UEG) – Quirinópolis Campus. The data produced were mapped according to the methodology proposed by Passos, Kastrup & Escóssia (2015), and analyzed during the research project “EMIR: Inventive Mathematics Education with Robotics”, based on theoretical concepts of Inventive Mathematics Education (Silva & Souza Jr., 2019, 2020a, 2020b). We diagnosed that the pedagogical residents used the Line Follower Robot as a device in the invention of problems and concomitantly for the invention of worlds. In this work we present the study of two learning scenarios materialized in models, where they were explored remotely with basic education students.

Keywords: Inventive teacher training; Inventive learning; Pedagogical residency; Remote teaching; Educational technology.

Introdução

O ensino convencional de Matemática por vezes está ligado a práticas meramente informacionais que podem inviabilizar a produção de saberes outros. Nesse contexto, alguns estudantes não conseguem utilizar o que é transmitido em sala de aula em situações diferentes. Isto pode ocorrer pelo simples motivo dos mesmos não serem provocados a produzirem seus próprios conhecimentos.

Esse cenário, problematizado em Silva (2020), foi tensionado em meio à produção de nossa Proposta de Aprendizagem em Matemática com o Uso de Robótica, que ocorreu de forma colaborativa com os bolsistas do Programa Federal de Residência Pedagógica, durante o enfrentamento da covid-19. Nossas ações e práticas foram idealizadas e compartilhadas de forma remota durante as experiências produzidas no projeto de extensão “Matemática com Robótica”, e no projeto de pesquisa “EMIR: Educação Matemática Inventiva com Robótica”, ambos ligados ao curso de Matemática da Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Câmpus Sudoeste, Sede Quirinópolis.

Adotamos em nossa pesquisa o termo robótica, segundo as convicções de Mataric (2014), que define um robô no mundo físico como um sistema autônomo e capaz de realizar ações para alcançar objetivos. Os dispositivos robóticos são atores que ganham

cada vez mais espaço em cenários de evolução tecnológica, principalmente no mercado de trabalho, onde são programados para desenvolver algumas atividades ou ações.

A utilização de dispositivos robotizados também tem ganhado espaço no campo educacional. Nesse cenário de avanços tecnológicos utilizamos em nossa pesquisa a robótica educacional como um dispositivo (DELEUZE, 1996) provocador da aprendizagem.

Um dispositivo robótico utilizado no meio educacional de maneira inventiva pode gerar estranhamentos, com possibilidade de provocar aprendizagens outras, o que pode englobar o campo dos conhecimentos matemáticos. Nesse sentido, utilizamos a robótica em nossa pesquisa segundo a perspectiva da *Educação Matemática Inventiva* (Silva, 2020; Silva & Souza JR. 2019, 2020a, 2020b).

Em Silva (2020, p. 217), temos que:

O campo de forças da *Educação Matemática Inventiva* se manifesta nos processos em que o sujeito utiliza-se dos conhecimentos matemáticos como um potente vetor para os processos inventivos, que podem emergir do acoplamento com a matéria que compõe o meio de forma variada e imprevisível, durante a produção e/ou o desenvolvimento do que ainda está por vir.

Nessa perspectiva, por meio de vários encontros e reflexões entre residentes pedagógicos, professores preceptores e professor orientador, foram produzidos dez problemas inventivos (Silva, 2020; Silva & Souza JR. 2019, 2020a, 2020b), ligados a alguns conceitos geométricos elementares relacionados a grade curricular do 9º Ano, de quatro turmas (A, B, C e D), do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás (CPMG) - Pedro Ludovico, no município de Quirinópolis-GO.

Os problemas inventivos foram explorados juntamente com o robô que construímos e programamos para seguir uma linha em uma maquete, usada como cenário inventivo.

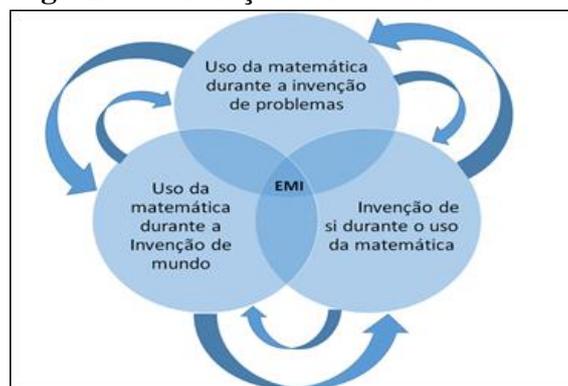
Devido à necessidade de distanciamento social provocada pela covid-19, decidimos produzir um vídeo⁴ com o movimento do robô no *mundo inventivo* e compartilhar o mesmo de forma remota via *Google Meet*⁵. Os problemas inventivos foram pensados no sentido de provocarem experiências de aprendizagem durante a exploração do vídeo, que disponibilizamos na plataforma de vídeos, Youtube.

⁴ Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DSjoE4BnRBE>. Acesso em 25-04-2021.

⁵ *Google Meet* é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google, utilizado para realizar vídeo chamadas em grupo.

Com base nas concepções de *Educação Matemática Inventiva* (EMI), nossa relação com os conhecimentos matemáticos e com a robótica ocorreu na perspectiva da invenção de problemas, da invenção de si e da invenção de mundos, tal como colocado por Silva & Souza JR. (2020a) na imagem a seguir:

Figura 1 – *Educação Matemática Inventiva*



Fonte: Silva & Souza Jr. (2020, p. 214).

As concepções presentes na imagem supracitada é fruto da pesquisa Silva (2020) no estágio-docência, durante o desenvolvimento de ações e práticas relacionadas ao uso da robótica que tiveram aspectos relevantes no sentido da invenção de problemas, invenção de mundo e invenção de si. A experiência do referido autor com recursos robóticos no meio educacional da matemática:

funcionou como um dispositivo não somente para a invenção de mundo e a invenção de problemas, mas também para a formação dos próprios estagiários que inventaram a si mesmos no espaço-tempo do estágio-docência, durante as experiências de aprendizagem inventiva (Silva & Souza JR., 2020a, p. 212).

Com base nessa perspectiva, nossa Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica foi pensada, materializada e compartilhada no CPMG - Pedro Ludovico, com os alunos do 9º ano, turmas A, B, C e D do Ensino Fundamental, com o objetivo de provocar a aprendizagem dos mesmos em relação a alguns conceitos elementares de geometria, como por exemplo: noções de espaço, vértice, aresta, sólidos geométricos, entre outros.

Por meio do uso da robótica buscamos provocar o aprendizado dos alunos durante a exploração de dois cenários de aprendizagem que compunham o nosso *mundo inventivo*, “o supermercado e a casa da árvore”.

Diante do exposto, buscamos responder a seguinte inquietação de pesquisa: **O uso da robótica em aulas remotas provocou experiências de aprendizagem nos alunos do 9º Ano do CPMG - Pedro Ludovico?**

Caracterização metodológica da pesquisa

No caso das figuras, o tamanho fica a critério do(s) autor(es) e do seu bom senso, não devendo ultrapassar as margens do texto. Cada figura, tabela, quadro e gráfico deve vir acompanhada da respectiva numeração, título e fonte, tamanho 12 e centralizada não devendo estar em negrito.

Nosso estudo, ligado ao uso da Robótica Educacional, na perspectiva da *Educação Matemática Inventiva* (Silva, 2020, Silva & Souza Jr. 2019, 2020a, 2020b), teve como princípio a produção e o compartilhamento de uma Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica, que foi materializada em conjunto com os residentes pedagógicos inscritos no Programa Federal de Residência Pedagógica (PRP) do curso de licenciatura em Matemática da UEG-Câmpus Sudoeste, Sede Quirinópolis, e compartilhada com os alunos do 9º Ano das turmas A; B; C; e D, do CPMG- CPMG Pedro Ludovico Teixeira, na cidade de Quirinópolis-GO.

Nossa pesquisa, de caráter qualitativo, utilizou-se do método cartográfico proposto por Passos, Kastrup & Escóssia (2015), em um cenário no qual o conceito de cartografar se desloca de uma receita a ser seguida, a ponto de envolver a cartografia de experiências em que os sujeitos assumem atitudes que podem ser cartografadas à posteriori.

Assim, após a produção de nossa pesquisa, foi possível cartografar que nossas ações e práticas ocorreram durante as seguintes etapas:

- 1) Construção e programação de um Robô Seguidor de Linha;
- 2) Materialização de uma maquete denominada como *mundo inventivo*;
- 3) Produção de um vídeo com o Robô Seguidor de Linha em movimento no *mundo inventivo*;
- 4) Elaboração de 10 problemas inventivos de geometria com o uso da robótica durante à exploração de um cenário de aprendizagem contendo uma casa da árvore e um supermercado, presentes no vídeo;
- 5) Compartilhamento do vídeo e dos problemas inventivos com os alunos do 9º ano A, B, C e D do CPMG Pedro Ludovico Teixeira por meio do *Google Meet*;
- 6) Anotação das soluções dos alunos por meio de uma mesa digitalizadora *Huion*, modelo HS64, durante a utilização do *software Autodesk Sketchbook*⁶;
- 7) Gravação da aula online no *Google Meet*;

⁶ *Software* de desenho e pintura utilizado para esboçar e criar ilustrações.

8) Análise e discussões das gravações feitas no *Google Meet*.

O compartilhamento da Proposta de Aprendizagem com o Uso de Robótica via *Google Meet*, ocorreu durante aproximadamente 50 (cinquenta) minutos de aula, com aproximadamente 84 alunos do 9º ano A, B, C e D do CPMG Pedro Ludovico Teixeira.

Nosso trabalho também envolveu, em um primeiro momento, a leitura e a análise de artigos científicos relacionados ao tema da “*Educação Matemática Inventiva*” (Silva, 2020; Silva & Souza JR., 2019, 2020a, 2020b), disponíveis no parâmetro de pesquisa, Google Acadêmico. Em um segundo momento, a pesquisa baseou-se na produção de dados gerados junto aos alunos do 9º ano A, B, C e D, do CPMG, no âmbito do projeto de extensão “*Matemática com Robótica*” (UEG-Curso de Matemática - Câmpus Sudoeste, Sede Quirinópolis).

No terceiro momento, nosso estudo pautou-se em cartografar e analisar os dados produzidos, o que ocorreu no âmbito do projeto de pesquisa “*EMIR: Educação Matemática Inventiva com Robótica*” (UEG-Curso de Matemática - Câmpus Sudoeste, Sede Quirinópolis).

Também, integra-se à nossa pesquisa algumas leituras científicas que foram realizadas de forma exploratória, acessadas com o uso de dispositivos eletrônicos, sendo o principal a internet, onde foi possível ter acesso a artigos, teses, livros entre outros, com o intuito de aprofundamento teórico em relação à temática do trabalho. Neste contexto, apresentamos, analisamos e discutimos no tópico seguinte os efeitos de nossa Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica.

Apresentação, análise e discussões dos efeitos da proposta de aprendizagem com o uso da robótica

A seguir, apresentamos, analisamos e discutimos os efeitos de nossa Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica, composta por 10 problemas inventivos (explorados ao longo desse tópico) e pelo vídeo disponibilizado em nosso canal do Youtube⁷, ambos produzidos durante nossa pesquisa.

Nossas concepções ligadas à produção de problemas inventivos encontram embasamento nas produções de Silva (2020), Silva & Souza JR. (2019; 2020a; 2020b) relacionadas a *Educação Matemática Inventiva*, com fortes ressonâncias no campo da

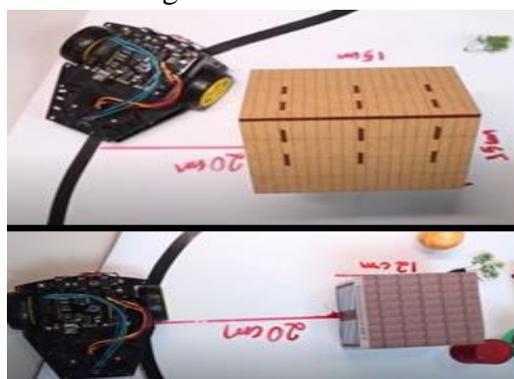
⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UC4YXfq-YipmaMMqGelzS6HQ>.

psicologia nos trabalhos de Kastrup (2007), e na formação inventiva de professores (DIAS, 2012), que pensam as experiências formativas docentes além da adaptação a um mundo dado, voltado apenas a representação de situações pré-definidas.

Com esses autores, defendemos que a aprendizagem pode ser provocada em situações que estranhemos, em experiências coletivas “com alunos”, que vão além das práticas meramente informacionais de transmissão de conteúdos em aulas “para alunos”.

Tendo como base esse ponto de vista, buscamos durante as experiências coletivas, “com alunos”, provocar o aprendizado dos mesmos por meio de um dispositivo robótico em dois cenários de aprendizagem, o supermercado e a casa da árvore, presentes respectivamente, na figura a seguir:

Figura 2 – Vista superior do Robô Seguidor de Linha nos cenários de aprendizagem



Fonte: Autores.

A imagem supracitada e as demais que são apresentadas neste artigo, foram extraídas da experiência com os alunos no momento da aula online, em que utilizamos o Robô Seguidor de Linha na perspectiva de provocar a aprendizagem dos alunos participantes de nossa pesquisa. Os cenários de aprendizagem (casa da árvore e supermercado) foram usados durante a composição do nosso mundo *inventivo*.

Na imagem da figura a seguir, temos o momento inicial da experiência em que foram anotados alguns nomes que os alunos utilizaram para nomear o Robô Seguidor de Linha e o *mundo inventivo* logo após assistirem o vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DSjoE4BnRBE>.

Figura 3 – Nomeação do *mundo inventivo* e Robô Seguidor de Linha pelos alunos



Fonte: Autores.

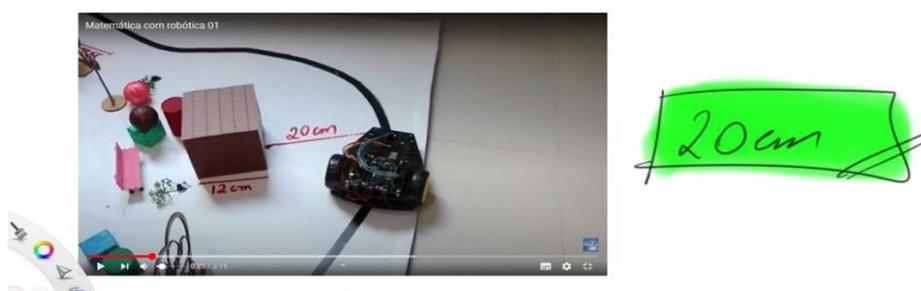
Por meio da interação em tempo real no *Google Meet*, os alunos denominaram o *mundo inventivo* como “Udertalebot” e “Uderbot”, como mostra a Figura 3. Também é possível observar na referida imagem que os alunos nomearam o Robô Seguidor de Linha como: Buzz; Ruby e Papyrus.

A provocação inventiva presente na Figura 3, foi significativa no sentido de estreitar a relação dos alunos com a nossa Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica, o que contribuiu com o envolvimento dos mesmos durante o desenvolvimento das ações e práticas produzidas em tempo real, uma vez que ao nomearem tanto o Robô Seguidor de Linha como o *mundo inventivo*, eles passaram a se sentirem integrantes dos processos inventivos de produção.

Após esse momento, os residentes pedagógicos provocaram os alunos a assistirem o vídeo e produzirem suas considerações em relação ao seguinte problema inventivo: “Qual a distância indicada no vídeo entre o robô e o supermercado?” Na imagem a seguir temos a descrição dos alunos que foram unânimes em dizer: 20 (vinte) cm.

Figura 4 – Problema Inventivo relacionado a interação do robô com o supermercado

- 1) Observe no vídeo o momento em que o robô passa ao lado do supermercado. Qual a distância indicada no vídeo entre o robô e o supermercado?



Fonte: Autores.

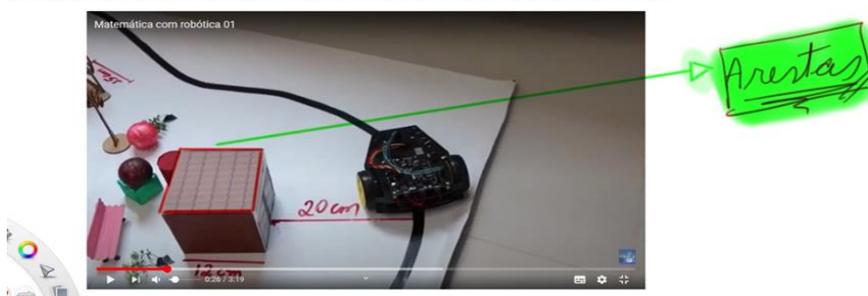
O problema inventivo presente na Figura 4, foi pensado com o propósito de identificar se os alunos haviam acessado e assistido o vídeo com sucesso, por esse motivo, o mesmo apresentou um nível de dificuldade relativamente baixo. Nesse sentido, foi possível observar na aula em tempo real, que os alunos assistiram ao vídeo e estavam engajados nas ações e práticas propostas com o uso da robótica.

Os residentes pedagógicos usaram a robótica para provocar e reforçar a aprendizagem dos alunos em relação ao conceito geométrico de aresta. Na questão 2, ilustrada na Figura 5, questionamos aos alunos qual seria o nome das linhas que cercavam o telhado (face) do supermercado, e após alguns segundos de silêncio um dos alunos disse: “Eu acho que são as arestas professor”. Posteriormente, outros alunos também concordaram, e os residentes pedagógicos aproveitaram o momento para reforçar os conceitos geométricos de arestas.

Na figura a seguir temos o momento do registro da produção coletiva dos alunos em relação ao segundo problema inventivo:

Figura 5 – Identificação de conceitos relacionados a geometria no *mundo inventivo*

- 2) Quando o robô se encontra ao lado do supermercado ele pode notar que o encontro de suas paredes (faces) formam linhas horizontais e linhas verticais, como são chamadas essas linhas?



Fonte: Autores.

Na Figura 5, temos o registro das respostas dos alunos em relação ao problema inventivo proposto na aula online. Sendo assim, foi possível provocar e posteriormente reforçar a concepção geométrica elementar de aresta.

Remotamente os alunos produziram e defenderam ao vivo, na aula pelo *Google Meet*, suas concepções em relação ao conceito de aresta, por meio da visualização do vídeo contendo o Robô Seguidor de Linha no *mundo inventivo*.

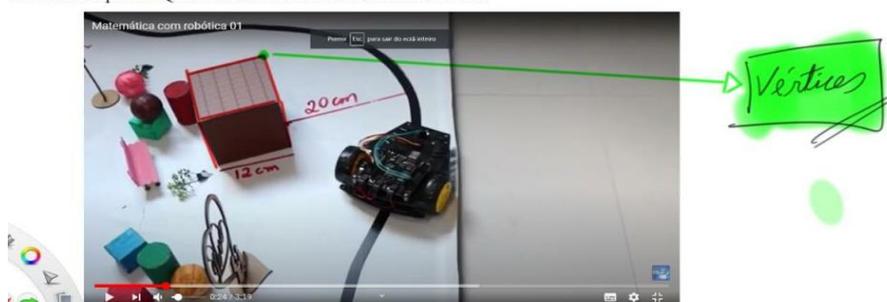
Os residentes pedagógicos do curso de matemática também provocaram os alunos a discorrerem a respeito do conceito elementar de vértice, por meio do seguinte questionamento: “O robô também percebe que o encontro dessas linhas formadas pelas

paredes do supermercado possui um nome especial. Qual é o nome dado ao encontro dessas linhas?”

Após alguns momentos de discussão e reflexões, o grupo de alunos concordou que o ponto de encontro das linhas formadas pelas paredes do supermercado (arestas) pode ser denominado como vértice, conforme foi capturado na imagem a seguir:

Figura 6 – Problema inventivo relacionado à conceitos básicos de geometria.

- 3) O robô também percebe que o encontro dessas linhas formadas pelas paredes do supermercado possuem um nome especial. Qual é o nome dos encontro dessas linhas?



Fonte: Autores.

De acordo com o que foi apresentado nas figuras 5 e 6, foi possível provocar os alunos a discorrerem a respeito de conhecimentos básicos de geometria, de uma maneira coletiva e sem competições.

Os alunos apoiaram de forma colaborativa uns aos outros, o que pode ser considerado como um deslocamento significativo em relação às práticas de competição excludentes. Essa perspectiva de deslocamento em relação às práticas de competição excludentes no campo educacional da matemática, encontram ressonância nas concepções compartilhadas em Silva (2020).

O *mundo inventivo* compartilhado com os alunos funcionou como um lugar de experiências coletivas e colaborativas, em meio ao desenvolvimento de ações e práticas de aprendizagem, produzidas durante a provocação de inquietações em ambiente virtual, o que produziu experiências diferentes de aprendizagem.

Na imagem a seguir temos o registro das noções coletivas dos alunos em relação ao nome do sólido geométrico formado pelo supermercado no *mundo inventivo*:

Figura 7 – Registro do nome do sólido geométrico relacionado ao supermercado

- 4) Agora analisando os ângulos, as faces e o comprimento das linhas o robô pode identificar o tipo de sólido geométrico formado pelo supermercado no mundo inventivo. Qual é esse sólido geométrico?



Fonte: Autores.

Na Figura 7, temos o momento em que os alunos relacionam o formato do supermercado à forma geométrica de um cubo, que também pode ser denominado com hexaedro, um dos cinco sólidos platônicos. Esse momento provocado pelo uso da robótica também foi significativo para aprimorar outros conceitos relacionados aos sólidos geométricos.

Na Figura 8, os residentes pedagógicos provocaram a aprendizagem dos alunos por meio do seguinte problema inventivo: “Qual a altura do supermercado do *mundo inventivo* sabendo que a mesma é $1/4$ (um quarto) da distância entre ele e o robô?” Esse momento foi muito interessante e provocou uma reflexão que não esperávamos, o que ocorreu quando um dos alunos, referindo-se ao formato geométrico do supermercado afirmou: “Professor, se ele é um cubo todos os lados têm a mesma medida, que é 12 cm”.

Por meio da afirmação acima, feita por um aluno participante da pesquisa, percebemos coletivamente que na questão havia uma incoerência, visto que ao observarmos o vídeo percebemos que $1/4$ da distância entre o supermercado e o robô, indicada como a altura do supermercado no problema inventivo, apresentava um valor diferente do comprimento da aresta do supermercado com formato de um cubo.

Essa constatação feita pelos alunos levou a várias reflexões, como por exemplo quando um dos alunos usou o momento da aula online, ao vivo, para questionar: “Professor, mas daquele jeito não dava certo também? Porque falou da distância entre o supermercado e o robô”, utilizamos a curiosidade desse aluno para provocarmos os outros alunos a respeito da problemática levantada, então perguntamos: “A questão dizia que a medida da altura do supermercado é de $1/4$ da distância entre o robô e supermercado, nesse contexto qual seria a altura do supermercado?”

Após identificarem a distância entre o robô e o supermercado no vídeo os alunos responderam que seria de 5 cm. Nesse momento consideramos coletivamente que se a

altura do supermercado no *mundo inventivo* fosse 5 (cinco) cm, o mesmo não poderia ter o formato de um cubo com arestas medindo 12 (doze) cm.

Essa contribuição feita coletivamente pelos alunos no momento da aula nos levou à reformulação do problema inventivo no momento da aula. Na figura a seguir temos o novo problema inventivo com o registro da síntese dos comentários feitos pelos alunos em relação ao mesmo:

Figura 8 – Problema inventivo reformulado juntamente com os alunos e registro da síntese dos comentários provocados



Fonte: Autores.

O quinto problema inventivo, foi significativo no sentido de reforçar o envolvimento e a colaboração dos alunos na experiência com o uso da robótica, o que provocou momentos de discussões e reflexões interessantes que contribuíram com o aprimoramento da Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica.

A contribuição dos alunos em relação à reformulação do problema inventivo foi significativa no sentido de considerarmos os mesmos como abertos às possibilidades de aperfeiçoamento coletivos, em qualquer momento, mesmo durante o compartilhamento das experiências de aprendizagem.

No sexto problema inventivo, problematizamos a constatação que obtivemos na questão anterior, sabíamos que o formato do supermercado era de um hexaedro regular, então provocamos a seguinte situação-problema: “Qual é o volume do supermercado e a área de uma das suas paredes?”. Por meio dessa provocação foi possível explorar coletivamente com os alunos as noções de área e volume.

Um discente que estava sem microfone respondeu no chat do *Google Meet*, que a área de uma das paredes é de 144 (cento e quarenta e quatro) centímetros quadrados e o volume do supermercado é 1728 (mil e setecentos e vinte e oito) centímetros cúbicos.

Neste momento, já haviam se passado aproximadamente 40 (quarenta) minutos da aula e devido ao horário não problematizamos o quanto gostaríamos esta questão, porém provocamos os alunos a refletirem a respeito do motivo da unidade de área ser denominada nesse caso em centímetros quadrados (cm^2) e a unidade de volume em centímetros cúbicos (cm^3).

Na figura a seguir temos o problema inventivo e o registro das reflexões em relação à exploração dos conceitos de área e volume provocados remotamente, com o uso da robótica, por meio do vídeo explorado no momento da aula ao vivo:

Figura 9 – Identificação de conceitos relacionados à geometria no cenário inventivo



Fonte: Autores.

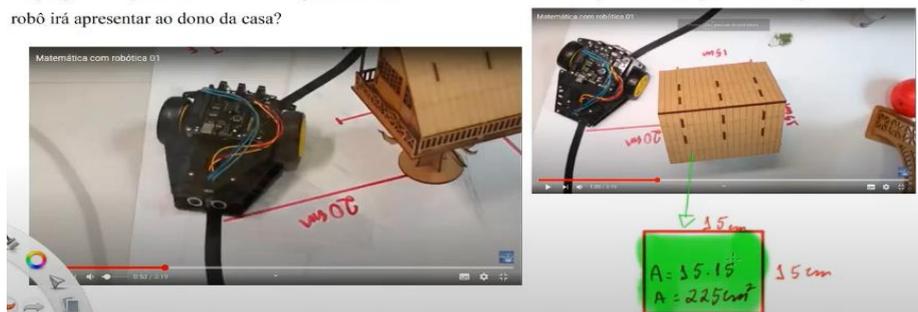
Os registros feitos na imagem da Figura 9, $A_p = 144 cm^2$ e $V_s = 1728 cm^3$ referem-se respectivamente às considerações coletivas compartilhadas pelos alunos em relação a área de uma parede e ao volume do supermercado presente no *mundo inventivo*.

Nesse contexto, percebemos que os residentes pedagógicos conseguiram explorar a robótica como um dispositivo provocador da aprendizagem dos conceitos de área e volume do supermercado presente no cenário inventivo.

Após utilizar a robótica como um dispositivo provocador do aprendizado em relação a exploração do supermercado no *mundo inventivo*, os residentes pedagógicos também provocaram as noções de área em relação ao outro cenário de aprendizagem: a casa da árvore. O que ocorreu por meio da provocação presente na parte superior da Figura 10:

Figura 10 – Problema Inventivo relacionado à interação do robô com a casa da árvore e registro feito ao vivo no momento da aula online

- 7) Seguindo seu trajeto pela rua o robô passa por uma casa suspensa em uma árvore. Sabendo que o robô foi programado para calcular a área do piso da casa. Determine corretamente qual a área do piso da casa que o robô irá apresentar ao dono da casa?



Fonte: Autores.

O problema inventivo da Figura 10, provocou os alunos a discorrem a respeito da área do piso da casa da árvore presente no *mundo inventivo*, o que ocorreu após os mesmos analisarem o momento do vídeo que o comprimento e a largura do piso da casa eram semelhantes e que mediam exatamente 15 (quinze) cm, e por este motivo se tratava do cálculo da superfície de um quadrado.

Assim, os alunos foram unânimes em dizer que a área do piso da casa da árvore é igual a 15 cm vezes 15 cm, ou seja, igual a 225 cm^2 , conforme capturado na parte inferior direita da Figura 10.

Com o propósito de provocar os alunos a utilizarem a matemática em meio à composição de problematizações, os residentes pedagógicos deixaram a seguinte sugestão aos alunos, presente na Figura 11:

Figura 11 – Proposta de invenção de problemas

- 8) Use seus conhecimentos matemáticos para inventar um problema relacionado ao trajeto do robô no mundo inventivo (Sugestão: Pode utilizar o nome do robzinho e do mundo inventivo que você inventou no item 1)

Fonte: Autores.

Na figura 11, temos a descrição de um dos momentos em que os residentes pedagógicos provocaram os alunos a pensarem por si mesmos em meio ao uso inventivo da matemática durante a invenção de problemas.

Como a invenção de problemas é um processo que exigem um tempo mais abrangente, o qual não dispúnhamos no momento da aula, foi proposto aos alunos que inventassem seus problemas fora do espaço tempo da aula online ao vivo.

Os residentes pedagógicos também aproveitaram o momento e provocaram os alunos a socializarem seus próprios problemas inventivos com outras pessoas de seu convívio. O que ocorreu por meio da proposta presente na figura 12:

Figura 12 – Proposta de socialização dos problemas inventados pelos alunos.

9) Aproveite para compartilhar o problema que você inventou com pelo menos três pessoas e veja se eles conseguem respondê-lo olhando o vídeo. Caso não consigam, chegou a hora de você mostrar que é fera em matemática e ajudá-los na resolução do mesmo. Use esse espaço para descrever como foi a experiência de inventar um problema e compartilhá-lo com outras pessoas.

Fonte: Autores.

Como não tivemos outro encontro online com os alunos em aulas remotas, não foi possível ter um retorno dos mesmos em relação à proposta de invenção de problemas e compartilhamento dos mesmos, contido respectivamente nas imagens da Figura 11 e da Figura 12.

Os residentes pedagógicos aproveitaram o momento final da aula remota para ouvirem os comentários e possíveis sugestões de aprimoramento em relação a “Proposta de Aprendizagem com o uso da Robótica”, conforme imagem da Figura 13:

Figura 13 – Provocação quanto a proposta de aprendizagem experienciada

10) Em relação a nossa "Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica" deixe o seu comentário e as possíveis sugestões de aprimoramento.

Fonte: Autores.

Foi possível observar vários comentários positivos dos alunos em relação a “Proposta de Aprendizagem com o Uso da Robótica”, entre os quais o do Aluno A, que expôs que além de aprender o conteúdo abordado, conseguiu ampliar e reforçar alguns conceitos de geometria.

Silva (2020) defende que, o uso da robótica além de provocar a aprendizagem de conceitos matemáticos de forma coletiva e colaborativa, pode desenvolver a auto-formação-inventiva na perspectiva da *Educação Matemática Inventiva*, que não está limitada apenas à resolução de problemas matemáticos ou representação do mundo, mas também envolve a invenção de si mesmo em meio a utilização dos conhecimentos matemáticos durante a invenção de problemas e/ou invenção de mundos.

A produção de nossa *Educação Matemática Inventiva* com o uso da robótica, ocorreu de maneira diferente das práticas meramente informacionais, a ponto de provocar uma experiência de aprendizagem transformadora, tanto nos alunos, como nos residentes

pedagógicos, provocando momentos de uma auto-formação-inventiva coletiva e colaborativa, que incluiu todos os envolvidos no processo.

Tendo em vista as experiências produzidas, em consonância com as concepções de Silva (2020), Silva & Souza JR. (2019; 2020a; 2020b), Kastrup (2007), e na formação inventiva de professores (DIAS, 2012), foi possível provocar experiências de aprendizagem com o uso da robótica de maneira remota em um ambiente totalmente virtual.

Considerações finais

Ao questionarmos se o uso da robótica em aulas remotas provocou experiências de aprendizagem nos alunos do 9º Ano do CPMG - Pedro Ludovico, nossa pesquisa produzida com embasamento nas concepções de EMI sugere que foi possível produzir experiências de aprendizagem em um ambiente totalmente virtual de aulas remotas.

O uso inventivo da robótica por parte dos residentes pedagógicos provocou deslocamentos significativos no sentido de potencializar experiências formativas que vão além das práticas meramente representacionistas e informacionais.

Tendo por bases a análise de tais experiências produzidas tanto pelos residentes como pelos alunos, é possível afirmar que a robótica pode ser utilizada como um dispositivo provocador da aprendizagem na perspectiva da EMI, visto que tal recurso tecnológico potencializou as ações e práticas inventivas, mesmo em um ambiente totalmente virtual de aulas remotas.

Referências

DIAS, R. O. **Formação Inventiva de Professores**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2012.

DELEUZE, G. **O que é um dispositivo?** In: DELEUZE, G. *O mistério de Ariana*. Lisboa: Vega, 1996, p. 83-96.

KASTRUP, V. **A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/261>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

MATARIĆ, M. J. **Introdução à robótica** / tradução Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva, Silas Franco dos Reis Alves. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

PASSOS, E.; KASTRUP, V.; ESCÓSSIA, L. **Pistas do método da cartografia: Pesquisa-intervenção e produção de subjetividade**. Porto Alegre: Sulina, 2015. 207 p.

SILVA, M. R. SOUZA JR, A. J. **O uso da robótica na perspectiva da educação matemática inventiva**. ETD - Educação Temática Digital, 22(2), 406-420. 2020a. DOI: <https://doi.org/10.20396/etd.v22i2.8654828>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8654828>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SILVA, M. R. SOUZA JR, A. J. **Educação Matemática Inventiva: interfaces entre universidade e escola**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), v. 11, p. 212-224, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2463>. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2463>. Acesso em: 07 jan. 2022.

SILVA, M. R. SOUZA JR, A. J. **Experiência com robótica educacional no estágio docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática**. 2020. 252 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.222>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29034>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SILVA, M. R. SOUZA JR, A. J. **Educação Matemática Inventiva: fruto de uma pesquisa com o uso de robótica no estágio-docência**. In: XIII ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática. 2019. Cuiabá-MT. Portal de eventos - sbem / Mato Grosso. Disponível em: <https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/view/681>. Acesso em: 12 fev. 2022.

Recebido em: 17/06/2022
Aprovado em: 02/08/2022