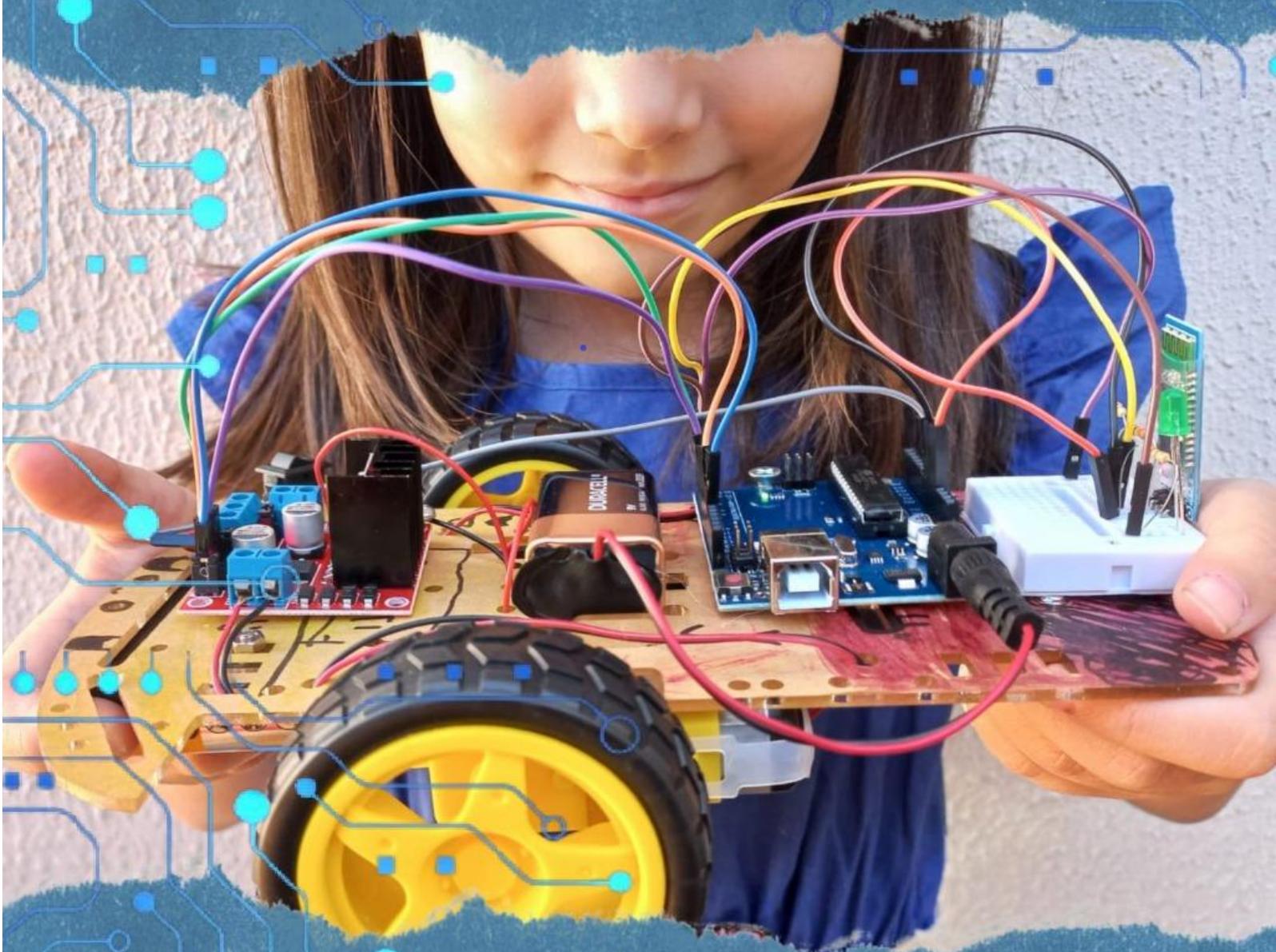


# Educação Matemática Digital

## ROBÓTICA EDUCACIONAL



Organizadores

**Douglas Marin**

**Fernando da Costa Barbosa**

**Giselle Moraes R. Pereira**

**Akademy**  
EDITORA

**Douglas Marin**  
**Fernando da Costa Barbosa**  
**Giselle Moraes Resende Pereira**  
(Organizadores)

**Educação Matemática Digital:**  
**Robótica Educacional**

**Akademy**  
EDITORA  
2025

Copyright © 2025 Editora Akademy  
**Editor-chefe:** Celso Ribeiro Campos  
**Diagramação:** Editora Akademy  
**Revisão:** Cassio Cristiano Giordano  
**Capa:** Giselle Moraes Resende Pereira  
**Imagem da capa:** Arquivo pessoal da autora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

M337e

Marin, Douglas; Barbosa, Fernando da Costa; Pereira, Giselle Moraes Resende (organizadores)

Educação Matemática Digital: robótica educacional

São Paulo: Editora Akademy, 2025.

Vários autores

Bibliografia

ISBN 978-65-80008-60-5

1. Robótica 2. Educação Matemática 3. Modelagem 4. Arduino 5. Lego

I. Título

CDD: 370

Índice para catálogo sistemático:

1. Educação 370

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer meio sem a prévia autorização da Editora Akademy.

A violação dos direitos autorais é crime estabelecido na Lei n. 9.610/98 e punido pelo artigo 184 do Código Penal.

Os autores e a editora empenharam-se para citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores dos direitos autorais de qualquer material utilizado neste livro, dispondo-se a possíveis acertos caso, inadvertidamente, a identificação de algum deles tenha sido omitida.

Editora Akademy – São Paulo, SP

## ***Corpo editorial***

*Alessandra Mollo (UNIFESP-CETRUS)*  
*Ana Hut̃z (PUC-SP)*  
*Ana Lucia Manrique (PUC-SP)*  
*André Galbarado Fernandes (UNIP)*  
*Andréa Pavan Perin (FATEC)*  
*Antonio Correa de Lacerda (PUC-SP)*  
*Aurélio Hess (FOC)*  
*Camila Bernardes de Souza (UNIFESP/EORTC/WHO)*  
*Carlos Ricardo Bifi (FATEC)*  
*Cassio Cristiano Giordano (FURG)*  
*Cileda Queiroz e Silva Coutinho (PUC-SP)*  
*Claudio Rafael Bifi (PUC-SP)*  
*Daniel José Machado (PUC-SP)*  
*Fernanda Sevarolli Creston Faria Kistemann (UFJF)*  
*Francisco Carlos Gomes (PUC-SP)*  
*Freda M. D. Vasse (Groningen/HOLANDA)*  
*Heloisa de Sá Nobriga (ECA/USP)*  
*Ivy Judensnaider (UNICAMP)*  
*Jayr Figueiredo de Oliveira (FATEC)*  
*José Nicolau Pompeo (PUC-SP)*  
*Marcelo José Ranieri Cardoso (PUC-SP)*  
*Marco Aurélio Kistemann Junior (UFJF)*  
*María Cristina Kanobel (UTN – ARGENTINA)*  
*Maria Lucia Lorenzetti Wodewot̃ki (UNESP)*  
*Mario Mollo Neto (UNESP)*  
*Mauro Maia Laruccia (PUC-SP)*  
*Michael Adelowotan (University of JOHANNESBURG)*  
*Océlio de Jesus Carneiro Morais (UNAMA)*  
*Paula Gonçalves Sauer (ESPM)*  
*Roberta Soares da Silva (PUC-SP)*  
*Tankiso Moloi (University of JOHANNESBURG)*

*Este livro foi avaliado e aprovado por pareceristas ad hoc.*

# Sumário

---

Prefácio - A cartografia do fazer educativo com robótica.....	05
<i>Deive Barbosa Alves</i>	
Agradecimentos.....	08
<i>Fernando da Costa Barbosa</i>	
1- O pensamento computacional e o atendimento educacional especializado: uma abordagem direcionada para estudantes com transtorno do espectro autista.....	10
<i>Wesley Pereira da Silva e Sheley Cristina Corrêa da Silva</i>	
2- Educação Tecnológica: do design thinking à construção de um carrinho automatizado.....	25
<i>Ludmilla Lourenço da Silva, Daniel da Silveira Guimarães, Fernando da Costa Barbosa e Deive Barbosa Alves</i>	
3- Produção de material instrucional com Arduino para o ensino de matemática por meio de recursos digitais.....	43
<i>Hutson Roger Silva e Walteno Martins Parreira Júnior</i>	
4- Prototipações em Arduino: possibilidades da robótica na abordagem de conceitos estatísticos.....	65
<i>Francisco Vieira dos Santos</i>	
5 - Todo salto precisa de uma rampa, ser maker só se descobre quando se faz.....	82
<i>Fernando da Costa Barbosa, Arlindo José de Souza Junior e Muriell Francisco da Costa</i>	
6- O ensino de matemática através da resolução de problemas potencializado pela Robótica Educacional.....	99
<i>Maurício Antônio da Costa Neto e Douglas Marin</i>	
7- Torneio Virtual de Robótica: mutações da arquitetura pedagógica em um contexto de pandemia.....	114
<i>Suselaine da Fonseca Silva e Arlindo José de Souza Junior</i>	
8- Robótica Educacional na formação inicial de professores de matemática: um mapeamento sistemático de teses e dissertações (2002-2020).....	133
<i>Crhistiane da Fonseca Souza, Arlindo José de Souza Junior e Fernando da Costa Barbosa</i>	
9 - Educação Matemática Inventiva: fruto de uma pesquisa com o uso de Robótica no estágio-docência.....	155
<i>Marcos Roberto da Silva, Arlindo José de Souza Júnior e Gabriel Araújo Freitas</i>	
10 - Educação Matemática Inventiva no Ensino Remoto: uma formação inventiva de professores na residência pedagógica.....	170
<i>Gabriel Araújo Freitas, Arlindo José de Souza Júnior e Marcos Roberto da Silva</i>	
Sobre os autores.....	193

### **A cartografia do fazer educativo com robótica**

Há livros que informam, outros que instruem. Alguns poucos, no entanto, transformam. Este é um desses raros livros, um convite a repensar não apenas como ensinamos, mas por que e para quem o fazemos, à maneira de Henri Bergson, que em sua obra “A Evolução Criadora” nos lembra que a vida, e por extensão a educação, não é uma sucessão de instantes mensuráveis, mas um fluxo contínuo de criação, um *élan vital* que rompe moldes e reinventa-se a cada movimento (Bergson, 2010).

Durante muito tempo, ensinamos Matemática como se fosse um espelho da razão pura: lógica, exata, inquestionável. Esquecemos que todo número carrega uma história, que toda equação é um gesto de linguagem, que todo algoritmo é também uma forma de poder. Mas este livro, *Educação Matemática Digital: Robótica Educacional*, ao se constituir como uma coletânea de experiências, nos lembra de algo essencial: ensinar é sempre uma forma de fazer vibrar o mundo, de criar possibilidades, como nos ensina Paulo Freire em sua “Pedagogia do Oprimido” (Freire, 2013). A Robótica aqui não é uma metáfora fria, mas um território vivo, uma extensão da intuição bergsoniana onde a compreensão surge da experiência vivida.

Ela desterritorializa a sala de aula, convoca o corpo, provoca a escuta, amplia o tempo. Entre cabos, sensores, placas programáveis, circuitos, algoritmos e protótipos, encontramos algo raro: o nascimento de novas subjetividades pedagógicas. A robótica deixa de ser um conjunto de engrenagens e códigos para tornar-se um diálogo entre mãos que constroem, mentes que questionam e corações que se encantam. O *Scratch*, o *Arduino*, o *ESP32* e o *Design Thinking* não são meras ferramentas, mas canais para que estudantes e educadores materializem ideias e, ao fazê-lo, descubram-se *makers* de seus próprios futuros, incorporando um *ethos* onde se faz com as mãos, pensa-se com os outros e aprende-se com o erro.

Ao longo das páginas, há algo que pulsa; não como a rigidez de um manual técnico, embora esteja repleto de circuitos e protótipos, mas como um campo de forças vivas, um testemunho da educação como ato de criação. As experiências aqui reunidas

nascem do chão da escola, da universidade e dos projetos cooperativos, muitas vezes em contextos de escassez: escolas públicas, comunidades carentes, salas de recursos multifuncionais. Isso revela uma verdade essencial: o *élan vital* educativo não depende de recursos abundantes, mas da coragem de errar, de refazer, de insistir. Requer uma carpintaria pedagógica artesanal, onde cada projeto é um convite à duração bergsoniana: um tempo que não se fragmenta em aulas, mas se expande em descobertas.

*Wesley Pereira da Silva* e *Sheley Cristina Corrêa da Silva* iniciam não com uma máquina, mas com um gesto ético, traçando um mapa sensível onde o pensamento computacional encontra a singularidade do Transtorno do Espectro Autista (TEA), abrindo trilhas para que o estudante com autismo floresça como cocriador. Em outro plano, *Ludmilla Lourenço da Silva*, *Daniel da Silveira Guimarães*, *Fernando da Costa Barbosa* e *Deive Barbosa Alves* arriscam uma travessia, no segundo capítulo, uma experiência com *Design Thinking* na construção de um carrinho automatizado que não visa a performance técnica, mas o deslocamento subjetivo dos envolvidos, desafiando noções prévias de física e matemática. O carrinho, ali, é apenas a superfície, o que se move de verdade é o pensamento.

O cultivo de possibilidades continua no terceiro capítulo com *Hutson Roger Silva* e *Walteno Martins Parreira Júnior*, que nos mostram um jardim de agenciamentos férteis com Arduino, onde conceitos matemáticos se enraízam no fazer digital. No quarto capítulo, *Francisco Vieira dos Santos* desenha constelações de dados, desvelando territórios da Estatística onde sensores capturam os murmúrios do real e a programação tece narrativas luminosas. A essência da cultura *maker* é abordada no quinto capítulo por *Fernando da Costa Barbosa*, *Arlindo José de Souza Júnior* e *Muriell Francisco da Costa*: a rampa é o convite ao voo, e o *devir-maker* reside na intensidade do gesto criador.

A robótica como rio que irriga a resolução de problemas, no sexto capítulo, é explorada por *Maurício Antônio da Costa Neto* e *Douglas Marin*, onde o robô é a correnteza que impulsiona e conceitos emergem como veios d'água. As paisagens mutantes da pedagogia pandêmica são cartografadas, no sétimo capítulo, por *Suselaine da Fonseca Silva* e *Arlindo José de Souza Júnior*, revelando arquipélagos de novas práticas em meio às tempestades do distanciamento.

No oitavo capítulo a formação docente ganha um atlas nas mãos de *Crhistine da Fonseca Souza*, *Arlindo José de Souza Júnior* e *Fernando da Costa Barbosa*, mapeando a produção científica brasileira sobre Robótica Educacional na formação inicial de

professores de matemática. Finalmente, a Educação Matemática Inventiva abre clareiras: *Marcos Roberto da Silva, Arlindo José de Souza Júnior e Gabriel Araújo Freitas* exploram seu potencial no estágio docente, convidando ao devir-professor-inventivo, enquanto *Gabriel Araújo Freitas, Arlindo José de Souza Júnior e Marcos Roberto da Silva* cultivam seus jardins suspensos no ensino remoto, buscando rotas de fuga para uma formação que floresça mesmo nos territórios virtuais.

Se a Matemática, por séculos, foi ensinada como uma linguagem da certeza, este livro a resgata como linguagem da criação. E se a Robótica, por muitos, é vista como técnica, aqui ela é reencantada como poética da ação. Este livro não é um inventário, uma resposta pronta: é uma dobra, um convite ao inacabado. Ele não nos oferece um roteiro, mas uma cartografia. E como toda cartografia, ele se faz no encontro com o leitor. Ele não está pronto: ele se atualiza em cada leitura, em cada adaptação, em cada aula que venha a nascer de seus capítulos.

Desejo que você, leitora ou leitor, não percorra este livro como quem percorre uma linha reta. Faça desvios. Crie circuitos. Desmonte e remonte. Que este livro o provoque, como provocaram os grandes educadores que não se contentaram com o dado. Que cada circuito aqui narrado acenda uma faísca. Que cada protótipo inspire uma nova aula. E que cada estudante, ao programar um robô, se descubra também autor de mundos possíveis. Que seja um chamado à ousadia de educadores que entendem que ensinar é semear futuros: mesmo que, para isso, seja necessário desmontar velhos robôs e, peça por peça, reconstruir a esperança.

Porque aqui, como nos lembraria Paulo Freire, a educação é um ato de amor: e amar é programar robôs, sim, mas para a liberdade (Freire, 2010).

Deive Barbosa Alves

Professor do Instituto de Matemática e Tecnologia (IMTec) da Universidade Federal de Catalão (UFCAT).

Catalão, junho de 2025

## Referências

BERGSON, Henri. **A evolução criadora**. Tradução de: Adolfo Casais Monteiro. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2010. 408 p.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia**. v. 4. Tradução de: Suely Rolnik. São Paulo: Editora 34, 1997. 176 p. (Coleção TRANS).

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 84. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2019. 256 p.

# Agradecimentos

---

Antes de qualquer palavra, um silêncio agradecido a Deus — por estarmos aqui, reunidos, celebrando não apenas a publicação de um livro, mas os muitos anos de estudo, partilha e aprendizado que o tornaram possível.

Gratidão a Prof.<sup>a</sup> Gisele Moraes e ao Prof.<sup>o</sup> Douglas Marin, idealizadores de um livro com diferentes processos de autoria sobre o que fizemos e estamos fazendo no que se refere a Robótica Educacional.

Mas os verdadeiros protagonistas desta odisséia? Crianças e jovens, alquimistas do erro e do espanto. Desde 2008, suas mãos pequenas remodelaram nosso olhar. Eram Ícaros brincando com o fogo da criação, lembrando-nos diariamente: robótica não é ciência de metais, mas arte de semear futuros.

Desde 2008, trilhamos esse caminho. A primeira grande ação criativa nasceu do interesse de fazer uma rampa de corridas de carrinhos para o José João e outras crianças brincarem, este encantamento foi materializado e construída pelas mãos do meu pai, Rubens Fernandes Barbosa. Com seu saber de carpinteiro — ou saber maker, como hoje nomeamos — ele deu forma à ideia, inaugurando uma linhagem de criações. A ele, minha gratidão sem medida.

Muito Obrigado aos professores e estudantes das Universidades e as escolas que fazem parte da nossa rede de conhecimento, bem como aos membros do Núcleo de Pesquisas em Mídias em Educação – NUPEME e as agências de fomento, que confiam na ciência e a sustentam.

A memória, às vezes, nos escapa. As palavras, às vezes, não cabem. Mas se estivemos juntos em algum instante desta travessia — saiba: este agradecimento é para você.

Aos amigos, aos parceiros de sempre e de agora, ou como costumávamos dizer desde os tempos de graduação: Obrigado, manos.

Aos amigos que encontramos ao longo desta jornada e às instituições que hoje nos acolhem e nos impulsionam: Cada uma é um nó vital na rede viva que construímos.

Assim encerramos, não com ponto final, mas vírgula suspensa. Porque, como diria o Poeta, "o valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem". Que estas páginas sejam faróis para novos navegantes, até que todos os rios desaguam no mesmo mar.

Gratidão, companheiros de jornada.

O resto... é silêncio e horizonte.

Fernando da Costa Barbosa  
*Organizador*

# 1- O pensamento computacional e o atendimento educacional especializado: uma abordagem direcionada para estudantes com transtorno do espectro autista

---

*Wesley Pereira da Silva*

*Sheley Cristina Corrêa da Silva*

## **Introdução**

Inúmeras são as especificidades do processo de ensino e aprendizagem que estão diretamente relacionadas com a prática docente. Para auxiliar nessas ações, o(a) docente pode solicitar auxílio de profissionais que atuam no Serviço Especializado de Apoio à Aprendizagem, e um desses apoios é o(a) profissional do Atendimento Educacional Especializado (AEE).

O AEE presta um atendimento complementar ou suplementar no caso dos(as) estudantes público-alvo da Educação Especial (Brasil, 2008). Esse atendimento visa promover determinados conjuntos de habilidades e competências no(a) discente necessárias para a o acompanhamento dos conteúdos e conceitos abordados em sala de aula pelo(a) professor(a) regente. Essa especificidade desse Serviço Especializado de Apoio à Aprendizagem sugere um trabalho conectado com a organização do trabalho pedagógico em sala de aula, especialmente, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, momento em que os(as) estudantes têm contato com diversas disciplinas do currículo.

No Novo Ensino Médio (NEM), são apresentadas novas propostas de disciplinas, como: Projeto de Vida; Trilhas Pedagógicas e Disciplinas Eletivas, além das disciplinas que estamos acostumados, como Biologia, Física, Química, História, Geografia e outras, nomeadas como as disciplinas de Formação Geral Básica. Esse percurso sugere um

conjunto de escolhas feitas pelo(a) estudante e apresenta um desafio para os professores regentes e profissionais do AEE, no sentido de como abordar tanta especificidade na perspectiva da valorização das diferenças.

Assim, o AEE é organizado em função das áreas do conhecimento, ou seja, os atendimentos complementares ou suplementares estão vinculados à área de exatas, de linguagens e códigos ou de ciências humanas. Os atendimentos realizados pelo(a) profissional do AEE também são singulares para cada condição específica do estudante, seja ela uma deficiência física (DF), deficiência intelectual (DI), transtorno do espectro autista (TEA), dentre outras.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar ações desenvolvidas no âmbito do atendimento educacional especializado com uma estudante com transtorno do espectro autista com foco na promoção do pensamento computacional. Para tanto, é preciso compreender alguns elementos do processo de escolarização dos(as) estudantes com deficiência, mais precisamente daqueles(as) com deficiência intelectual e com transtorno do espectro autista, bem como as peculiaridades do pensamento computacional.

## **O Atendimento Educacional Especializado**

O sistema educacional brasileiro é regido por um conjunto de Leis e Normas federais, estaduais e municipais. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394/1996 (Brasil, 1996) estabelece uma organização para a educação brasileira; assim, ocorre a divisão em níveis de ensino, a Educação básica e a Educação Superior, e em modalidades, a Educação de Jovens e Adultos, a Educação Profissional e Tecnológica e a Educação Especial.

A Educação Especial é uma modalidade de educação escolar que deve estar presente em todos os níveis de ensino e modalidades da educação do nosso país, ou seja, deve ser garantida a oferta da Educação Especial nos processos de escolarização que vão desde a educação infantil até a educação superior.

Nesse contexto, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEE-PEI) (Brasil, 2008) consolida a perspectiva inclusiva na Educação Especial. Desse modo, esse documento define que:

A educação especial é uma modalidade de ensino que perpassa todos os níveis, etapas e modalidades, realiza o atendimento educacional especializado, disponibiliza os recursos e serviços e orienta quanto a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem nas turmas comuns do ensino regular (Brasil, 2008, p. 11).

A presença dos estudantes com deficiência, transtorno do espectro autista e altas habilidades ou superdotação nas turmas regulares das instituições educacionais é consolidada por essa política. Além de ampliar essa percepção para outras especificidades, ela também garante a participação nos processos de aprendizagem, extrapolando a simples permanência e possibilitando que os estudantes tenham acesso aos níveis mais elevados da educação.

Enfatizando o Atendimento Educacional Especializado (AEE), pontuamos que a Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996) assegura ao público-alvo da Educação Especial a oferta do AEE. Sua normatização está no Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011, que revogou o Decreto nº 6.571, de 17 de setembro de 2008. Garcia (2013, p. 106) destaca que “o conceito de educação especial como AEE [...], remete para um modelo centrado nos recursos a ser desempenhado por um professor com formação específica”. A autora ainda levanta que, nas ações políticas, tal modelo é fixado nas salas de recursos multifuncionais – SRM.

As salas de recursos multifuncionais que, em função da autonomia dos estados e municípios, podem receber outras nomenclaturas e estruturas, como, por exemplo, no Distrito Federal essas salas são organizadas em sala de recursos generalista para aquelas que atendem estudantes com deficiência intelectual, deficiência física, transtorno do espectro autista e Síndrome de Down, e sala de recursos específicas, aquelas que atendem estudantes com deficiência sensorial (deficiência visual e/ou deficiência auditiva/surdez) e altas habilidades/superdotação (Distrito Federal, 2010).

Considerando a singularidade de cada estudante e direcionando para o tema da presente investigação, abordaremos, no próximo tópico, as especificidades do estudante com Transtorno do Espectro Autista.

## **A abordagem social do Transtorno do Espectro Autista**

Entender os aspectos sociais e biológicos que compreendem uma determinada deficiência é perceber como as pessoas com deficiência interagem com o meio social e,

ao mesmo tempo, como o meio social pode promover condições de acessibilidade e autonomia para a diminuição das barreiras que são impostas.

Ao considerar apenas a deficiência como a causa das dificuldades, cria-se uma relação de causa e efeito com o objetivo único de curar a “patologia” (deficiência), como se a pessoa com deficiência só conseguisse ser incluída nos processos sociais após o desaparecimento de mais essa condição que a caracteriza.

Cabe destacar que uma deficiência não é uma patologia (doença), na verdade, muitas doenças podem ocasionar uma determinada deficiência, por exemplo, a toxoplasmose, que é uma doença causada por um protozoário, pode acarretar a perda da visão, gerando, assim, a condição de deficiência visual. Essa diferenciação é importante, pois a doença pode ser curada com medicamentos e tratamentos, mas a deficiência é uma condição permanente. Desse modo, é preciso considerar a condição de deficiência como mais uma das características da pessoa.

Partindo desse preâmbulo, considera-se que a deficiência será percebida quando as barreiras sociais, físicas e culturais são impostas pela sociedade. Assim, a falta de acessibilidade, por exemplo, é o que determina as dificuldades enfrentadas pelas pessoas com deficiência.

Essas barreiras existem? Com toda a tecnologia disponível, ainda existem processos de exclusão? Essas duas perguntas são facilmente respondidas quando percebemos que a estrutura social estabelecida não é organizada em função da diversidade, mas, sim, em função de um ser humano ideal.

Todo o sistema da cultura humana (da forma externa de comportamento) é adaptado à organização psicofisiológica normal do homem. Toda a nossa cultura pressupõe um homem que tem certos órgãos - mãos, olhos, ouvidos - e certas funções do cérebro. Todos os nossos instrumentos, toda a técnica, todos os sinais e símbolos são destinados a um tipo normal de pessoa (Vygotsky, 1997, p. 185).

Considerar a diversidade é a base para a construção de uma sociedade acessível e promotora da autonomia de todas as pessoas. Conforme exemplificado aqui, existem tipos de deficiências com características únicas, algumas delas são mais perceptíveis, como a deficiência visual e a deficiência física, outras, que são conhecidas como deficiência ocultas e, em determinadas circunstâncias sociais, podem gerar situações de discriminação, como é o caso do Transtorno do Espectro Autista – TEA que, de acordo

com a Federal nº 12.764/12, é uma condição considerada uma deficiência, conforme especificado no artigo primeiro desta norma.

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista e estabelece diretrizes para sua consecução [...]. §2º A pessoa com transtorno do espectro autista é considerada pessoa com deficiência, para todos os efeitos legais (Brasil, 2012).

Segundo a *American Psychological Association* (APA), o TEA é uma condição de déficit na comunicação social e na interação social em diversos contextos, sendo separados em níveis de suporte, variando do nível de suporte 1 até o nível de suporte 3 (American Psychological Association, 2023).

O modelo social da deficiência estabelece que as barreiras são sociais; assim, uma pessoa com TEA necessita de uma abordagem diferenciada, mobilizando aspectos que desenvolvem as formas como ela se comunica e se relaciona com as pessoas, essencialmente com aquele(a) que atuará no processo de mediação: o(a) docente.

As contribuições da Psicologia e da Medicina para a educação podem ser consideradas relevantes na forma como se configurou o sistema de Ensino no Brasil. Vygotsky, mergulhado nos ideais socialistas, propôs uma perspectiva em que a essência biológica do ser humano pudesse ser considerada como fundamental no desenvolvimento psíquico desde que não fosse desvinculada das experiências sociais do indivíduo.

Desse modo, ao considerar que cada ser humano vive experiências sociais diferentes, torna-se imperativa a necessidade de considerar que cada ser humano, além de uma biologia única, apresenta desenvolvimento psíquico único. Portanto, essas singularidades estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento da aprendizagem de cada um. Como exemplo, considera-se o caso de indivíduos cegos que podem ter um desenvolvimento psíquico diferente do indivíduo que não possui cegueira. Indo muito além dessa premissa, vários indivíduos cegos apresentam desenvolvimento das aprendizagens distintas, pois há indivíduos que são cegos desde que nasceram, indivíduos que perderam a visão na infância, outros que ficaram cegos na fase adulta. Se ainda considerarmos os tipos de interação social ou constituição familiar de cada um desses indivíduos cegos, será possível perceber que os indivíduos, mesmo aqueles que apresentam o mesmo perfil de aprendizagem, podem ter desenvolvimentos psíquicos muito distintos entre si.

Considerando-se a analogia apresentada no caso de indivíduos cegos, torna-se possível buscar o entendimento das aprendizagens de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista. Se pensarmos que a cegueira também tem um espectro, podemos considerar que há cegos que possuem cem por cento da visão comprometida, outros apresentam percentuais distintos de comprometimento da visão, levando a considerar que quanto maior o comprometimento da visão, maior o apoio e suporte que o indivíduo deve receber. O Transtorno do Espectro Autista se distingue dos diferentes graus de deficiências por se tratar de uma condição que afeta o neurodesenvolvimento.

Diante das especificidades do processo de ensino e aprendizagem de estudantes com TEA, percebe-se que, em muitas situações, o(a) professor(a) regente necessita de um auxílio para organizar o trabalho pedagógico. Dessa forma, o AEE visa estimular o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para o caminhar desses estudantes nesse processo de escolarização. Assim, como promover habilidades e competências ao longo dos atendimentos oferecidos pelos(as) profissionais do AEE?

Consideramos que o acompanhamento oferecido não pode se configurar como uma aula direcionada para os conteúdos, como pode ocorrer em determinadas aulas nas turmas regulares. Desse modo, é necessário que o(a) profissional do AEE organize os acompanhamentos com o objetivo de promover algumas habilidades necessárias para o aprendizado de determinados conceitos na sala de aula regular. E, assim, surge a proposta com o uso do Scratch, pois, por meio dessa plataforma, é possível uma abordagem direcionada para a resolução de problemas, por exemplo, que trará elementos pedagógicos para as diversas áreas do currículo.

## **O Scratch**

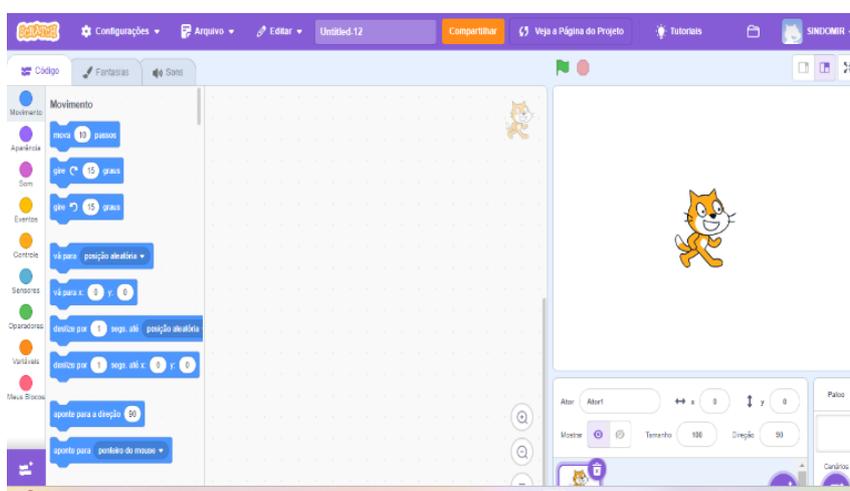
Mas o que é o Scratch? O Scratch foi criado por Mitch Resnick e “é uma linguagem de programação gráfica que facilita a criação dessas aplicações [jogos], além de outras tarefas” (Marji, 2014, p. 3). Com o Scratch é possível desenvolver jogos, montar circuitos de projetos eletrônicos, criar livros digitais, conectar com controladores, dentre outras ações.

O diferencial do Scratch é que ele é voltado para o público jovem e infantil, levando, de uma forma lúdica, elementos da computação, mais precisamente da programação computacional, para o contexto educacional.

O Scratch é a maior comunidade do mundo de programação para crianças e uma linguagem de programação com uma interface visual simples, que permite a criação de histórias, jogos e animações digitais. O Scratch é projetado, desenvolvido e moderado pela Fundação Scratch, uma organização sem fins lucrativos (Fundação Scratch, 2024, on-line)

No primeiro contato com o Scratch, temos acesso a uma interface amigável e somos apresentados ao mascote do programa, o Scratch Cat, conforme ilustrado na Figura 1, a seguir:

**Figura 1:** Tela inicial do Scratch



Fonte: presente pesquisa, 2024.

O Scratch foi utilizado como ferramenta principal para as ações desenvolvidas com a estudante, o que possibilitou a construção de projetos iniciais na área de programação e robótica educacional.

## **Percurso metodológico**

Este estudo está ancorado em uma abordagem qualitativa. Desse modo, nessa abordagem, fazemos induções ao invés de partir de teorias e testá-las (Flick, 2009). Essa abordagem se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado (Minayo, 2015) e leva em consideração as características do contexto empírico (Cardano, 2017). A pesquisa participante foi o tipo de pesquisa qualitativa que embasou a presente investigação.

Este estudo ocorreu ao longo de um semestre letivo (de fevereiro de 2024 a julho de 2024), durante os acompanhamentos ofertados pela sala de recursos à estudante com

DI e com hipótese diagnóstica de TEA. Por questões éticas da pesquisa, a estudante e a responsável por ela concordaram em participar da investigação que, de forma direta, ocorreu por meio da observação e atuação de um dos pesquisadores como professor do AEE. Utilizamos o nome fictício Ada para nomear a estudante e apresentar as suas falas e contribuições no presente estudo.

Antes de iniciar os acompanhamentos com a estudante Ada, realizamos algumas investigações com a família e por meio do levantamento da documentação presente na secretaria da escola. Foi identificado que a estudante foi diagnosticada com DI por conta de não “acompanhar” a turma e ficar sempre quieta e em alguns momentos dispersa. Também foi relatado momentos de agitação sem motivo da estudante.

Organizamos uma reunião/conversa com a mãe da estudante e indicamos que Ada estivesse presente. Nesse momento, a conversa seguiu entre o profissional do AEE e a genitora; foram feitas perguntas e falas direcionadas à Ada, mas sempre a genitora tomava a frente e respondia.

Para interromper esse comportamento, observamos a presença de botons de alguns animes na mochila da estudante e começamos a perguntar sobre os animes, como a mãe não tinha elementos para responder aquelas indagações, a estudante iniciou um diálogo com o profissional do AEE.

## **O início dos acompanhamentos e a identificação do hiperfoco**

O primeiro atendimento ocorreu na pracinha da escola, com o objetivo de criar um vínculo com a estudante sem estar em um ambiente de sala de aula. Por meio de algumas perguntas iniciais, uma espécie de entrevista para levantar informações sobre a estudante, percebemos que ela não gosta de abraços, não consegue ficar em ambientes com muitas pessoas e não suporta barulhos.

Ainda na conversa com a estudante, foi relatado por ela o gosto por jogos de videogame e um direcionamento para a área de tecnologia. Ela mostrou vários jogos instalados no seu aparelho celular e relatou outros que tem e faz uso em casa por meio de um console de videogame.

## O desenvolvimento do pensamento computacional

Diante do perfil da estudante (diagnóstico de DI e hipótese diagnóstica de TEA) organizamos algumas ações direcionadas para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para que ela consiga acessar os conceitos abordados em sala de aula pelo(a) professor(a) regente. No entanto, fomos além, utilizamos a área de interesse da estudante para que essas habilidades fossem desenvolvidas por meio do processo de construção de jogos digitais com o uso da plataforma Scratch.

### As ações realizadas

Os atendimentos complementares à estudante ocorreram no turno contrário às aulas regulares. O primeiro atendimento ocorreu no dia 26 de março de 2024.

Os atendimentos iniciais tiveram como objetivo a identificação da organização do pensamento da estudante. Assim, apresentamos um quebra-cabeça dinâmico chamado Cilada:

**Figura 2:** Jogo Cilada montado pela estudante



**Fonte:** Presente Pesquisa, 2024.

A estudante conseguiu montá-lo duas vezes, antes da desmontagem, foi solicitado para que ela organizasse uma forma de explicar para uma pessoa o passo a passo para resolver esse quebra-cabeça. Desse modo, ela conseguiu perceber que cada peça possui uma letra que varia de A a N; assim, ela indicou por escrito o posicionamento e a letra da peça utilizada, criando uma espécie de tutorial para a resolução proposta.

Ainda na exploração de ações utilizando atividades sem o uso do computador, foi apresentada a atividade intitulada AlgoZumbi disponível no site Computacional Educação em Computação ([www.computacional.com.br](http://www.computacional.com.br), acesso em 22 mar. 2024). A

atividade consiste em criar um conjunto de passos a partir de *cards*, que indicam a movimentação da personagem escolhida, com o objetivo de cumprir determinadas missões, como pegar uma chave e abrir a porta para fugir.

Após essa abordagem inicial, apresentamos o Scratch para a estudante, abordando os itens: tela inicial, localização dos comandos, mudança de fantasias, inserção de sons e outros.

O Scratch foi utilizado para explorar o Pensamento Computacional – PC, de modo que, a cada novo comando que era apresentado, a estudante realizava uma tarefa indicada para a assimilação de um dos pilares do PC: decomposição, reconhecimento de padrão, abstração e algoritmo.

Os atendimentos complementares do 1º semestre letivo finalizaram com a construção de uma atividade que envolveu a criação de um jogo de perguntas e respostas com *output* lógico, utilizando *leds* e uma placa de Arduino.

## Discussão de dados

Foi possível identificar a assimilação das estruturas lógicas pela estudante, principalmente no início quando utilizamos atividades impressas direcionadas para esse fim. Assim, destacamos que ocorreu o desenvolvimento do pensamento computacional. Wing (2008, p. 3717) define o pensamento computacional, pontuando que “é um tipo de pensamento analítico. Ele compartilha com o pensamento matemático as maneiras gerais pelas quais podemos abordar a solução de um problema”. Conforme ilustramos na Figura 3, a estudante considerou todas as condições necessárias para movimentar o personagem presente no jogo.

**Figura 3:** Organização dos comandos pela estudante



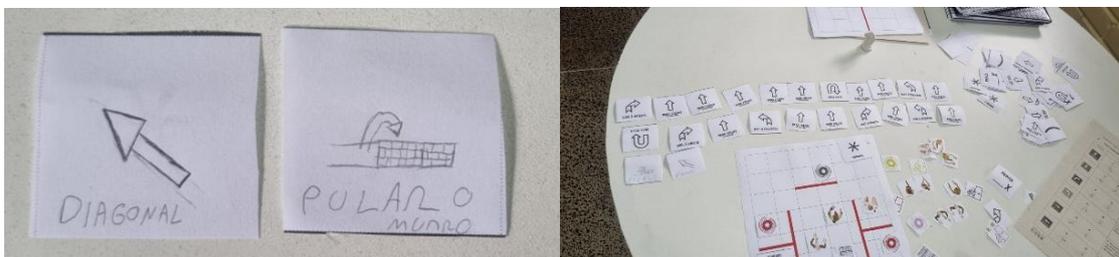
Fonte: presente pesquisa, 2024.

É possível perceber a organização da estudante, na Figura 3, os comandos utilizados (frente, direita, esquerda e outros) estão todos alinhados e indicando corretamente a sequência construída para a movimentação da personagem no jogo.

Aqui, a estudante construiu um conjunto de passos estruturados necessários para a movimentação e sobrevivência da personagem. Em um certo momento, ela disse: “*é possível fazer a mulher andar na diagonal? E pular, ela pula?*” (Estudante Ada, 09 abr. 2024).

Foi então que ela construiu esses dois comandos, conforme apresentado na Figura 4.

**Figura 4:** Criação dos comandos pela estudante



**Fonte:** presente pesquisa, 2024.

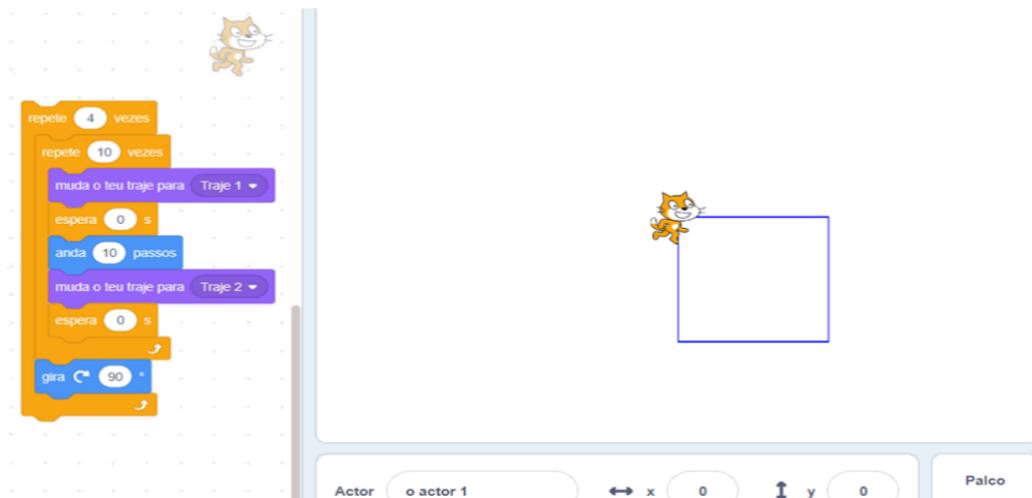
Os comandos foram descritos pela estudante e incorporados ao jogo; assim, o objetivo foi atingido de forma rápida, pois os dois comandos encurtavam caminhos e facilitavam a sobrevivência da personagem.

A compreensão da estrutura dos comandos possibilitou uma forma de “comunicação” da estudante com a atividade e do docente/pesquisador com a estudante. Vygotsky (1995) enfatiza que todas as pessoas com desenvolvimento atípico devem ter acesso aos processos de mediações necessários para o seu desenvolvimento. Na perspectiva educacional, as ações planejadas dos professores convergem para a mediação indicada pelo autor.

Com esse conjunto de atividades envolvendo a construção de algoritmos, a estudante passou a compreender algumas estruturas características da computação, essencialmente as estruturas de repetição e estruturas condicionais.

Seguindo para a utilização do Scratch, em um atendimento de menos de uma hora, a estudante conseguiu utilizar as estruturas de repetição em uma atividade complexa, cujo objetivo era desenhar um quadrado de forma automática quando a bandeira verde fosse clicada. Veja a construção elaborada pela estudante na Figura 5.

**Figura 5:** Criação dos comandos pela estudante



Fonte: Presente Pesquisa, 2024

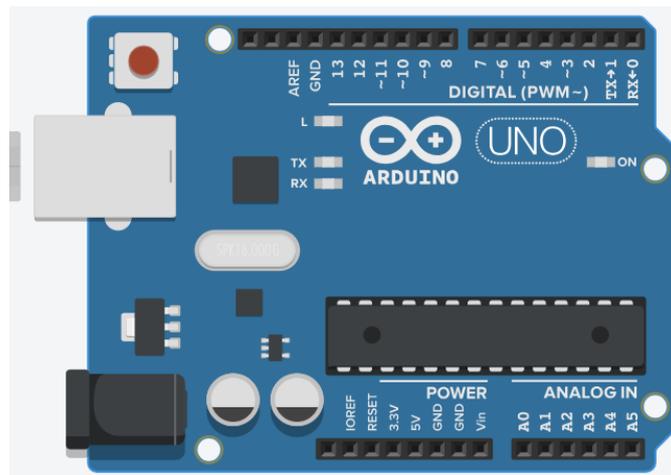
É possível identificar que a estudante fez o Scratch Cat (personagem) se mover 10 passos 10 vezes (10x10), ou seja ele se movimentou 100 unidades e, em seguida, girou para direita 90°. Depois ela repetiu isso 4 vezes para formar o quadrado.

Durante a construção, a estudante foi indagada sobre como ela sabia que tinha construído um quadrado, ela explicou que: “*eu coloquei o gato no ponto 0, 0, aí se ele anda 100, depois desce 100, anda mais 100 e sobe 100, fica tudo igual: um quadrado*” (Estudante Ada, 16 abr. 2024). Na construção do código, a estudante trouxe as características do quadrado (quatro lados iguais) para a programação, demonstrando, assim, outros dois pilares do PC: a decomposição e o reconhecimento de padrões.

Por fim, seguimos com a construção de projetos iniciais de robótica utilizando a placa Arduino. O Arduino é um microcontrolador que possibilita a construção de diversos projetos, sejam eles simples, como acender e apagar um *led* (lâmpada) ou mesmo automatizar uma residência inteira para ser controlada pela voz. Evans, Noble e Hochenbaum (2013) destacam que o Arduino foi concebido para ser utilizado em projetos desenvolvidos por *designers* e por estudantes de Artes. A ideia foi construir um microcontrolador que coubesse na palma da mão.

O foco não foi identificar as características do Arduino, mas, sim, compreender que é possível controlá-lo por meio de comandos utilizados no Pictoblox. Nesse momento, foi necessário substituir o Scratch pelo Pictoblox, pois esse último possibilita a conexão com o Arduino.

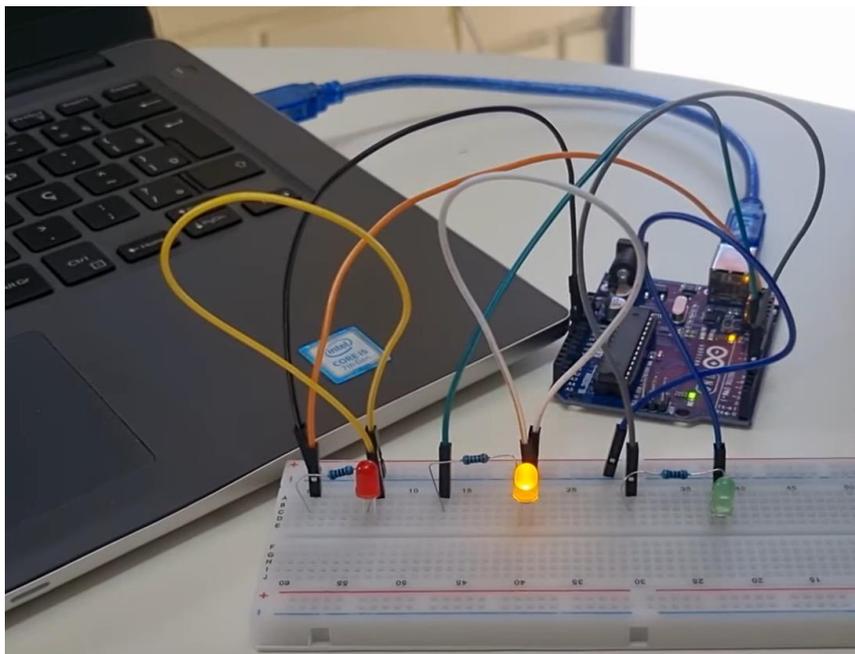
**Figura 6:** Aparência de uma placa Arduino UNO



**Fonte:** tinkercad.com, 2024.

Nesse contexto, a estudante foi motivada a construir um semáforo com o seguinte comando: cada luz deverá piscar um segundo após a outra apagar. Uma mostra do projeto construído pela estudante é apresentada na Figura 7.

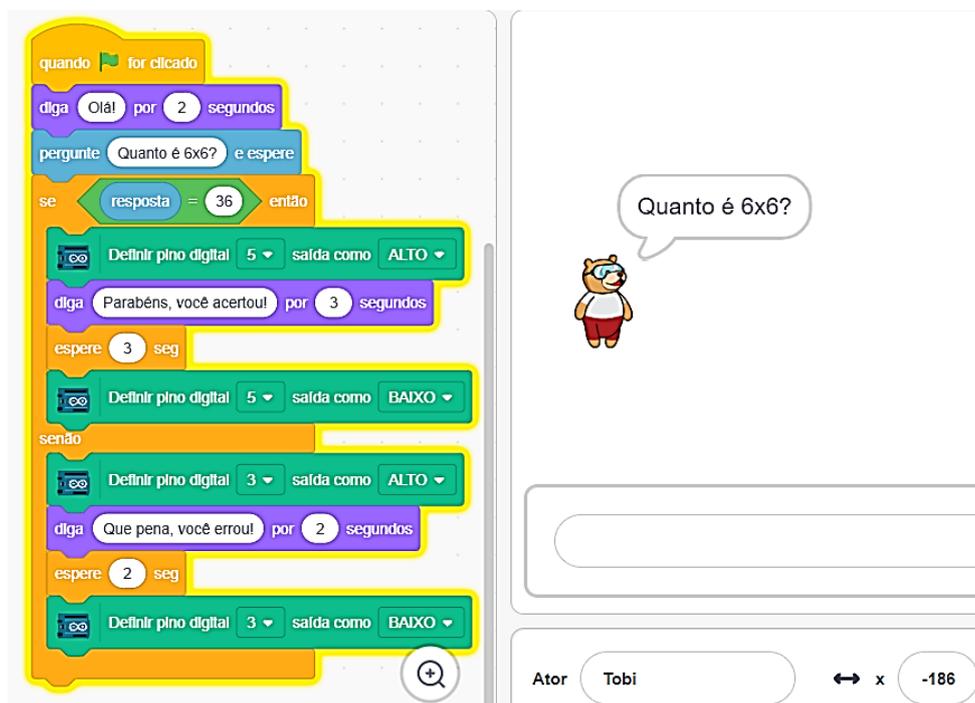
**Figura 7:** Montagem do semáforo realizada pela estudante



**Fonte:** Presente Pesquisa, 2024.

Como último projeto do semestre, a estudante organizou um código que pergunta uma operação matemática e a resposta precisa ser digitada no teclado; caso ocorra o acerto, a personagem fala que ocorreu o acerto e a luz verde acende e, caso ocorra o erro, o participante é informado sobre o erro e a luz vermelha acende, conforme apresentado na Figura 8.

**Figura 8:** Construção do Jogo Pergunta e Resposta



Fonte: Presente Pesquisa, 2024.

No código, é possível perceber a utilização de uma estrutura que condiciona a resposta digitada pelo jogador, ou seja, se o jogador digitar o número 36, o jogo vai seguir indicando que ele acertou e o LED verde (que está conectado ao pino 5 do Arduino) acenderá. Agora, se o jogador digitar qualquer outro valor ou tipo de resposta, será apresentado que o jogador errou e o LED vermelho (que está conectado ao pino 3 do Arduino) acenderá.

Esse projeto demonstra que o PC da estudante evoluiu de forma significativa, pois ela consegue associar as estruturas características da programação com a elaboração do código e da montagem do circuito.

## Considerações finais

As ações realizadas, ao longo dos acompanhamentos ofertados pelo pesquisador no AEE, seguiram uma estrutura que possibilitou, de forma cadenciada, a compreensão das atividades relacionadas com o pensamento computacional desplugado, enfatizando, assim, os pilares do pensamento computacional.

Considerar as especificidades da estudante em relação ao transtorno do espectro autista trouxe resultados que possibilitaram a realização dos acompanhamentos por

compreender as barreiras apresentadas inicialmente, que evidenciaram as dificuldades de comunicação e interação social, características das pessoas com transtorno do espectro autista.

Desse modo, a mediação ocorreu a partir da interação da estudante com as atividades propostas e com o docente/pesquisador que, por meio da linguagem de programação utilizada, conseguiu construir um diálogo e estabelecer situações-problema que acrescentaram níveis de complexidade às ações propostas. Assim, a estudante partiu de um conjunto de ações pré-definidas nas atividades impressas para a prototipagem de um jogo de perguntas e respostas, utilizando o Arduino.

## Referências

- CARDANO, M. **Manual de pesquisa qualitativa**. A contribuição da teoria da argumentação. Tradução: Elisabeth da Rosa Conill. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes. 2017.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM 5 TR**. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.764**, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos de Pessoas com autismo do Espectro Autista. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm) . Acesso em: 05 fev. 2025.
- EVANS, M; NOBLE, J; HOCHENBAUM, J. **Arduino em ação**. São Paulo: Novatec Editora, 2013.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Artmed editora. 2008.
- FUNDAÇÃO SCRATCH. **Sobre o Scratch**. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- MARJI, M. **Aprenda a programar com o Scratch: uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática**. Tradução Lúcia Kinoshita. São Paulo: Editora Novatec Ltda, 2014.
- MINAYO, M. Introdução. In: MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (Org.). **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de Programas Sociais**. Rio de Janeiro: Fiocruz. p. 19-51. 2015.
- WING, J. M. Pensamento Computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1-10, mai./ago. 2016.
- VYGOTSKY, L. S. **Historia del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores**. In: Lev S. Vygotski. Obras Escogidas. Tomo III. Madri: Visor/MEC. 1995.
- VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Obras Escogidas**. Tomo V. Fundamentos de Defectología. Tradução de Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor, 1931[1997].

## 2- Educação tecnológica: do *design thinking* à construção de um carrinho automatizado

---

*Ludmilla Lourenço da Silva*

*Daniel da Silveira Guimarães*

*Fernando da Costa Barbosa*

*Deive Barbosa Alves*

### **Introdução**

Os alunos chegam à escola trazendo em sua bagagem vários conhecimentos tecnológicos, que construíram fora do ambiente escolar convencional e que são observados no seu dia a dia, sendo estes saberes muitas vezes inconsistentes e diferentes daqueles elaborados cientificamente. Os saberes prévios, estão na maioria das vezes vinculados a conhecimentos do senso comum, o qual adota visões transitórias do funcionamento de importantes aspectos que rondam o universo de cada indivíduo; porém são de extrema importância para a consolidação de determinado conceito científico, pois é a base onde são ancorados os conceitos que possibilitam a autonomia do indivíduo na compreensão e comunicação com a sociedade em que vive, dialogando com os diversos aspectos das ciências. O desenvolvimento deste projeto procura fazer com que o aluno se torne parte do processo de construção do conhecimento, utilizando-o de forma criativa no seu dia a dia.

O processo de ensino-aprendizagem mostra-se ser elaborado e complexo devido a construção e ao tecnicismo das linhas pedagógicas, no entanto, é possível extrair algo que todas as linhas compartilham, que é a necessidade de interação com o mundo, principalmente com outros indivíduos, os quais podem assumir um importante aspecto no processo de aprendizagem, tornando-o, ou não, significativo. Como aborda Vygotsky, o sucesso da aprendizagem garante ao indivíduo a capacidade de se reconhecer,

reproduzir e compreender o funcionamento da sua existência com outros seres, coisas e mecanismos que permeiam seu universo (Vygotsky, 2007).

É ampla a quantidade de formas metodológicas existentes na prática do ensino, vista a dinamicidade que esse processo carrega. É preciso, cautelosamente, analisar essas formas ao ponto de selecionar aqueles que tornam mais humano, reflexivo e identitário na construção do conhecimento do ser pelo próprio ser; aqueles que visam uma maior exploração dos aspectos fundamentais do aprimoramento da racionalidade, sendo eles a criatividade e a imaginação. A importância disto pode ser evidenciada no artigo publicado pelo físico Richard Feynman em uma visita ao Brasil, quando ministrou uma série de cursos e palestras com temas vinculados ao ensino. Ele relata que ao ministrar aulas sobre determinados assuntos e os vincular a cenários do dia a dia dos alunos eles não eram capazes de responder aos questionamentos do professor, enquanto ao abordar de forma técnica, com questões diretas que utilizava apenas a aplicação do formalismo matemático da física, os alunos reproduziam respostas semelhantes às do livro didático. “Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer” (Feynman, apud Claudia Bentes, 2000). Observa-se que desde então o processo de ensino das disciplinas de exatas no Brasil não obteve mudanças significativas, além de estimular os alunos a apenas memorizar o conteúdo, ao invés de intrinsecamente pensar e reconhecer os fenômenos da Natureza estudados por disciplinas como a Matemática e Física.

A experimentação no ensino básico vem sendo intensamente debatida entre pesquisadores da área educacional nas últimas décadas, e geralmente é apontada como um recurso importante no desenvolvimento de saberes conceituais procedimentais e atitudinais (Galiazzi et al, 2001). Na educação básica, deparamo-nos com professores de Matemática com dificuldades em construir o conhecimento de forma contextualizada, funcional e prazerosa, em suas salas de aula. Disciplinas como Matemática, Física e Química são tidas como complexas de serem lecionadas, devido a não assimilação dos conceitos no decorrer do processo de formação dos professores, por consequência, gerando o desinteresse dos educandos e dificuldade na aprendizagem dos conteúdos.

É de grande dificuldade para o professor munido apenas de aulas expositivas, ensinar conceitos matemáticos, uma vez que esses conceitos exigem cada vez mais do professor enquanto aulas dinâmicas e criativas tem a capacidade de despertar o interesse dos alunos. Além disso, mesmo o aluno aprendendo tais disciplinas no âmbito escolar, ele

não consegue correlacionar o conhecimento assimilado à sua própria realidade, o que dificulta a aprendizagem do conteúdo e gera o desinteresse pelos conceitos apresentados. Desta forma, surge a dúvida, de como podemos construir alternativas metodológicas com tecnologias digitais para ensinar Matemática e Física?

Logo, a apresentação de projetos de ensino que empregam tecnologia mostram-se favoráveis visto o avanço tecnológico que a sociedade está inserida, e ao consumo digital e tecnológico cada vez mais precoce por parte dos alunos. Dessa forma, o uso de tecnologia em sala de aula se mostra uma ferramenta eficaz ao processo cognitivo e motor por parte dos alunos, além de ser uma oportuna ferramenta a ser usada para convencer aqueles educadores que por vezes se mostram arraigados ao ensino tecnicista e tradicional, mostrando-os resultados plausíveis. Dentre as ferramentas tecnológicas existentes que podem ser aplicadas em sala de aula, destaca-se a robótica livre.

Na atualidade, uma forma inusitada de utilização da tecnologia em processos educativos emergiu a partir da disseminação da “cultura *maker*”. *Maker* é um termo que remete a um conjunto de comportamentos e ferramentas que possibilitam o desenvolvimento de seus próprios produtos a um indivíduo, sendo uma extensão tecnológica e técnica do DIY (*do it yourself*) conhecido como “Faça você mesmo”. Essa cultura parte do pressuposto que pessoas comuns podem construir, consertar, modificar e fabricar objetos e projetos, munindo-os de uma ideia e desenvolvendo-a com as próprias mãos.

O “*Maker*” aborda a tecnologia de forma a possibilitar que os estudantes se apropriem de determinadas técnicas que o permitam se tornar produtor de tecnologia e não apenas consumidor. Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento. (Raabe e Gomes, 2018, p. 7)

As atividades “*Maker*” se fundamentam na abordagem Construcionista, que enaltece o protagonismo e o envolvimento dos estudantes em projetos que envolvam a criação de algum objeto que possa ser socializado. A aprendizagem depende de aspectos afetivos e vivências de situações significativas que assimilamos, assim conseguindo utilizar em outros aprendizados. (Papert, 1985).

Podemos dizer que em paralelo temos o *Design Thinking*, que pode ser definido como “pensamento de design”, ou seja, a forma como os designers abordam problemas,

geram e aprimoram ideias para, então, efetivar soluções. O *Design Thinking* sempre esteve presente em outras áreas, como suporte a médicos, engenheiros, programadores e outros profissionais para desenvolver produtos e processos. Em resumo, o *Design Thinking* busca a resolução de problemas utilizando a aprendizagem investigativa e de maneira colaborativa, desenvolvendo a empatia. O processo de *Design Thinking* se fortalece na composição de grupos de trabalho heterogêneos e diversos. Isso permite que variados pontos de vista sejam incorporados com agilidade às ideias trabalhadas.

Todo processo de *Design Thinking* tem como base alguns princípios que fazem da sua abordagem uma ferramenta poderosa para fomentar a inovação. Sendo eles:

**Empatia** – Ser humano no centro do processo de inovação. Me colocar no lugar do outro que está envolvido no problema e co-criar, com eles as soluções.

**Otimismo** – Rompimento da lente do pessimismo e visão de um mundo de possibilidade.

**Colaboração** – Múltiplas percepções ajudam a entender melhor o que se quer resolver e dessa diversidade emergem soluções mais significativas.

**Criatividade** – Liberdade de errar, aprender com o erro e mudar a estratégia a qualquer momento.

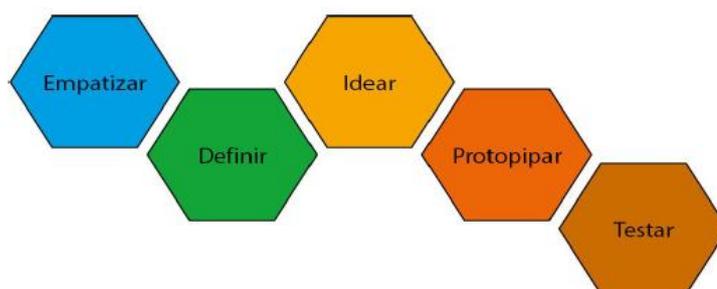
O *Design Thinking* permite uma inovação e vai além da necessidade de se produzir, pois é assertivo a ponto de interagir diretamente na vida do consumidor, podendo prever certos comportamentos futuros, agregando valor ao negócio. Os *designers thinkers* baseiam-se em observações e pesquisas permitindo a descobertas de padrões, além de possibilitar a sintetização de novas ideias, convertendo problemas em oportunidades. (Brown, 2010).

A multidisciplinaridade e a colaboração de pensamentos e processos são abordagens do *Design Thinking*. Esse, tem como foco o bem-estar das pessoas, e através de pesquisas relacionadas a fatores que inibem esse bem-estar, procuram alternativas e soluções para os problemas encontrados. (Vianna *et al.*, 2012).

Mais do que um instrumento para resolução de problemas, o *Design Thinking* pode ser visto como um processo centrado nas pessoas, as quais buscam aprimorá-lo para pensarem juntas em desafios cotidianos de forma a sobrepuja-los. Por essa razão a abordagem se mostra eficaz na superação do cenário atual da educação.

A principal responsável por disseminar o *Design Thinking* foi a empresa americana IDEO, devido a forma que sintetizaram o processo permitindo sua aplicação em diversos contextos. David Kelley, um dos fundadores da IDEO, fundador também da escola *Hasso Plattner Institute of Design*, da *Stanford University*, também chamada de d.school – um laboratório de design, apresentou a síntese do processo de design para ser vivenciada na d.school.

**Figura 1:** Etapas do *Design Thinking* segundo a d.school (Stanford University).



**Fonte:** Bacich et al (2018)

Tais etapas não são necessariamente lineares, há a flexibilidade de retomar alguma etapa para aprofundamento ou validação. Sendo elas:

**Empatizar** – Consiste em compreender o universo temático ao qual o problema está imerso. É necessário o entendimento da realidade.

**Definição** – Envolve a interpretação dos dados coletados na primeira etapa. Momento de analisar e categorizar os dados para definir o desafio a ser solucionado.

**Ideação** – Consiste em gerar e refinar ideias. Importante munir de processos para gerar ideias. A construção coletiva é o que permitirá o surgimento de ideias ainda não pensadas. Após a geração de ideias, é preciso definir a que será levada adiante.

**Prototipação** – Etapa a qual as ideias são colocadas de forma prática, momento de criar o primeiro modelo, a primeira versão de algo, de caráter experimental.

**Teste** – Com o protótipo validado, é necessário planejar a implementação da ideia. O acompanhamento da solução visa a identificar se os resultados esperados estão se concretizando.

## Desenvolvimento

Nessa perspectiva, tanto o *Design Thinking* quanto a *Cultura Maker* se encaixam dentro da metodologia baseada em projetos, e se envolvem com a solução criativa de problemas, sendo assim, a confecção de um artefato em sala de aula se torna promissora na busca de novos conhecimentos. Dessa forma, a presente sequência didática sugere a interdisciplinaridade, tratando de uma abordagem voltada para a inclusão, o que culminou em uma geração de uma situação problema: “Como uma pessoa com dificuldade de mobilidade conseguiria conduzir suas compras?”. Um tema interdisciplinar e de situação corriqueira do dia a dia. A partir da criação da situação problema, surge a necessidade de um projeto que culmine em um resultado eficaz, sugere-se então a montagem de um carrinho que carrega carga, visando sanar a situação problema e conseqüentemente analisar conceitos físicos e matemáticos.

A proposta do projeto, juntamente a aulas ministradas a turmas de 9º ano, trabalhou conteúdos matemáticos como: Geometria Plana, Geometria Espacial, Cinemática, Leis de Newton, Unidades de Medidas. Para tanto, empregou o *Design Thinking* em uma proposta da robótica e cultura maker, para criação de um carrinho movimentado por um módulo Bluetooth, capaz de carregar carga, utilizando de recursos da Matemática e da Física para a construção e utilização do mesmo.

Espera-se que ao final do projeto, o aluno consiga mediar as etapas do *Design Thinking* para obter uma proposta de produto, e através dos recursos da Matemática e da Física construir, programar, e manusear o carrinho de forma a conduzir o mesmo por estabelecidas trajetórias. Compreender assim conceitos de Geometria, Cinemática, Leis de Newton, e Unidades de medidas, em um total de 14 aulas.

Os conhecimentos prévios são trabalhados no decorrer das etapas do *Design Thinking*, visto que o processo do mesmo exige autonomia dos estudantes e trabalho em equipe, onde cada aluno utiliza sua vivência para contribuição no processo de criação. O professor no decorrer das etapas instrui os alunos alguns conceitos como: Cálculo de volume; Cálculo de área; Elementos do círculo e circunferência; Torque; Força peso; Velocidade média e Unidades de medidas.

A partir da apresentação do projeto e de uma situação problema, os grupos devem seguir os passos propostos do *Design Thinking* para criação e prototipação de um produto. Os recursos e materiais necessários serão: Computadores com acesso à internet; Arduino

uno; Ponte H L298N; Módulo Bluetooth HC05; Jumpers ou fio; Bateria 9V; Suporte para bateria 9V; Motor Dc; Sucata diversas; Fita isolante; Papel e lápis.

O quantitativo de aulas sugerido nesta Sequência Didática é apenas uma estimativa, podendo variar de acordo com o desempenho, dificuldade e problemas enfrentados pelos estudantes. As aulas são baseadas nas etapas do *Design Thinking* e por ser um processo não linear, por vezes haverá a necessidade de retomar uma etapa anterior o que pode vir a gerar a necessidade de mais aulas.

Inicialmente, é importante apresentar aos alunos as regras de boa conduta para a prática de robótica. Tais regras são fundamentais para o desenvolvimento das atividades, pois são realizadas em grupo e há manipulação de objetos pequenos, eletrônicos sensíveis e ferramentas que podem vir a gerar acidentes. A seguir as regras, que são mais que orientações de segurança e conduta em sala, mas uma filosofia de trabalho coletiva/colaborativa:

- Tome cuidado com os equipamentos eletrônicos. Pois, muitos são pequenos e outros são sensíveis;
- Toda atividade que envolve certo grau de periculosidade exigirá obrigatoriamente a utilização de EPIs adequados (luvas, óculos, máscaras, jalecos etc.);
- Zelar pela conservação do espaço, bem como de seus utensílios e equipamentos;
- O respeito mútuo entre os integrantes do grupo é o que permite a manutenção de um ambiente saudável e amigável;
- Tenha em mente que, mais do que seu desenvolvimento individual, está em jogo a performance da equipe.
- Lidar com as críticas de maneira construtiva. Utilizar a crítica para crescer, observando pontos que precisam ser melhorados para que você e seu grupo cresçam e se tornem cada vez mais qualificados.
- Antes de deixar a sala:
  1. organize o espaço;
  2. Desligue os computadores;

- Em caso de dúvida sempre consulte o professor (ou monitor) presente na aula.

Essas são regras mínimas que podem sofrer alteração à vontade da equipe que conduz as atividades, mas sua aplicação é de extrema importância, pois garantem bom andamento das atividades.

A partir desta etapa, é introduzido o *Design Thinking* aos estudantes. O que é? Qual a finalidade? É importante ressaltar que o objetivo dessa estratégia é aplicar em outros segmentos a metodologia de criação utilizada pelos designers. Ou seja, tratar a busca de uma solução privilegiando a prática humana e partindo de uma perspectiva cognitiva.

Os cinco passos do *Design Thinking* devem ser introduzidos e analisados, bem como a estrutura das aulas, a qual acontecerá de acordo com os cinco passos citados. É de suma importância que os estudantes compreendam a estrutura dos cinco passos para o bom desempenho do projeto, bem como o intuito final do projeto, que é a criação de um produto.

Os estudantes nesta etapa devem ser organizados em equipes, estas permanecerão sem alteração nas próximas etapas do desenvolvimento do projeto. É importante que os estudantes tenham autonomia durante a divisão de equipes para um bom desempenho da comunicação ao longo do processo.

## **Empatizar**

O início do processo de *Design Thinking* tem como foco treinar o olhar dos participantes a: enxergar problemas que podem ser solucionados, descobrir como entendê-los e definir os próximos passos da equipe a partir do que foi levantado. Mesmo em cenários em que o problema é conhecido de antemão, é preciso questionar os pressupostos trazidos pela formulação inicial do desafio, abrindo espaço para que a equipe investigue livremente o contexto em que ele se insere.

Como o próprio nome diz, a etapa da empatia consiste em conhecer mais a fundo o público-alvo do problema/solução e entender como é sua rotina cotidiana, se o problema faz sentido para o grupo, e o que eles pensam sobre o tema que envolve o problema. A empatia é o momento de recolher informações fundamentais que servirão de base para a solução.

Nesta etapa o professor trabalhará com os alunos a sensibilização sobre a empatia. É importante sinalizar aos estudantes que se envolver na realidade implica em buscar

soluções efetivas para o problema, de forma que o público-alvo se reconheça nelas. Indica-se que a etapa da empatia seja organizada com os seguintes parâmetros:

- Quem é o público-alvo envolvido no problema, ou seja, aquele que vai utilizar a solução no dia a dia?
- Pesquisar artigos, reportagens, notícias sobre pessoas com posicionamentos face o problema.
- Registrar sua pesquisa utilizando o *Jamboard*.

*Jamboard* é um quadro interativo desenvolvido pelo Google, como parte da família “G Suite”. É um quadro branco digital colaborativo que pode ser editado e compartilhado com estudantes nas aulas presenciais e a distância. O aplicativo funciona com computadores, tablets e smartphones. Cada quadro é chamado de Jam. O aplicativo permite que as pessoas ingressem em uma tela existente ou abram um novo Jam para começar uma apresentação do zero.

## **Atividade 1**

Após os estudantes compreenderem como se dá o momento da "Empatia", é o momento em que cada grupo trabalhará os parâmetros citados na 3ª etapa. Essa etapa consiste em os alunos analisarem a seguinte situação problema: **“Como uma pessoa com dificuldade de mobilidade conseguiria conduzir suas compras?”**.

Os grupos devem realizar pesquisas envolvendo a situação problema de acordo com a etapa 3, e relatar sua pesquisa em um Jam criado pelo professor. Dessa forma as pesquisas estarão armazenadas para uma análise futura, e os demais grupos poderão acompanhar o desempenho dos demais.

## **Definir**

Com a proposta de três aulas, envolve a interpretação dos dados coletados na primeira etapa. Momento de analisar e categorizar os dados para definir o desafio a ser solucionado. A fase de empatizar, é um momento de imersão e dá origem a uma enorme quantidade de material. Mas nem tudo pode ser aproveitado.

É feita uma análise e organização lógica e racional dos *insights* (a compreensão de uma causa e efeito específicos dentro de um contexto particular) gerados na etapa de

Empatia, identificando padrões e categorizando as ideias. A observação desses padrões ajuda a enxergar melhor a questão e observar novas possibilidades. A representação gráfica de todo esse material (com diagramas, gráficos e mapas conceituais) ajudam a visualizar melhor o problema.

A partir daí, os insights são filtrados e o projeto começa a ganhar forma, com a definição de público-alvo e de uma linha de trabalho. É previsível que haja pontos de vista diferentes, visto que o trabalho é feito de maneira multidisciplinar.

## **Atividade 2**

Os grupos irão apresentar as pesquisas realizadas na aula anterior utilizando o Jamboard e debater os desafios do público-alvo. Após as apresentações, supõe-se que os grupos tenham novos pontos de vistas para os *insights*, surge então a necessidade de aprimorar a pesquisa. Nesse ponto, os grupos irão reorganizar as pesquisas, criando gráficos, tabelas e/ou mapas conceituais em um novo Jam criado pelo professor. Nessa atividade é importante que o professor auxiliar os estudantes com a criação de gráficos e tabelas, auxiliando na manipulação de dados numéricos para uma apresentação de um gráfico ou tabela bem organizado e de fácil entendimento.

## **Atividade 3**

Após a criação de artefatos com dados numéricos e estatísticos, surge a necessidade de uma nova apresentação dos grupos para uma nova análise da turma. Após a nova apresentação, estima-se que os grupos já possuem ideias e conceitos mais elaborados, podendo assim definir o público alvo com propriedade dentro da pergunta norteadora. Vale ressaltar que uma turma de estudantes é composta por estudantes heterogêneos, logo cada grupo tem um público alvo distinto com base nas pesquisas realizadas com foco na autonomia do estudante. Sugere-se então nesta atividade que os grupos incrementem o Jam com uma página voltada para o seu público alvo. Alguns questionamentos auxiliam os estudantes a definirem o público alvo.

- Qual a maior dor (problema, sofrimento) do seu público alvo?
- Quais desejos do seu público alvo?
- Quais as dificuldades do seu público alvo?
- Qual a idade?
- Quais soluções o seu público alvo busca?

## Idear

Nesta fase, pode ser realizada com duas aulas. A ideação é a etapa em que, depois de analisar tudo o que aprendeu até aqui, pode-se começar a desenhar algumas soluções. Num primeiro momento, deve-se fomentar a criatividade e a inovação, sem se preocupar com a viabilidade da solução no mundo real. A questão da viabilidade será pertinente no momento da prototipação que será levada adiante.

O *Brainwriting* (técnica de geração de ideias na qual os participantes escrevem suas ideias sobre uma questão específica por alguns minutos, sem falar) é uma etapa que consiste em, individualmente, cada pessoa do grupo pensar em possíveis soluções criativas e inovadoras para solucionar o problema em que estão imersos.

### Atividade 4

Com o tema proposto anteriormente “Como uma pessoa com dificuldade de mobilidade conseguiria conduzir suas compras?”, e a criação do público-alvo anteriormente, os estudantes irão realizar o *Brainwriting*, para a ideação de criação de um carrinho que poderia solucionar o problema em questão. Esta atividade pode ser realizada utilizando papéis adesivos com ideias a serem coladas no quadro. Após essa colaboração, o grupo pode debater sobre as ideias.

### Atividade 5:

Ao final do debate a respeito da etapa de *Brainwriting*, os grupos irão definir uma ideia final. Cada grupo, irá realizar o planejamento escrito e estrutural do carrinho, realizar o esboço da estrutura, fazer análise de gastos e analisar os materiais a serem utilizados para prever a quantidade de carga que o carrinho suporta. O preenchimento do projeto é de suma importância para uma análise posterior do experimento pronto. Alguns questionamentos devem ser expressos no planejamento proposto por cada grupo:

**Quadro 1:** Questionário proposto para atividade 5

Questionamentos	Conteúdos Explorados nos Questionamentos
Qual o formato proposto para o carrinho?	Aerodinâmica
Qual o melhor material para confecção do carrinho visando a massa e a resistência do mesmo?	Reconhecer as características de diferentes materiais no cotidiano. Identificar processos que interfiram na resistência do material a partir de pesquisas. Além de compreender conceitos de “peso” e “massa”.

Quais as dimensões do carrinho? Qual melhor formato para o compartimento a qual pode-se colocar carga?	Unidade de medidas e volume; largura, altura, profundidade, comprimento.
Quais as dimensões das rodas do carrinho? Rodas maiores fazem com que o carrinho ande mais rápido?	Circunferência, raio, diâmetro, rotações, velocidade e aceleração.
Qual material da roda para evitar que ela deslize na superfície de contato?	Atrito.
Quantas rodinhas são necessárias para o formato de carrinho escolhido?	Atrito, massa, peso, centro de massa e aerodinâmica.
Como o carrinho tem o propósito de suportar uma determinada carga. Qual o volume da caçamba do carrinho? E como calculá-lo?	Volume, formas Geométricas
Qual tipo de engrenagem é necessário para o carro andar mais devagar e suportar mais carga?	Torque, função linear, proporcionalidade, força, velocidade.

**Fonte:** do autor

## Prototipar

Nesta etapa sugere cinco aulas, a depender dos fatores que acontecem durante as etapas anteriores. A ideia do protótipo consiste em produzir um Mínimo Produto Viável, conhecido pela sigla MVP. A partir das ideias geradas na etapa anterior, é criada uma versão simples do produto, sem gastar muitos recursos, em um período de testes.

O protótipo serve para sentir como a solução se comporta na prática. Visando reconhecer se realmente atende as necessidades do consumidor final.

Nessa etapa, os estudantes terão contato com eletrônicos e suas funções. O carrinho é movido através de uma placa Arduino UNO. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* que se baseia em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, *designers*, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. Para esse projeto, o módulo bluetooth será utilizado para estabelecer a conexão entre o carrinho e o celular que irá controlá-lo. Dessa forma, não será necessário utilizar ao máximo as funcionalidades bluetooth do chip, uma vez que o fluxo de dados se resume a pequenas mensagens seriais de controle. A conexão entre a placa e o aparelho celular é dada a partir do momento em que os dois dispositivos estão pareados.

O micro controlador é programado com a linguagem de programação Arduino e os projetos desenvolvidos com o mesmo podem ser autônomos ou podem comunicar-se

com um computador para realização da tarefa, com uso de software específico, como no caso deste projeto, onde se utiliza um aplicativo de celular denominado “*Bluetooth RC Car*” utilizado para Android apenas, o sistema IOS ainda não permite aplicativos semelhante para conexão com bluetooth.

O *Bluetooth RC Car* é muito útil e de fácil utilização, possui uma interface com todos os controles do carro, principalmente controle de direção, porém, também fornece suporte ao controle de faróis, buzina e até de velocidade (o que não se aplica a este projeto). Neste projeto, utilizaremos apenas os direcionais.

Além do Arduino e o software “*Bluetooth RC Car*” este projeto utiliza outros componentes de mesma importância para o seu funcionamento, sendo eles: Módulo Bluetooth HC-05 e uma Ponte H L298N. O Módulo Bluetooth HC-05 é um módulo para a comunicação sem fio via Bluetooth de forma fácil e rápida, enviando informações em tempo real para outros dispositivos.

O módulo Ponte H é um dispositivo que facilita a utilização dos motores. Com ele pode-se controlar facilmente os motores, manipulando, inclusive, o sentido de rotação de cada um deles. Além dos componentes já mencionados, é utilizado 4 motores DC 3-6V com redução. Neste projeto é importante manter a caixa de redução pois o intuito do projeto é um carrinho que suporte carregar carga, e não um carrinho que tenha velocidade elevada.

## **Atividade 6**

Com o projeto escrito e esboçado pelo grupo de estudantes. Inicia-se a montagem da estrutura. Cada grupo com uma determinada ideia proposta, irá desenvolver a montagem do carrinho planejado, prezando materiais de baixo custo, providenciados pelos próprios alunos. Analisando assim de forma prática a estrutura para um bom funcionamento do carrinho.

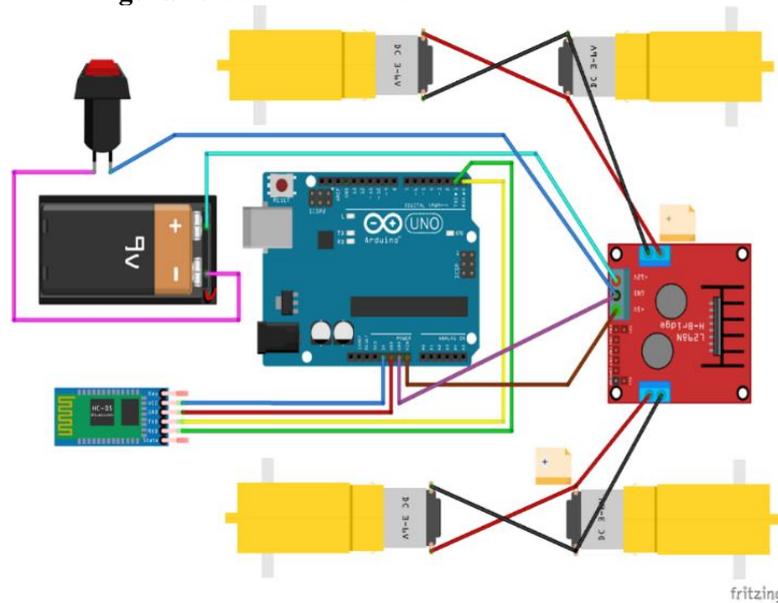
## **Atividade 7**

Munido do Arduino UNO e computador, a atividade consiste em programar o Arduino com as funções necessárias para o carrinho se movimentar, andando para frente e para trás e virando para a direita e esquerda.

## Atividade 8

Com a estrutura do carrinho pronta e o Arduino programado pelos grupos, inicia-se a montagem eletrônica do carrinho. É de suma importância que o professor ao longo da montagem, explique aos alunos a função de cada componente para que o aprendizado seja válido. Para essa atividade são necessários todos os componentes eletrônicos expostos na 6ª etapa. A montagem se dá de acordo com o diagrama a seguir:

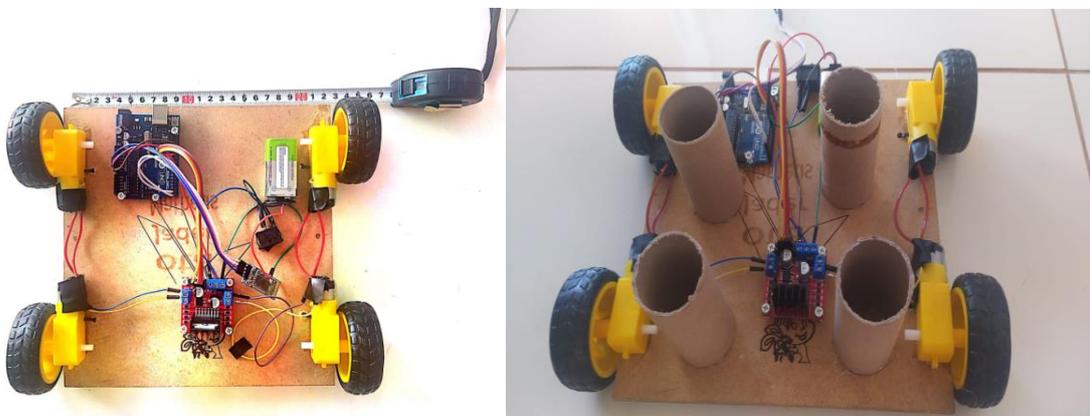
**Figura 2:** Circuito eletrônico do carrinho.



Fonte: do autor

Após a montagem da estrutura eletrônica concluída, os grupos devem acoplar o sistema eletrônico ao chassi do carrinho criado anteriormente. Além de acoplar as rodas e a estrutura responsável por colocar a carga. Finalizando assim a montagem do projeto.

**Figura 3.** Base do carrinho com os componentes eletrônicos.



Fonte: do autor

**Figura 4:** Protótipo de carrinho



**Fonte:** do autor

## Teste

Após os feedbacks oriundos da etapa de prototipação, afinal, espera-se que os estudantes passem por problemas e sejam capazes de criar soluções estratégicas para sanar os mesmos. Os participantes devem ajustar a ideia para testar a solução com um público maior e criar um mecanismo para avaliar o resultado do teste. Esperasse por volta de duas aulas.

O teste pode ser visto como uma etapa que deve validar o problema e não a solução. O foco principal não se trata de vender uma ideia. É necessário a mente aberta para aceitar possíveis erros. O teste revela que não só não temos a solução certa, mas também que não conseguimos ressignificar o problema corretamente, sendo assim talvez seja o momento de desapegar e ou talvez abandonar a ideia escolhida. Quando não conseguimos fazer isso, o pensamento do Design perde o sentido e voltamos a querer vender uma ideia ao invés de buscar uma solução para o problema, colocando em risco tudo que foi construído até o momento.

O teste é uma oportunidade nova de aprender, criar empatia por meio da observação e dos feedbacks, que podem gerar insights inesperados.

## Atividade 9

Os grupos com os carrinhos prontos irão verificar o funcionamento do mesmo. Para isso é necessário baixar o aplicativo “*Bluetooth RC Car*” no smartphone, parear com o *bluetooth*. A conexão entre a placa e o aparelho celular é dada a partir do momento em

que os dois dispositivos estão pareados. O aplicativo funciona como um controle, direcionando o movimento do carrinho. Após a verificação de funcionamento, começam-se alguns desafios propostos aos grupos.

### Quadro 2: Desafio proposto para atividade 9

Desafio para Validação de Dados
<ul style="list-style-type: none"><li>• Com uma régua ou trena, marque no chão as distâncias 0 cm, 100 cm, 200 cm e 300 cm.</li><li>• Faça o carrinho percorrer em linha reta os marcos, marcando o tempo para cada distância atingida.</li><li>• Qual a razão obtida em metros/segundo e centímetros/segundo?</li><li>• Anote os pares ordenados.</li><li>• Monte uma tabela e um gráfico.</li><li>• O que sugere o gráfico obtido?</li></ul>
O carrinho executa um movimento Uniforme ou Variado? Porque?
Ao aumentar a carga do carrinho, o que acontece com a velocidade? Porque?
Qual a aceleração do carrinho?
Qual a força executada pelo carrinho com carga máxima? E sem carga?
Qual a velocidade média do carrinho sem carga?
Qual a velocidade média do carrinho com carga?
Quantas rotações a rodinha executa em um percurso de 2 m?
Quantas rotações serão necessárias para percorrer 10 m?

Fonte: do autor

## Conclusão

A sequência apresentada permite que um professor com pouca noção de programação/robótica consiga replicá-la. Uma vez que a sequência é norteadora, também é possível ajustá-la de acordo com a necessidade de cada professor ou instituição de ensino.

A iniciativa desse projeto é propor a elaboração e montagem de um experimento que possa ajudar a promover melhoria na qualidade do processo de ensino aprendizagem, no ensejo da motivação do aluno, desde os preparativos do experimento até as discussões dos conceitos envolvidos. A aspiração vem desde o começo da montagem até o experimento funcionando.

A construção de um experimento proporciona a motivação e gera expectativas nos estudantes; proporciona à interação com os colegas, o que estimula o aprendizado em

equipe, trabalha também a maturidade emocional ao se depararem com frustrações provenientes dos erros e são, a partir daí, conduzidos a pensarem em soluções e estratégias; um dos maiores resultados parte da alegria de ver o resultado do esforço de cada um, entre outros sentimentos que contribuem para uma alfabetização científica plena e eficaz, responsável pela formação de indivíduos conscientes e críticos da sua realidade.

As habilidades e as competências tendem a ser desenvolvidas e absorvidas pelos alunos, ajudando-os na compreensão de conceitos abstratos com mais facilidade, pois aprendem a compreender, intuir, visualizar, coletar dados com a montagem e manuseio do experimento. Isso pode ajudar os estudantes a adquirirem mais familiaridade com conceitos matemáticos e físicos, preparando-os para a vida futura, fora da escola.

Essa proposta mostra-se eficaz e motivadora como estratégia para mostrar, na prática, diversos conceitos da Matemática e Física, além de inserir um pouco da tecnologia com a robótica. O objetivo é facilitar a compreensão mediante a visualização num equipamento, a fim de reforçar os conceitos que foram ou serão vistos na teoria e motivar os alunos para o estudo dos referidos temas.

## Referências

- ALMEIDA, E.; VALENTE, J. **Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais.** *Currículo sem Fronteiras*, v. 12, n. 3, p. 57-82, set./dez. 2012.
- BACICH, L. *et al.*, (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática.** Porto Alegre: Penso editora ltda, 2018. 430 p. ISBN 978-85-8429-116-8.
- BROWN, T. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- FEYNMAN, R. P. **Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!** Editora UnB. 2000.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GALIAZZI, M. C. *et al.* **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências.** *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001
- GUSTAVO NERY. **Guia definitivo de uso da Ponte H L298N.** <https://blog.eletrogate.com/>, 2020. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-definitivo-de-uso-da-ponte-h-l298n/>.
- LEÃO, D. M. M. **Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista.** *Cadernos de Pesquisa*, n.107, jul. 1999, pp.187-206.
- PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação.** São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.
- PRENSKY, M. **Digital natives, digital immigrants part 1.** *On the Horizon*, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816>. Acesso em Janeiro de 2023.

RAABE, A.; GOMES, E. B. **Makers: uma nova abordagem para tecnologia na educação.** Revista Tecnologias na Educação, Brasil, v. 10, p.08, set. 2018. Disponível em: <<https://tecedu.pro.br/ano10-numerovol26-edicao-tematica-viii/>> Acesso em Fevereiro de 2023

REY, F. L. G. **Subjetividade, Complexidade e Pesquisa em Psicologia.** 1. ed. São Paulo: Thomson, 2005.

REY, F. L. G. **Sujeito e Subjetividade:** uma aproximação histórico-cultural. Tradução de Raquel Souza Lobo Guzzo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

SANTOS, D. M. B. *et al.* **Aplicando Project-Based Learning no estudo integrado de engenharia de software, análise e projeto de sistemas e banco de dados.** Bahia, 2007. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2007. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/12/artigos/441-Hugo%20Saba%20Pereira%20Cardoso.pdf>>. Acesso em: Fevereiro de 2023.

VIANNA, M. *et al.* **Design thinking: inovação em negócios.** Rio de Janeiro: MJV, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** 6.ed. Martins Fontes. 2007.

# 3- Produção de material instrucional com Arduino para o ensino de Matemática por meio de recursos digitais

---

*Hutson Roger Silva*

*Walteno Martins Parreira Júnior*

## **Introdução**

A evolução das tecnologias, principalmente em sala de aula, possibilitou a potencialização de diferentes formas de ensinar e aprender. Com esse avanço, as preocupações com o uso das ferramentas tecnológicas foram incorporadas no contexto escolar. Assim, a produção de materiais instrucionais destinados ao uso de metodologias e processos de aprendizagens, se tornou um tópico de grande estudo para aperfeiçoamento da área (Dantas; Filgueiras; Ramos, 2017).

Sobre a definição de material instrucional, Santos (2020, p. 4) destaca que

pode-se esmiuçar esse conceito e acrescentar que esse tipo de material costuma ser desenvolvido como suporte a atividades formativas tidas como complementares a educação formal, ou seja, ele costuma ser utilizado no âmbito de treinamentos, cursos de curta duração ou cumprir função orientativa de caráter auto instrutivo.

Para Dantas, Filgueiras e Ramos (2017, p. 3) a produção de materiais instrucionais “é uma das áreas de estudo que lida com o ensino-aprendizagem independente do seu contexto. Focalizando suas percepções as tendências contemporâneas sobre a ótica do uso de tecnologias dentro do processo de ensino-aprendizagem”. Nesse sentido, a produção desses materiais contribui para uma prática pedagógica significativa, podendo trabalhar as aplicações teóricas na prática, principalmente nas áreas da ciências exatas, como a matemática.

Uma área em que é possível trabalhar com a produção de materiais instrucionais é o Ensino da Matemática e a Robótica Educacional. A Robótica Educacional é uma subárea da grande área científica denominada como Robótica. A Robótica Educacional é uma área que busca propor um contexto de aprendizagem interdisciplinar entre teoria dos componentes da educação básica como e o uso de computadores, circuitos, componentes eletrônicos e programação (Chella, 2002).

Entre as diferentes associações entre conteúdos teóricos e práticas que a Robótica Educacional pode proporcionar em uma aula, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), sugere que ela pode ser trabalhada de forma interdisciplinar, principalmente com as áreas da ciências exatas, como Matemática e suas tecnologias, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades e competências.

A BNCC (Brasil, 2018) enfatiza que o uso de recursos tecnológicos podem proporcionar atividades que colaborem para a formação cidadã dos estudantes. Assim, acredita-se que a construção de robôs como um meio de desenvolvimento de materiais instrucionais pode despertar o interesse dos estudantes em aprender e a construir seus próprios projetos.

Em outras palavras, entende-se que no contexto da Robótica Educacional e do Ensino da Matemática, pode-se desenvolver materiais instrucionais didáticos robóticos, para complementar o ensino e aprendizagem dos conteúdos que no geral são debatidos de forma teórica. A construção pode ser desenvolvida junto aos estudantes, no intuito de instruir as atividades relacionando teoria com a prática.

Práticas como esta podem auxiliar no desenvolvimento de diversas habilidades e competências nos estudantes, pois eles devem planejar e construir seus projetos. Zilli (2004) sugere que a Robótica Educacional pode proporcionar o desenvolvimento das seguintes habilidades e competências:

[...] raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; investigação e compreensão; representação e comunicação; trabalho com pesquisa; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; utilização da criatividade em diferentes situações; capacidade crítica (Zilli, 2004, p. 40).

Na mesma direção, Silva, Oliveira e Souza Junior (2023) apresentam em suas experiências com o uso de Robótica Educacional para o Ensino da Matemática, que a robótica desperta não apenas habilidades manuais e técnicas relacionadas a montagem e programação de robôs. Uma aula fundamentada e que proponha que os estudantes sejam sujeitos ativos e críticos no processo de aprendizagem auxilia no desenvolvimento de habilidades socioemocionais, criatividade, da empatia, organização, aperfeiçoa a percepção artística e colabora para um ambiente que provoque o diálogo e a reflexão.

A Robótica Educacional é um recurso que auxilia no ensino e aprendizagem da matemática, apresentando suas teorias em aplicações práticas em seu cotidiano. Silva, Oliveira e Parreira Júnior (2023) recomendam também que recursos educacionais de robótica sejam trabalhados na visão da BNCC, não apenas na busca do desenvolvimento de habilidades, mas também com um olhar nas aplicações práticas dos componentes curriculares.

Visando propor uma prática pedagógica que promova a construção de robôs por meio de material instrucional para o ensino da Matemática, busca-se aqui analisar quais são as aplicações matemáticas que estão presentes na montagem e programação de robôs elaborados por meio de materiais instrucionais construídos na plataforma *Tinkercad*. essa plataforma é virtual e possui acesso gratuito, permitindo que os usuários realizarem diversas montagens digitais por meio dos materiais de robótica do Arduino.

O principal objetivo desse projeto foi investigar a eficácia de se trabalhar com o ensino da matemática por meio da construção de robôs em plataformas digitais. Por meio desse objetivo central, surgiram os objetivos específicos: construir dois materiais instrucionais de robótica e explicar suas respectivas programações; levantar as questões matemáticas inerentes às montagens; comprovar a eficácia dos materiais instrucionais de robótica para o ensino da matemática.

O material instrucional de robótica foi produzido dentro de uma turma de graduação. Portanto, buscando reconhecer a diversidade de montagens e programação, professores da Educação Básica podem propor atividades em que os estudantes façam suas montagens, organizem seus relatórios de montagem e programação e tornem isso um material instrucional para que outros estudantes e professores possam utilizar em suas práticas.

Este estudo foi dividido em quatro seções. A introdução apresenta o tema que foi investigado e justifica os motivos para suas análises. A Metodologia apresenta as etapas da pesquisa e como foi conduzida. Resultados e Discussões foram divididos em duas partes para cada montagem, onde a primeira explica a montagem e a programação e a segunda detalha quais os possíveis conceitos matemáticos e suas respectivas aplicações nas construções propostas. Nas considerações finais, os autores debatem sobre a eficácia de se trabalhar com o ensino da matemática por meio da construção de robôs em plataformas digitais.

## **Metodologia**

Por ser um projeto que busca propor a construção de materiais instrucionais para se trabalhar com a Robótica Educacional em plataformas virtuais para promover o Ensino da Matemática, visando analisar quais são as aplicações matemáticas que estão presentes na montagem e programação de robôs elaborados por meio de materiais instrucionais, este relato possui o caráter qualitativo.

Para Rey (2005), o método qualitativo possui grande uso e importância quando se trabalha em projetos educacionais. Neste cenário o pesquisador possui um olhar subjetivo para uma análise mais crítica de seus dados, assim busca construir uma proposta reflexiva para a prática profissional.

A construção dos dois protótipos virtuais, foram propostos com o intuito de elaborar dois materiais instrucionais para análise sobre os possíveis conteúdos matemáticos que são possíveis de trabalhar sobre os robôs. As ações que foram desenvolvidas neste relato foram elaboradas no componente curricular de Produção de Material Instrucional, do Curso de Licenciatura em Computação, do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM).

Para a construção dos protótipos virtuais, foi necessária a utilização da plataforma de programação virtual *Tinkercad*. A plataforma *Tinkercad* é uma coletânea de ferramentas para a criação e construção de projetos nas áreas de programação, animação, robótica, dentre outras. Dentro da plataforma é possível trabalhar com simulação de circuitos eletrônicos e programação, além de projetos de modelagem 3D, se tornando uma ferramenta de fácil uso entre professores, alunos e outros profissionais de áreas tecnológicas (Palma e Silva; 2020).

Buscando o cumprimento dos objetivos propostos, este projeto passou por três etapas:

- Estudo da produção de material instrucional na Robótica Educacional: momento de estudo sobre como construir materiais instrucionais na plataforma *Tinkercad* para propor os protótipos para análise;
- Construção e programação dos protótipos: momento em que estudante do curso construiu os protótipos, programou e testou se a programação estava correta. Fez as simulações e os relatórios do material;
- Análise entre as aplicações matemáticas e o protótipo virtual: momento de reflexão e pesquisa sobre os possíveis conteúdos para se trabalhar de forma interdisciplinar entre conteúdos matemáticos e montagem e programação de robôs. Aprofundamento dos conteúdos sobre a visão da BNCC (Brasil, 2018).

Para uma análise mais ampla sobre os conteúdos matemáticos e a eficácia de se trabalhar com o ensino da matemática por meio da construção de robôs em plataformas digitais, os dados levantados foram a produção de imagens. Para complementar, a parte de análise busca fazer um diálogo com a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018) para compreender as aplicações matemáticas que possivelmente podem ser trabalhadas com as montagens analisadas.

## **Resultados e discussões**

Esta seção apresenta os dois protótipos que foram construídos no componente curricular Produção de Material Instrucional do Curso de Licenciatura em Computação. A ideia central do projeto era criar um produto que pudesse auxiliar educadores e estudantes em suas aulas. Além disso, os desenvolvedores buscaram associar a montagem com conteúdos matemáticos e suas aplicações.

Inicialmente será explicado sobre o funcionamento da plataforma *Tinkercad* e as principais peças de Arduino utilizadas nesse projeto. Em seguida, para cada montagem, serão apresentados os robôs construídos no *Tinkercad*, bem como explicar sua programação. Por fim, a última etapa, busca analisar os possíveis conteúdos matemáticos que podem ser aplicados em uma atividade.

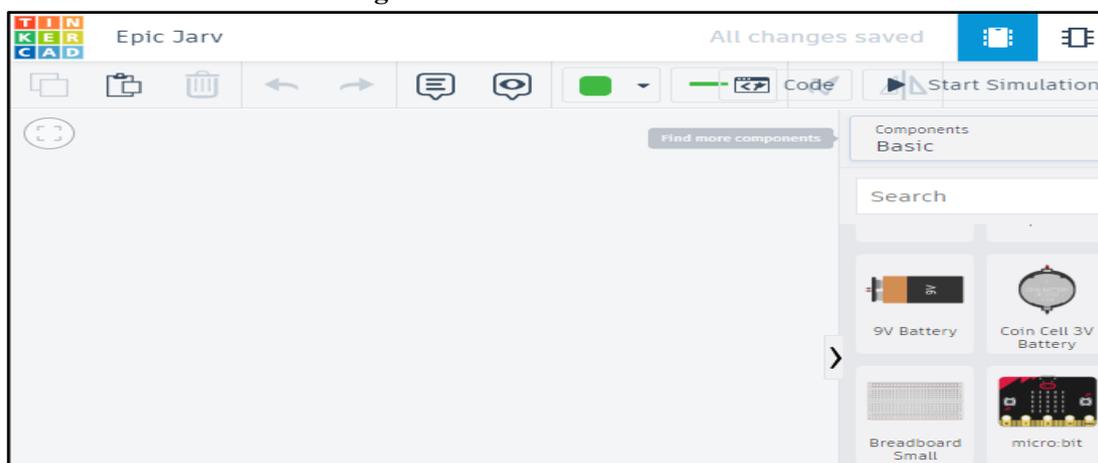
## ***Tinkercad e o material de Arduino***

A construção dos materiais instrucionais de robótica foi elaborada por meio da plataforma da *Tinkercad*, desenvolvida pela *Autodesk*, e é um recurso gratuito para o qual é necessário ter apenas um computador ou celular com *internet* para seu manuseio. Conforme Mondini *et al.* (2023, p. 197) o *Tinkercad* é

um software de aplicação web gratuito e fácil de usar para designers e estudantes de engenharia com habilidades básicas para inovação em design 3D, eletrônica e codificação. Este software permite que os alunos projetem circuitos eletrônicos, como o Arduino Uno, utilizando-os como na forma física real, e equipamentos de medição adequados. Os alunos podem fazer conexões de circuito usando fios de conexão (fios de jumper) conforme praticado fisicamente em um laboratório.

Por ser uma plataforma gratuita, reduz-se barreiras inerentes à falta de acesso aos recursos físicos, que em muitos casos não são viáveis. Logo, é possível incluir o maior número possível de estudantes em um ambiente virtual de aprendizagem que não necessita de recursos físicos. Defende-se ainda que o uso do *Tinkercad* desperta inúmeras habilidades tecnológicas por meio de suas atividades digitais. A Figura 1 retrata a plataforma do *Tinkercad*.

**Figura 1:** Plataforma do *Tinkercad*.



**Fonte:** *Tinkercad*, 2024.

Santos (2023) em sua dissertação esclarece que a plataforma foi inicialmente criada com o intuito de possibilitar a introdução à programação, design e engenharia em 3D e manuseio de circuitos eletrônicos. Um dos circuitos que a plataforma permite a montagem sem que haja material físico é com o Arduino. Toda montagem pode ser feita com programação em blocos, ou na própria linguagem de programação do Arduino, sendo

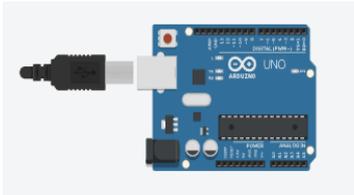
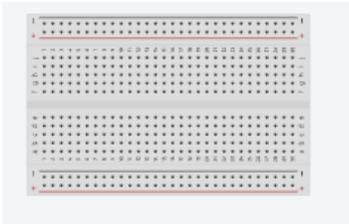
possível realizar simulações virtuais sobre a montagem, sem que haja perda de equipamentos por montagens mal conduzidas.

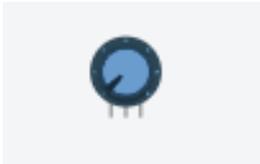
Conforme Musci *et al.* (2023, p. 2), o Arduino

é um microcontrolador de código aberto que pode ser facilmente programado, apagado e reprogramado a qualquer momento. (...) o Arduino é uma plataforma de computação de código aberto usada para construir e programar dispositivos eletrônicos. Também é capaz de atuar como um minicomputador, assim como outros microcontroladores, recebendo entradas e controlando as saídas para uma variedade de dispositivos eletrônicos.

O material de Arduino é de fácil acesso e, por possuir diversas formas de manuseio, foi integrado facilmente ao *Tinkercad*. As peças virtuais possuem o mesmo formato e função das peças físicas. A vantagem é que se em uma montagem física as peças não estiverem interligadas corretamente, pode haver curto circuito de algumas peças, danificando-as. Já no modelo virtual, a simulação acusa que a montagem possui problemas e precisa de correções, sem que haja prejuízo com a perda de peças por mau uso. O Quadro 1 destaca as peças que foram utilizadas na construção dos protótipos deste estudo.

**Quadro 1:** Peças do equipamento Arduino.

Nome	Ilustração	Função
Arduino Uno		Placa microcontroladora que executa códigos e controla o circuito eletrônico.
Protoboard		Placa para montagem de circuitos sem solda, facilitando a conexão dos componentes.
Resistor		Limita a corrente elétrica para proteger os outros componentes.

Led RGB		Emissor de luz com cores variáveis, controlado para exibir diferentes cores.
Potenciômetro		Resistência variável que ajusta a voltagem e permite controlar a intensidade do sinal.
Buzzer		Emissor de som que pode gerar sinais acústicos ou alarmes.
Ultrassônico		Sensor que mede distâncias por meio de ondas sonoras ultrassônicas.

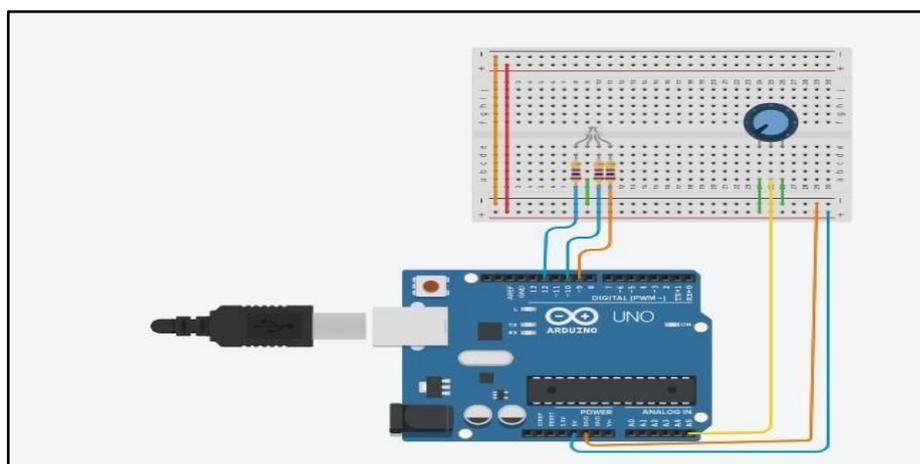
Fonte: *Tinkercad*, 2024; *Arduino*, 2024.

Além dessas peças, também são necessárias a utilização de *jumpers*, que é um fio usado para fazer conexões elétricas temporárias entre pontos de um circuito ou com a protoboard. No entanto, essa peça não é disponibilizada na aba de ferramentas, as conexões são feitas no momento que se utiliza a peça.

### **Potenciômetro controlador de cores: explicando a montagem**

O primeiro protótipo construído deveria contemplar uma programação que ao movimentar o potenciômetro da direita para a esquerda, o LED-RGB vai alterando a sua cor de branco para o preto. Deveria apresentar pelo menos 7 cores diferentes. A montagem está representada na Figura 2, que foi realizada no *Tinkercad*.

**Figura 2:** Potenciômetro controlador de cores.



**Fonte:** Própria do autor, 2023.

Ao colocar o potenciômetro na *protoboard* ligamos os dois pinos laterais no negativo e positivo. O pino do meio está ligado no GND, que possui carga negativa ou nível lógico 0. Em seguida, o primeiro, terceiro e quarto pino do Led RGB foram conectados em um *resistor* cada.

O *jumper* vermelho foi conectado na décima segunda porta do Arduino, o pino com um *jumper* azul na décima porta e pino com o *jumper* verde na nona porta. Essas portas auxiliaram no momento da programação para associar as cores para formar novas cores. Por fim, a porta positiva da *protoboard* foi ligada na porta de 5v do Arduino e uma negativa no GND para alimentar a *protoboard*.

## Explicando a programação

Primeiro declaramos as variáveis utilizadas para definir as cores que o potenciômetro vai gerar à medida que for girando. Cada intervalo em graus vai corresponder a uma cor.

```
int vermelho = 12 ; int azul = 10 ; int verde = 9 ;
```

```
int potenciometro = 5 ;
```

Na função *void setup* (função para configurar os pinos da placa para estabelecer a comunicação). Todos os pinos serão colocados como OUTPUT. É inserido um *serial.begin* para configurar a taxa inicial.

```
void setup ()
```

```
{
```

```

Serial.begin( 9600 ); pinMode(vermelho, OUTPUT); pinMode(azul, OUTPUT);
pinMode(verde, OUTPUT);
}

```

Em seguida, é definido como cada função irá funcionar para gerar as diferentes cores de cada intervalo em graus ao girar o potenciômetro. A alternância da configuração de HIGH (alto) e LOW (baixo) auxilia na intensidade das cores para gerar uma nova.

```

void vermelhoFuncao() { digitalWrite(azul, HIGH); digitalWrite(verde, LOW);
digitalWrite(vermelho, HIGH);
}
void azulFuncao() { digitalWrite(azul, HIGH); digitalWrite(verde, LOW);
digitalWrite(vermelho, LOW);
}
void verdeFuncao() { digitalWrite(azul, LOW); digitalWrite(verde, HIGH);
digitalWrite(vermelho, LOW);
}
void amareloFuncao() { analogWrite(azul, 0 );
analogWrite(verde, 50 ); analogWrite(vermelho, 255 );
}
void roxoFuncao() { analogWrite(azul, 207 );
analogWrite(verde, 0 ); analogWrite(vermelho, 255 );
}
void brancoFuncao() { digitalWrite(azul, HIGH); digitalWrite(verde, HIGH);
digitalWrite(vermelho, HIGH);
}
}

```

Na função *void loop* (repetição infinita) é possível ler o sinal do potenciômetro para gerar as cores. Ao declarar a porta *float*, é possível usar números decimais e essa variável vai receber uma leitura analógica, que está ligada no potenciômetro. Por fim, um *serial.println* para pular automaticamente de sinal.

```

void loop ()
{
float sinal;
sinal = analogRead(potenciometro); Serial.println(sinal);
}

```

Se o intervalo estiver entre 0° e 150° o programa chama a função branca para acender o LED na cor branca..

```
if(sinal>=0 && sinal<=150)  
brancoFuncao();
```

Se o intervalo estiver entre 150° e 300° o programa chama a função azul.

```
else if(sinal>150 && sinal<=300)  
azulFuncao();
```

Se o intervalo estiver entre 300° e 450° o programa chama a função verde.

```
else if(sinal>300 && sinal<=450)  
verdeFuncao();
```

Se o intervalo estiver entre 450° e 600° o programa chama a função amarela.

```
else if(sinal>450 && sinal<=600)  
amareloFuncao();
```

Se o intervalo estiver entre 600° e 750° o programa chama a função vermelha.

```
else if(sinal>600 && sinal<=750) vermelhoFuncao();
```

Caso contrário, chama a função branca, ou seja, não há uma cor definida.

```
else brancoFuncao();  
}
```

À medida que vai girando o potenciômetro, as cores vão sendo associadas e formando as novas cores. Cada angulação é responsável por uma entonação de cor, que pode ser programada de acordo com a necessidade do usuário.

## **Sensor Ultrassônico controlado pelo *Buzzer*: explicando a montagem**

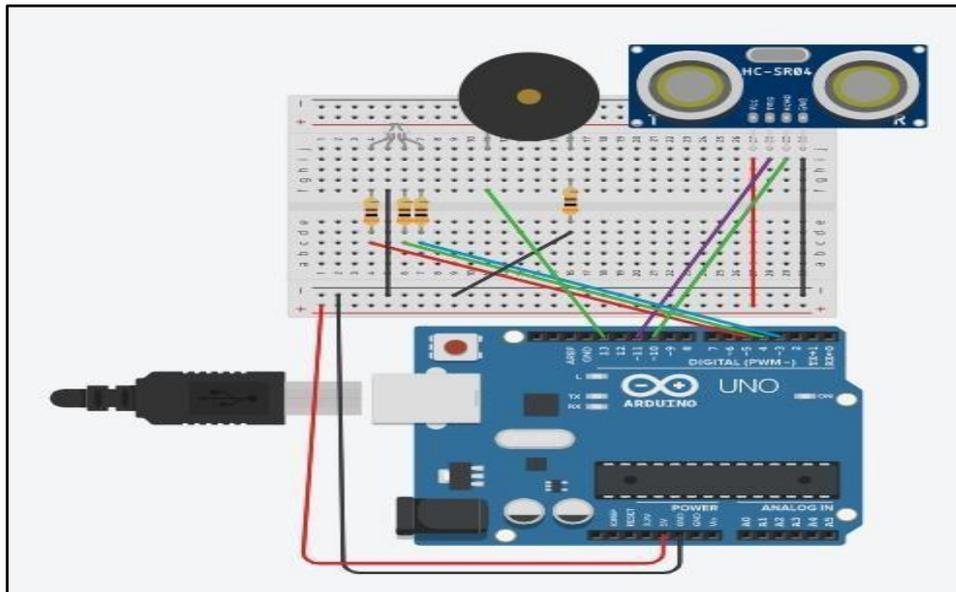
Esse protótipo deveria ser elaborado sobre uma sub-rotina que aciona o buzzer conforme instruções em ritmos/frequências diferentes conforme a cor do LED. Assim, a sub-rotina aciona o LED de acordo com determinadas cores. O Sensor de Presença detectando o obstáculo (ou objeto) a mais de 40 cm ou não detectando nada, não aciona o buzzer e aciona o LED na cor Verde.

Caso o Sensor de Presença detectasse o obstáculo (ou objeto) entre 20 e 40 cm, deveria acionar o LED na cor amarela e o buzzer em um ritmo lento. Se o Sensor de Presença detectasse o obstáculo (ou objeto) entre 10 e 20 cm, deveria acionar o LED na

cor Rosa e o buzzer em um ritmo mais intenso que o anterior. Se o Sensor de Presença detectasse o obstáculo (ou objeto) a menos de 10 cm deveria acionar o buzzer de forma intensa e o LED na cor vermelha.

A Figura 3 apresenta a montagem do projeto relatado e desenvolvido no *Tinkercad*.

**Figura 3:** Sensor Ultrassônico controlando o Buzzer.



Fonte: Própria do autor, 2023.

Inicialmente, são ligados o primeiro, terceiro e quarto pino do LED RGB em um *resistor* respectivamente. O resistor auxilia no fluxo de cargas elétricas para evitar danos piores aos equipamentos auxiliares do Arduino. Em seguida, é ligado o primeiro pino com um *jumper* vermelho na porta 5 do Arduino, o segundo pino com um *jumper* azul na porta 4 e o terceiro pino com um *jumper* verde na porta 3, sendo todas as portas digitais. Essas portas vão auxiliar no momento da programação para associar as cores para formar novas cores.

No sensor ultrassônico, as portas laterais foram ligadas no GND e na porta positiva respectivamente, a porta TRIG (saída) na porta 11 e a ECHO (entrada) na 10, sendo todas portas digitais. A porta esquerda do buzzer foi ligada na porta digital 13 e a direita foi conectada em um *jumper*, para não sofrer alguma danificação, e ligada no GND. Também é ligada uma porta positiva da *protoboard* em uma porta de 5v do Arduino e uma negativa no GND para alimentar a *protoboard*.

## Explicando a programação

Inicialmente são declaradas as variáveis que vão definir as cores que o LED RGB vai gerar à medida que o objeto for se aproximando do sensor ultrassônico. Inicialmente são declaradas as variáveis do ultrassônico e em seguida as portas em que as cores estão sendo ligadas.

Neste trecho de programação é definido qual será o percurso da onda que será utilizada no ultrassônico.

```
float cm,duracao;
```

Em seguida são declaradas as portas TRIG (saída) e ECHO (entrada) para programar o sensor ultrassônico no Arduino.

```
byte pinoTransmissor=11; byte pinoReceptor=10;
```

Para programar as cores, utiliza-se o LED RGB, sendo R (red) de vermelho, G (green) verde e B (blue) de azul. Com a combinação dessas três cores pode-se formar o amarelo. O vermelho está ligado na porta 5, verde na 3 e azul na 4.

```
int G=3; int B=4; int R=5;
```

```
int buzzer = 13;
```

Na função *void setup* (função para configurar os pinos da placa para estabelecer a comunicação). Todos os pinos do LED RGB serão colocados como OUTPUT. Inclui-se um *serial.begin* para configurar a taxa inicial.

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(R, OUTPUT); pinMode(G, OUTPUT); pinMode(B, OUTPUT);
```

Para os pinos do sensor ultrassônico, o pino transmissor (TRIG) estará como OUTPUT e o pino receptor (ECHO) como INPUT. Já o buzzer é declarado como OUTPUT também.

```
pinMode(pinoTransmissor, OUTPUT);
```

```
pinMode(pinoReceptor, INPUT); pinMode(buzzer, OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

Na função *void loop* (repetição infinita) inicia-se indicando que a medida em centímetro é igual a distância. Em seguida, indica-se as condições para acender o LED e acionar o buzzer para emitir som, sendo que distâncias até 20 cm acende a cor vermelha e o buzzer toca numa frequência alta. Caso esteja numa distância entre 20 e 40 cm, toca numa frequência mais baixa. É acima de 40 cm, o buzzer não toca.

```
void loop()
{
  cm = distancia ();
  if(cm >0 && cm<=20){ red();
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  }
  else if (cm >20 && cm<=40) { yellow();
  delay (30);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay (30);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  }
  else if (cm>40) {
  green(); digitalWrite(buzzer, LOW);
  }
  else { apaga();
  }
}
```

Nessa parte da programação, é imprimida a distância em centímetros para exibir o resultado.

```
Serial.print(cm); Serial.println(" cm"); delay(500);
}
```

Para calcular a distância é preciso colocar uma equação no programa para que seja possível associar ao sensor ultrassônico.

```
float distancia()
{
```

Essa parte da programação foi feita apenas para otimizar a programação e melhorar o desempenho.

```
digitalWrite(pinoTransmissor, LOW); delayMicroseconds(5);
```

Em seguida é enviado o pulso do sensor ultrassônico e aguardar um tempo para que vá para a leitura. Depois calcula a duração em microssegundos para o pulso ir e voltar.

```
digitalWrite(pinoTransmissor, HIGH);  
delayMicroseconds(10); digitalWrite(pinoTransmissor, LOW); duracao =  
pulseIn (pinoReceptor, HIGH);
```

A velocidade do som é 343 m/s convertendo: 34300 cm / 1000000 us tem-se que será de 0.0343.

```
float calcDistancia= (duracao/2) * 0.0343;
```

Caso a distância seja maior que 100 cm, ela está fora do alcance do sensor.

```
if (calcDistancia >= 100){  
calcDistancia=0;  
}  
return calc Distancia;  
}
```

Por último, é definido como cada função irá funcionar para gerar as diferentes cores de cada intervalo de distância lida no sensor ultrassônico. A alternância de HIGH (alto) e LOW (baixo) auxilia na intensidade das cores para gerar uma nova.

```
void red(){ analogWrite(R, 255);  
analogWrite(G, 0);  
analogWrite(B, 0);  
}  
void green(){ analogWrite(R, 0);  
analogWrite(G, 255);  
analogWrite(B, 0);  
}  
void yellow(){ analogWrite(R, 255);  
analogWrite(G, 50);  
analogWrite(B, 0);  
}  
void apaga(){ analogWrite(R, 0);
```

```
analogWrite(G, 0);  
analogWrite(B, 0);  
}
```

## Os componentes trabalhados e as possíveis aplicações matemáticas

A Robótica Educacional, um ramo da área científica Robótica, é compreendida dentro da engenharia, a qual lida com projetos, construção, programação e operação com robôs (Antonio, Garbossa, 2023). Nesse sentido, um robô pode ser compreendido como

um sistema composto por uma série de componentes mecânicos, eletrônicos e de software que são usados para executar tarefas automatizadas. Os robôs podem ser controlados remotamente ou de forma autônoma e são usados em uma ampla variedade de aplicações, incluindo manufatura, exploração espacial, militar, medicina, agricultura e limpeza. A robótica envolve uma ampla gama de disciplinas, como mecânica, eletrônica, ciência da computação, inteligência artificial e engenharia de controle. Os engenheiros de robótica trabalham para melhorar o desempenho e a funcionalidade dos robôs, bem como para desenvolver novas aplicações e tecnologias robóticas (Antonio; Garbossa, 2023, p. 12).

Na atualidade tem-se uma infinidade de robôs nos diversos contextos da sociedade que auxiliam as atividades humanas em uma infinidade de ações. Dentro do contexto da robótica, existem também os robôs virtuais, que são construídos por meio de plataformas digitais, simulando robôs físicos, como o caso dos protótipos apresentados neste estudo. Oliveira *et al.* (2017) dialoga que a robótica possui diversas vantagens de aprendizagem e, que essas, inclui a robótica com robôs virtuais.

Assim, Oliveira *et al.* (2017, p.591) debate que a utilização de ambientes virtuais para construção de robôs vem se popularizando e isso se dá ao motivo de permitirem “a simulação passo a passo do programa do robô em um mapa virtual sem a necessidade de um robô físico”. Esse método de montagem permite montagens reais aos equipamentos físicos e as simulações são feitas de acordo com a linguagem de programação utilizada pelo programador.

Em uma análise, a simulação de robôs virtuais possui algumas vantagens sobre os equipamentos físicos. A primeira é que há diversas plataformas virtuais gratuitas, na qual não se cobra nenhuma taxa para sua utilização. Um segundo motivo é sobre a

manutenção, por ser um meio digital, não há riscos de danificar peças e ter que comprar novas para reposição. Uma terceira vantagem é a viabilidade financeira, pois não há necessidade de equipamentos físicos para simular as programações. Por último, além de oferecer uma infinidade de montagens, o acesso é fácil e reduz a barreira da exclusão. O uso de plataformas digitais de robótica podem ser acessadas por qualquer pessoa, desde que tenha apenas um telefone celular.

Existe uma infinidade de páginas que trabalham com recurso de montagem e programação de robôs virtuais, as quais oportunizam montagens simulando diversos equipamentos físicos. As montagens aqui trabalhadas foram realizadas pelo *Tinkercad*, utilizando o material da Arduino. Os robôs foram construídos utilizando sensores que reconhecem distância, sonoridade e emissão de luzes. Além do mais, a programação foi elaborada conforme a necessidade de seu funcionamento.

O Quadro 2 detalha as peças utilizadas, suas respectivas programações e possíveis conteúdos matemáticos com base da BNCC (Brasil, 2018).

**Quadro 2:** Componentes utilizados na construção dos protótipos.

Montagens	Peças Arduino	Programação	Conteúdo
<b>Montagem 1</b>	Potenciômetro	Potenciômetro gira e altera a cor do led	Proporcionalidade Rotação e ângulos
<b>Montagem 2</b>	Buzzer	Toca de acordo com a distância lida	Proporcionalidade
	Ultrassônico	Identifica a distância para acionar o buzzer	Grandezas e Medidas Proporcionalidade
<b>Ambas Montagens</b>	Led-RGB	Ilumina de acordo com a rotação	Sistema de Coordenadas

**Fonte;** própria do autor, 2023.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018) aborda a proporcionalidade no componente de Matemática, especialmente no Ensino Fundamental. Nos anos finais, o estudo da proporcionalidade é aprofundado, com foco

na resolução de problemas que envolvem grandezas diretamente e inversamente proporcionais, além da aplicação dessa noção em situações do cotidiano e em outras áreas do conhecimento, como Ciências e Geografia.

Percebe-se que é possível trabalhar a proporcionalidade com apoio do potenciômetro, o buzzer e o sensor ultrassônico. Neste modelo o potenciômetro está associado a uma grandeza diretamente proporcional. À medida que gira o potenciômetro, a intensidade da luz fica mais forte. Por outro lado, caso o professor planeje pode transformar a programação em inversamente proporcional, caso aumente o potenciômetro, reduza a intensidade da luminosidade.

Na mesma linha da proporcionalidade, o buzzer e o sensor ultrassônico, que estão associados, neste modelo a programação é uma grandeza inversamente proporcional. Esse modelo é aplicado em câmeras de ré que se encontram em carros. Quando algum objeto se aproxima do sensor ultrassônico, ou seja, à medida que sua distância diminui, a intensidade sonora do buzzer aumenta.

O ultrassônico também pode ser trabalhado em referência à Grandezas e Medidas. Na BNCC (Brasil, 2018), o eixo de Grandezas e Medidas é abordado com foco no Ensino Fundamental, porém muito utilizado em componentes como física e química no Ensino Médio. Ele refere-se ao estudo de comprimento, área, volume, massa, tempo e temperatura. A BNCC (Brasil, 2018) propõe que os alunos desenvolvam a compreensão das grandezas, aprendendo a medir, comparar e realizar estimativas e conversões entre diferentes unidades. O objetivo é que os estudantes apliquem esses conhecimentos em situações práticas e cotidianas, além de relacioná-los a outras áreas do conhecimento.

O sensor ultrassônico mede a distância de um objeto em centímetros, o que envolve o conceito de grandezas e medidas, um dos pilares da matemática básica. O cálculo da distância é uma aplicação direta das relações entre tempo, velocidade e espaço. O trabalho com sensor ultrassônico pode ser proposto de maneira que o estudante possa programar e conferir na prática, além do mais, o professor pode introduzir outras unidades de medidas e conduzir conversas dentro da programação.

Por outro lado, a programação do primeiro protótipo pode ser bem trabalhada com a questão da rotação e da angulação. Na montagem, cada angulação pode ser bem definida de acordo com a intensidade da luz. A BNCC (Brasil, 2018) enfatiza o estudo dos ângulos em relação à circunferência e aos movimentos de rotação, associando-os à resolução de

problemas práticos. Os conceitos são trabalhados desde o ensino fundamental até o último ano do ensino médio. Questões geométricas estão presentes em todo o desenvolvimento dos estudantes em sua trajetória.

Por fim, o LED RGB pode ser vista como um ponto em um sistema de coordenadas tridimensional, onde os eixos representam as intensidades de vermelho, verde e azul. Isso se relaciona ao estudo de coordenadas cartesianas no plano. A BNCC (Brasil, 2018) introduz os conceitos de Sistemas de Coordenadas para ajudar os alunos a compreender a localização de pontos no plano cartesiano e a relação entre os eixos coordenados, visando melhor compreensão do espaço.

Neste modelo, a intensidade das cores estão representadas por meio da angulação de giro do potenciômetro ou pela distância do ultrassônico. em turmas do Ensino Médio, a associação de cores podem ser trabalhadas por meio de intervalos, de forma interdisciplinar associando com conceitos como Óptica da Física. A BNCC (Brasil, 2018) evidencia que a óptica seja abordada no Ensino Médio envolvendo o estudo da luz e seus comportamentos, como reflexão e refração. Por outro lado, pode-se trabalhar no Ensino Fundamental de acordo com o conteúdo e aplicabilidade à faixa etária.

Essas montagens podem oferecer inúmeras aplicações matemáticas, o intuito dessa comparação com a BNCC (Brasil, 2018) surge apenas para propor algumas aplicações, ou até abrir espaço para reflexão sobre demais aplicações. Silva, Oliveira e Souza e Junior (2023) sugere que o trabalho com matemática e robótica seja conduzido de forma interdisciplinar, logo propor uma prática com programação que envolve diversos componentes curriculares, pode tornar as aulas significativas e enumerar diversas habilidades que podem ser desenvolvidas com a prática.

Silva, Oliveira e Parreira Júnior (2023) acrescentam que a robótica proposta em uma visão sobre os conteúdos curriculares da Educação Básica, sendo associando teoria com as aplicações práticas, pode resultar no desenvolvimento de diversas habilidades, assim como também são sugeridas por Zilli (2004).

[...] há muitas oportunidades de aplicação da robótica no ensino fundamental e médio, aliando as disciplinas básicas que eles estão cursando com os fundamentos necessários para o entendimento das atividades propostas, e assim, estimulando os alunos a associar tecnologia e aos conceitos estudados (Parreira Júnior *et al.*, 2023, p. 89).

Aqui reconhece-se que é possível conduzir um trabalho significativo envolvendo o ensino de robótica virtual e a aprendizagem dos conteúdos do Ensino Básico, na busca do desenvolvimento de habilidades. Reconhece-se também que a produção de materiais instrucionais, tanto por alunos quanto por professores, é de grande importância para auxiliar na aprendizagem e divulgar as diferentes formas de montar e programar robôs.’

## **Considerações finais**

A integração de saberes entre Robótica Educacional e o Ensino da Matemática, por meio da construção de robôs virtuais, programação e construção de materiais instrucionais, emerge como uma estratégia educativa com o intuito de associar teoria com aplicações práticas, na busca do desenvolvimento de habilidades, assim como sugere Zilli (2004).

A abordagem aqui apresentada analisou duas montagens de materiais instrucionais construídos dentro de um curso de licenciatura, a qual tinha o propósito de dar suporte a professores que trabalham com robótica. Sugere-se também que esses materiais sejam construídos junto aos alunos, que eles produzam relatórios de montagem e programação para que sejam compartilhados em outras redes de aprendizagem e sejam utilizados por outros professores e estudantes.

A utilização de plataformas digitais, como aqui utilizada o *Tinkercad*, para a criação e simulação de robôs, demonstram aplicações práticas não apenas da matemática, podem ser associadas aplicações interdisciplinares com outros componentes curriculares, que torna o aprendizado mais significativo. Conforme a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), a combinação de recursos tecnológicos e componentes curriculares pode desenvolver habilidades e competências essenciais, como a resolução de problemas e o raciocínio lógico.

Além disso, a Robótica Educacional em meios virtuais, ao proporcionar um ambiente interdisciplinar, contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas, conforme destacado por Silva, Oliveira e Parreira Júnior (2023). Por outro lado, sua utilização pode promover a inclusão de diversos estudantes que não possuem equipamentos físicos, eliminando barreiras financeiras para que possam aprender a robótica.

A construção de robôs e a programação envolvem além de conceitos matemáticos fundamentais, como proporcionalidade, grandezas e medidas, e sistemas de coordenadas, que são melhor compreendidos quando aplicados em contextos concretos. Aqui foi analisada apenas algumas das aplicações, reconhecemos que há inúmeras outras aplicações dentro da matemática que, inclusive, podem ser associadas com diversas outras áreas. As aplicações podem ser estendidas às diversas áreas das ciências do Ensino Básico e este método de ensino, que utiliza teorias e aplicações práticas, não apenas facilita a compreensão dos conteúdos, mas também fomenta a criatividade e a capacidade crítica dos alunos, conforme Zilli (2004).

Por fim, a combinação de robótica e matemática através de um trabalho com a construção de materiais instrucionais busca dar oportunidade para que os estudantes ampliem seus conhecimentos e construam suas próprias montagens e análises. Essa abordagem não apenas atende às diretrizes curriculares estabelecidas pela BNCC (Brasil, 2018), mas também prepara os alunos para o desenvolvimento de diversas habilidades tecnológicas e matemáticas, que podem auxiliar em uma visão crítica sobre o cotidiano que vivenciam.

## Referências

- ANTONIO, Edson Ruyz Junior; GARBOSSA, Renata Adriana. **O uso da robótica para aprendizagem de matemática no ensino fundamental II**. Disponível em: <<https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/2962>>. Acesso em: 7 set. 2024.
- ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 7 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://www.bnc.mec.gov.br>. Acesso em: 07 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Matemática**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://www.bnc.mec.gov.br>. Acesso em: 07 set. 2024.
- CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica educacional com Logo**. Campinas: Unicamp, 2002. Disponível em: [www.Nied.unicamp.br/~siros/doc/artigo\\_sbc2002\\_wie\\_final.pdf](http://www.Nied.unicamp.br/~siros/doc/artigo_sbc2002_wie_final.pdf). Acesso em 02 set 2024.
- DANTAS, Jorismildo da Silva. FILGUEIRAS, Maria Beserra. RAMOS, Carolina Soares. **Desenvolvimento de Material Instrucional: A Webquest Como Uma Metodologia Para o Ensino de Linguagem de Programação Scratch**. In: Congresso Nacional de Educação, 4. *Anais...* Paraíba, 2017.
- MONDINI, Fabiane; SOUZA, Ronaldo Araújo; IZAIAS, Maysa Gabriela Lucas; DIAS, João Pedro Gonçalves; ALVES, Eric Ribeiro. **A construção de um semáforo no tinkercad: aberturas para trabalhar robótica com crianças**. Expressa Extensão. ISSN 2358-8195 , v. 28, n. 1, p. 191-201, JAN-ABR, 2023.

MUSCI, Marcelo; ANTOLIN, Gisele Duarte Cabloco; VISTA, Renata Couto; ANTOLIN, Mauricio Quelhas. **Introdução ao Arduino**. Revista Contemporânea, v. 3, n. 10, 2023. ISSN 2447-0961.

OLIVEIRA, Emanuel; MORAES, Itamar; PEREIRA, Iverson; NOGUEIRA, Sidney de Carvalho; FALCÃO, Taciana Pontual. **Ambiente para Avaliação Automática de Robôs virtuais: uma Forma de Apoio à Aprendizagem de Robótica**. Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2017), 2. *Anais...* Universidade Federal da Paraíba - Campus IV Mamanguape - Paraíba – Brasil, 18 a 20 de maio de 2017.

PALMA E SILVA; João Batista Lamari. **Utilização da Plataforma Tinkercad – Code Blocks na Elaboração de Animações Gráficas 3D para Apoio ao Ensino de Engenharia**. World Congress Human Capital Development For Social Innovation. *Anais...* Lisboa, 2020.

PARREIRA JÚNIOR, Walteno M.; SANTOS, Cristiano B.; QUEIROZ, Carlos Magno M.; SILVA, Fernando G. **A Robótica Educacional Aplicada em Atividades Didático-Pedagógicas**. Periódico de Pesquisa e TCC do IFTM Campus Udi. Centro, v. 10, ago. 2023, p. 81 - 90.

REY, Fernando Luis González. **Subjetividade, Complexidade e Pesquisa em Psicologia**. 1. ed. São Paulo: Thomson, 2005.

SANTOS, Douglas Cristiano. **A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para aprendizagem significativa de eletricidade**. 2023. Dissertação (Mestrado em [Nome do Programa de Pós-Graduação]) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2023.

SILVA, Hutson R.; OLIVEIRA, Janaina; PARREIRA JÚNIOR, Walteno M. Estudando Frações com o Uso da Robótica: uma experiência com o sexto ano do ensino fundamental. In: Seminário de Pós-Graduação do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, 2023, Mato Grosso do Sul. **Anais do Seminário de Pós-Graduação do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul**, 2023. v. 3. p. 1-13.

SILVA, Hutson R.; OLIVEIRA, Janaina; SOUZA JUNIOR, A. J. Construindo Saberes Matemáticos por Meio da Robótica no Atendimento Educacional Especializado (AEE). In: Seminário de Pós-Graduação do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, 2023, Mato Grosso do Sul. **Anais do Seminário de Pós-Graduação do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul**, 2023. v. 3. p. 1-14.

TINKERCAD. **Tinkercad**. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 7 set. 2024.

## 4- Prototipações em Arduino: possibilidades da robótica na abordagem de conceitos estatísticos

---

*Francisco Vieira dos Santos*

### **Introdução**

As percepções atuais despertam um olhar sobre os processos escolares, reivindicando respostas imediatas para lidar com as inovações tecnológicas na educação. A onda das Inteligências Artificiais (IA), por exemplo, acessíveis agora à população, tem ocasionado debates sobre “o por quê”, “o quê” e “como” os alunos devem aprender para a era da IA (Fadel *et al.*, 2024). No entanto, apesar de todas as possibilidades de ampliação de saberes que as tecnologias podem potencializar, incorremos o risco de estar simplesmente reforçando velhos hábitos de ensinar e aprender na escola (Campos, 2017).

Por este trajeto, entendemos que é essencial aos estudantes o domínio de tecnologias ao invés de, simplesmente, consumi-las. Apropriando-se para utilizá-las como uma ferramenta de transformação social, compreendendo e refletindo sobre o seu papel na comunidade. Caminhamos então para a necessidade de uso de tecnologias de maneira não instrucional, possibilitando criações e experimentações através da coleta de dados, entrevistas, contação de histórias, criação de robôs, exploração de conceitos matemáticos, invenções e soluções para problemas da comunidade (Blikstein, 2021<sup>1</sup>; Blikstein *et al.*, 2021).

Nesse complexo contexto de inserção de tecnologias, como ferramentas para potencializar a aprendizagem, é importante considerar o engajamento dos estudantes, o que pode motivá-los a se envolverem ativamente nas atividades. A partir de então, somente, podemos discutir habilidades e competências que podem ser mobilizadas, considerando as tecnologias de criação e experimentação, segundo Blikstein *et al.* (2021),

---

<sup>1</sup> Entrevista concedida à Nova Escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/20717/paulo-blikstein-ferramentas-tecnologicas-devem-ser-usadas-quando-ha-um-proposito-pedagogico-e-nao-porque-sao-novas-ou-modernas>

como a robótica. Nesta, os alunos podem, pela sua criatividade, trabalhar tópicos curriculares ao passo que discutem e refletem problemas da sua comunidade (Santos, 2023).

A robótica com fins pedagógicos, nominada aqui de Robótica Educacional (RE), utilizando-se da plataforma Arduino, que engloba micro controlador, componentes, biblioteca e um compilador, tem ganhado destaque nos últimos anos como ferramenta para potencializar a aprendizagem. Com o Arduino é possível coletar dados externos, processar e analisar a partir da criação de gráficos e tabelas, utilizando softwares ou não. Esses elementos podem ajudar a abordar conceitos iniciais da Estatística Descritiva, como a representação e análise de dados. Souza (2023) defende que é importante adquirir habilidades estatísticas já na escola, sendo importante para aprender, ler e decodificar corretamente o mundo que nos rodeia, ajudando na tomada de decisões em momentos de incerteza.

A relação entre estatística e robótica elencado até então, também foi constituída no projeto “Decolonizando Tecnologias e Entrelaçando comunidades: da investigação de problemas a criação de artefatos”, que aconteceu em escolas das cidades de Caucaia, estado do Ceará e Murici dos Portelas, estado do Piauí. Sendo apresentado aqui um recorte do trabalho de conclusão do mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). O objetivo principal do projeto era promover a inserção de tecnologias na perspectiva de construção, mobilizando conhecimentos matemáticos na criação de artefatos robóticos em processo de reflexão sobre a capacidade de criação de tecnologias para solucionar problemas locais.

Durante as atividades de um curso de Robótica e IA no âmbito do projeto, os alunos trabalharam com diversos sensores do Arduino (ultrassônico, temperatura e umidade, radiação solar e som). Esses sensores captam dados externos e permitem que o microcontrolador tome decisões a partir do programa criado pelos alunos. O Arduino, conectado a um sensor de temperatura, por exemplo, ao identificar uma temperatura superior a 30°C aciona ventoinhas para resfriar o ambiente. Essas decisões são configuradas pelo usuário, dando-lhes poder sobre a máquina.

Deste modo, pretendemos apresentar um compilado de dois projetos criados por estudantes do Piauí, associados diretamente à Estatística, incorporando reflexões sobre o uso da robótica em comunidades carentes e seu potencial para mobilizar e desenvolver habilidades e competências para o século XXI. Inicialmente, discutiremos o conceito de

robô, robótica e a plataforma Arduino considerando o Ensino de Matemática. Em seguida, contextualizaremos o ambiente onde o projeto foi desenvolvido, revelando as condições e os propósitos imbuídos no processo de construção dos artefatos. Por fim, levantaremos discussões finais sobre as atividades realizadas, considerando potencialidades da abordagem da estatística e robótica na escola e suas contribuições para o desenvolvimento de competências.

## **Um robô na Robótica Educacional: conceitos iniciais**

Os meus primeiros contatos com a robótica ocorreram por meio de uma placa de Arduino, *leds*, resistores comuns e um fotorresistor (LDR), criando o “hello world” através do acionamento de *leds*. O outro projeto, bem mais complexo, foi um sensor de luz que também acionava *leds*, mas dessa vez condicionado a luz ambiente, o programa era composto por algumas linhas de código e o circuito foi reproduzido da internet. Fiquei vislumbrado com como aquele pequeno projeto me chamou atenção, despertando em mim a vontade para pesquisar e desenvolver outros projetos. Era um brinquedo fantástico, poder montar e desmontá-lo, programar, reprogramar e em cada arranjo assumia uma natureza diferente, mesmo sendo os mesmos componentes. Tal característica é relatada por Santos (2023, p. 164), ao afirmar que, utilizando os mesmos componentes em um arranjo diferente, “um mesmo circuito ganha um novo significado”.

À medida que os projetos foram ficando mais complexos descobri que tudo aquilo fazia parte de um ramo da tecnologia, a robótica, e que aqueles artefatos seriam os robôs. A partir de então, busquei informações sobre o que seriam os robôs e a robótica, encontrando diferentes definições. Para isso, assumiremos inicialmente as ideias trazidas por Mataric (2014, p. 17): “Há um grande mal-entendido sobre o que os robôs são ou não são, o que foram ou não foram e o que irão ou não irão se tornar no futuro”. Antes de trazer uma definição formal, é importante destacar que, etimologicamente, o termo 'robô' surgiu em 1921 nas artes cênicas, por meio da peça teatral Robôs Universais de *Rossum*, do dramaturgo tcheco *Karel Capek*. Na obra, máquinas semelhantes a humanos são escravizadas e iniciam uma revolução. Assim, o termo 'robô' surge da combinação dos verbetes *rabota* (trabalho obrigatório) e *robotnik* (servo), ambos do tcheco.

Apesar de o imaginário popular compreender um robô como necessariamente semelhante a um humano e ter a função de servir ou ajudar, podemos estender essa compreensão a outras máquinas, autômatos mecânicos que antecedem o evento histórico

descrito. Todavia, com o desenvolvimento da computação, outras noções foram incorporadas, exigindo que os robôs possuíssem outras capacidades. De acordo com Mataric (2014, p. 18), os robôs passaram de simples autômatos mecânicos para máquinas que pensam, raciocinam, resolvem “problemas e até mesmo tem emoções”.

Mais do que atividades puramente mecânicas, a noção de robô agora engloba a tomada de decisões a partir de um raciocínio próprio. Nesse sentido, de acordo com a autora, um robô pode ser definido como “um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos” (Mataric, 2014, p. 19).

No exemplo apresentado anteriormente, de um sistema automatizado de refrigeração (utilizaremos este exemplo para detalhar a definição), temos um sistema autônomo que toma suas próprias decisões e é físico, existe no mundo real. Por meio do *DHT11*, o robô consegue sentir a temperatura ambiente e agir, ligando ou não a ventoinha, sendo o seu objetivo, controlar a temperatura do ambiente a partir dos dados coletados.

Para a autora supracitada, a robótica consiste no estudo dos robôs, isto é, o estudo da sua capacidade de agir e sentir no mundo físico, sendo intencionais e autônomos (Mataric, 2014). Embora tenhamos uma visão geral da robótica, ainda não nos aproximamos da robótica na escola. Todavia, esse suporte nos ajuda na delimitação da RE. A fim de consubstanciar nossa busca, César e Bonilla (2007, p. 240), no apresentam a robótica enquanto “ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção dos humanos”. Observemos que os autores trazem um contraponto sobre a possibilidade de intervenção humana, o que é rechaçado pela autora anteriormente citada.

A posição de Cesar e Bonilla (2007) nos traz aqui os primeiros alicerces conceituais para reconhecer uma robótica para a escola, sendo multidisciplinar e aplicando conhecimentos de microeletrônica, engenharia mecânica, física e matemática. Muito embora estejamos cientes de que a RE tem sua gênese nos trabalhos de Seymour Papert por meio do uso de computadores. A princípio, o autor via essas máquinas de forma diferente, reconhecendo-os como máquinas de ensinar, nas quais as crianças teriam “um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais” (Papert, 1985, p. 17).

Papert cria uma teoria da aprendizagem, chamada Construcionismo, que, sendo uma corrente teórica preocupada em explicar como é o desenvolvimento da inteligência humana, considera que ela não é inata, mas que o sujeito não é passivo sob a influência do meio, respondendo “aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada” (Altoé; Penatti, 2005, p. 1).

Em suma, defende-se que tudo seja compreendido sendo construído pelo aluno (Papert & Harel, 1993). Para isso, os alunos precisam de ferramentas para a construção das suas estruturas intelectuais. Para tanto, utilizou-se inicialmente um ambiente de aprendizagem baseado na linguagem de programação LOGO para controlar um robô, a *Turtle*, seja ele virtual ou físico. Com isso, as crianças poderiam explorar conceitos matemáticos ao participarem das atividades.

Apoiados no Construcionismo, formalizamos então a Robótica Educacional, uma tecnologia de criação e experimentação que pode ser utilizada na escola para mobilizar conhecimentos de diversas ciências a partir do desenvolvimento de robôs com objetivos pedagógicos utilizando componentes eletroeletrônicos e mecânicos. Zilli (2004, p. 39) concorda ao afirmar que o robô é uma ferramenta que possibilita ao professor realizar demonstrações práticas de conceitos teóricos, inclusive aqueles de difícil compreensão, “motivando o aluno, que a todo momento é desafiado a observar, abstrair e inventar”.

No ambiente escolar, a RE deve acontecer por meio da criação de ambientes de aprendizagens que proponham problemas capazes de promover a interação dos estudantes, permitindo resolvê-los e, assim, adquirir novas habilidades e competências. Barbosa *et al* (2015), afirma que a RE proporciona aos participantes desafios de diferentes magnitudes, que devem ser superados com acertos e erros, até que se alcancem os objetivos desejados.

Com os direcionamentos do uso pedagógico da robótica, devemos, aqui, delimitar o seu uso na matemática. Com isso, evidenciamos que, além da lógica, existem outras possibilidades para abordagem de conceitos matemáticos como geometria (Barbosa, 2011), resolução de equações (Maliuk, 2009) e estatística (Souza, 2023). Desta forma, segundo Santos (2023), a RE e a Matemática estão correlacionadas e tem um potencial para criar uma cultura moderna na escola.

## Da escola ao Raio de Esperança: movimentos para a implementação do projeto

A escola de ensino médio onde os alunos do projeto estudavam está localizada em Murici dos Portelas, no norte piauiense, a 330 km da capital, Teresina, e possui pouco mais de 9 mil habitantes. A economia está local baseia-se em programas federais de transferência de renda, funcionalismo público e agropecuária de subsistência. Estruturalmente, a escola dispõe apenas de salas de aula, não oportunizando espaço para outras atividades.

A implementação atividades que envolvem o uso da robótica em espaços com essas características fazem emergir diversos desafios. Além da necessidade de infraestrutura e um professor com conhecimentos de robótica, é fundamental o envolvimento de outros atores, como a direção e a coordenação pedagógica da escola. Na implementação do projeto Decolonizando Tecnologias e Entrelaçando Comunidades por meio do curso de robótica, o primeiro desafio foi a inexistência de laboratório de informática na escola.

Apesar de haver um espaço e computadores, todos estavam danificados. A solução encontrada foi firmar uma parceria com um projeto social Raio de Esperança, que possuía computadores (ainda encaixotados). Montamos os equipamentos, conectamos à internet e reservamos o turno da tarde para as atividades do curso. Com a estrutura pronta, a segunda parte foi o recrutamento dos alunos interessados. O curso teve 46 alunos inscritos, sendo selecionados sendo selecionados apenas 15 (Quadro 1).

**Quadro 1:** Quantitativo de alunos que participaram do curso por módulo

	Recrutamento		Módulo I		Módulo II	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
<b>Piauí</b>	8	7	6	5	5	5

Fonte: Santos (2023)

Dos 15 alunos inscritos inicialmente, 11 concluíram o módulo I, que abordava a parte de robótica e 10 o módulo II, que trazia conceitos iniciais sobre IA. O curso não estava alinhado com o currículo escolar e não tinha a intenção de ensinar algum conteúdo. Nesse sentido, Campos (2017) apresenta três maneiras da inserção da robótica na escola. A primeira ocorre a partir de um tema, no qual o currículo da proposta é estruturado com base em um tema, interdisciplinar ou não. Outra alternativa são os projetos, englobando vários temas e uma terceira via seria o treinamento para competições.

No caso do nosso projeto, estamos mais próximos da primeira ideia apresentado pelo autor, uma vez que tínhamos um tema: os problemas da comunidade e como a robótica poderia ser uma ferramenta para automatizar soluções. O curso adotava uma metodologia que apresentava os componentes, circuitos e programas (pequenos projetos) e desafiava os alunos a ampliar suas ideias, resultando na criação de projetos como uma guia para deficientes visuais, um abajur inteligente e um sistema de distanciamento social. Todos eles voltados para problemas locais, isto é, os alunos pensavam em alguma problemática e buscavam solução através criação de artefatos.

Durante a criação do projeto, os alunos mobilizaram e desenvolveram conhecimentos matemáticos (Santos, 2023), verificando, assim, a possibilidade da criação de estratégias para ensinar matemática. Para além, os alunos produziram robôs que seguiam uma premissa básica, coletar, processar e tomar decisões, configurando um trabalho estatístico através do Arduino. Esse caminho deu abertura para identificar possibilidades e refletir sobre a relevância da Estatística, abordada na próxima seção.

## **Estatística com a Robótica Educacional: uma visão orientada a partir do projeto Decolonizando Tecnologias**

As tecnologias muitas vezes apresentam a característica comum de serem fechadas e aparentarem uma complexidade muitas vezes incompreensível para os alunos, limitando-os a meros usuários e consumidores. Ao trabalhar com robótica podemos também perpassar por estas condições, na qual todos os processos já vêm prontos cabendo aos estudantes apenas reproduzir. Campos (2017, p. 2115) discorre que os robôs são programados como “caixas-pretas” para seus usuários – invioláveis, com uma tecnologia já pronta – tornando-os meros consumidores. Sendo essa mesma tecnologia utilizada na RE, em que o robô é construído ou programado antecipadamente, inserindo na atividade como um ou uma ferramenta passiva.

Ao contrário disso, um ambiente em que os alunos tem a oportunidade de conectar os fios, errar no processo, criar soluções entre si, possibilita engajamento, coletividade e construção de conhecimento. Assim, entendemos que um robô desenvolvido a partir da ideia pode proporcionar um maior aprendizado aos alunos, tornando-os autônomos, permitindo que enxergarem cada elemento particular do robô, seja o código ou circuito, envolvendo também elementos do currículo escolar. A respeito disso, Santos (2023, p. 175), afirma que:

A carcaça que envolvia e obscurecia o robô (...), agora não existe, clarificando seu funcionamento e fazendo o aluno entrar dentro da máquina, foi ele que construiu a partir de partes distintas. A articulação dos componentes é também uma articulação de conhecimentos e conceitos no cérebro, aquilo que tinha função única agora faz parte de um todo e o aluno é também capaz de enxergá-lo particularmente.

Durante esse processo, o estudante se apropria da tecnologia, tornando-a uma ferramenta para auxiliar na resolução de problemas, reflexão e fortalecimento de aprendizagens. Nesse sentido, temos, então, uma situação em que o estudante começa a compreender também o meio em que está inserindo, podendo coletar dados e, com os recursos disponíveis, analisar, transformando-os em informação e conhecimento.

Toda a atividade que envolve a criação de um robô percorre um processo em que o aluno se situa com um agente crítico, dominando a tecnologia e pode, agora, buscar soluções coletando e examinando dados. Souza (2023, p. 45) nos informa que “baseado no Construcionismo, os estudantes podem utilizar da Robótica e da Inteligência Artificial para explorar e experimentar diferentes cenários estatísticos”. A autora ainda complementa os estudantes podem projetar experimentos com robôs para coleta e análise de dados estatisticamente.

Com os vínculos estabelecidos, podemos pensar em estratégias que desenvolvam o Pensamento Estatístico (PE), colocando os alunos no processo de obtenção, tratamento e análise de forma crítica dos dados (Pontes, Souza e Castro, 2021), ao passo que colabora para o Letramento Estatístico (LE). O LE, segundo Gal (2002), é a capacidade de interpretar, avaliando criticamente e saber comunicar a informação estatística. Para Pontes, Souza e Castro (2021), o LS é essencial para formar cidadãos críticos capazes de analisar dados, checando a veracidade das informações na sociedade da informação.

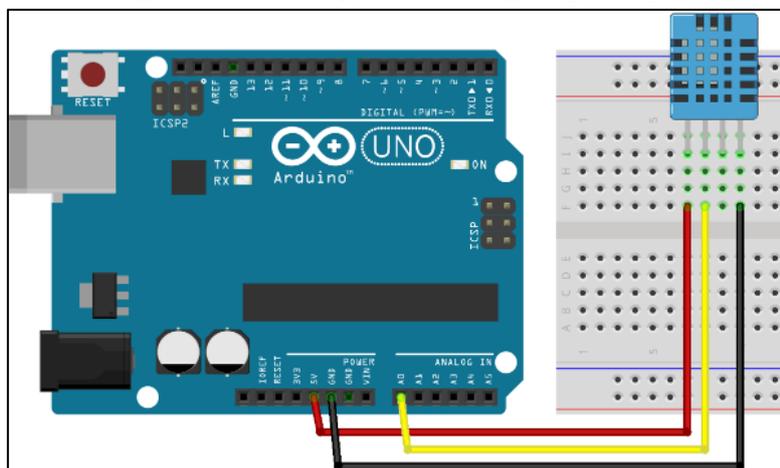
Aqui, apontamos caminhos para abordar a estatística por meio de um ambiente de aprendizagem baseado em robótica, onde os estudantes podem atuar em sua comunidade a partir dos dados coletados pelo Arduino. Nossa tentativa foi relacionar as atividades de robótica e estatística, atribuindo a esta última uma importância fundamental para a formação de um cidadão atuante. Apresentaremos, a seguir, dois protótipos desenvolvidos durante o projeto, trazendo elementos estatísticos e refletindo sobre sua inserção no currículo escolar

## Desenvolvimento de uma miniestação meteorológica: “está quente demais”

Os alunos expressaram naturalmente a sua consciência (que pode ser coletiva) ao associar as altas temperaturas ao aquecimento global, indicando que se trata de um problema presente e que afeta a todos. Essa percepção ajudou a identificar a problemática, que surge principalmente após o período de chuvas (mês de junho), quando as temperaturas podem passar dos 40° C na cidade, trazendo diversos riscos a população. Os alunos, ao participarem das atividades do projeto no turno tarde, enfrentavam o sol escaldante e podiam facilmente constatar as temperaturas pelo celular.

Quando foi proposto construir um termômetro, um dos participantes respondeu rapidamente: “Ah, tipo coisinha que tem no celular, né?!”. Essa associação direta com a informação que estava apenas no celular, encapsulada, agora estaria disponível para ser construída. A motivação para a construção do equipamento tinha objetivos além de saber a temperatura e umidade, agora os alunos estariam criando uma tecnologia que era distante, sendo eles os proprietários do artefato. Seria também criado gráficos para identificar horários nocivos e informar aos usuários o perigo da as altas temperaturas e baixa umidade. O circuito do primeiro protótipo pode ser observado na Figura 1.

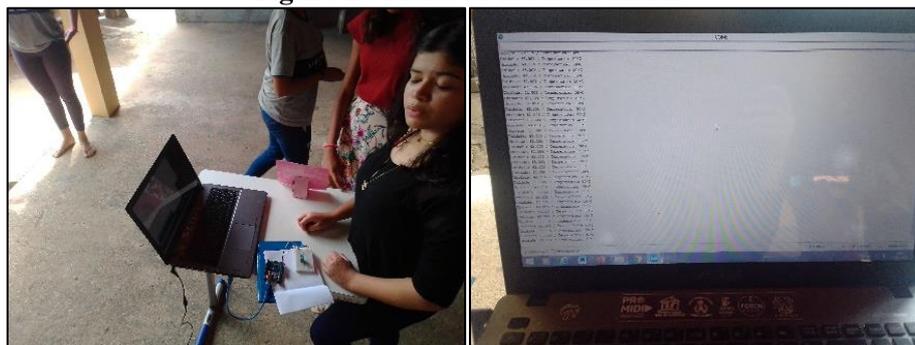
**Figura 1:** Miniestação meteorológica (protótipo)



Fonte: Projeto Decolonizando Tecnologias (2023)

O nosso primeiro protótipo apresentou um circuito simples com um sensor *DHT11*, uma protoboard e um Arduino, mostrando as leituras no monitor serial. Na Figura 2, uma das alunas faz a coleta de dados durante o intervalo na escola.

**Figura 2:** Coleta de dados na escola



Fonte: Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

Desta primeira atividade surgiram algumas inquietações. A primeira delas era se as temperaturas coletadas estavam de acordo com aquelas mostradas na internet. Anotamos cinco medidas no intervalo de uma hora e calculamos a média das medidas da internet e das obtidas pelo robô, tendo uma diferença de 10%. Esse cálculo possibilitou abordar o conceito de média, além da ideia de coleta e análise de dados. Esses questionamentos, levantados e resolvidos, possibilitam um ambiente de aprendizagem baseado em RE para discutir e aprender ideias matemáticas que fogem do modelo predominante empregado na escola. Concordando com essa visão, Mafra e Santos (2022, p. 14-15) ainda acrescentam que

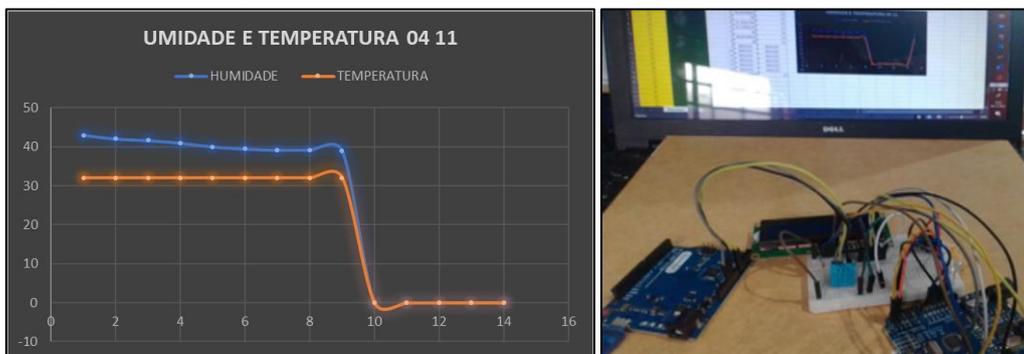
o conhecimento quando produzido em conjunto com os alunos, permite superar um paradigma que por muito tempo permanece nas escolas, concretizado em um modelo tradicional de ensino, onde a relação professor-aluno é de transmissor e receptor do conhecimento, respectivamente.

A necessidade de análise da situação em coletivo, onde os alunos tem voz, instiga-os a serem protagonistas, permitindo, segundo Pontes, Souza e Castro (2021, p. 7), “o desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para a promoção de sua autonomia”. Assim, quando solicitado que criassem gráficos para representar aquelas informações, houve uma resistência, sendo sugerido por um deles que utilizássemos planilhas eletrônicas. Emergem outros questionamentos: Como integrar o Arduino a uma planilha eletrônica? Como ele vai digitar os dados na planilha? Como vai gerar o gráfico?

As interrogações elencadas foram resolvidas através de pesquisas na internet. Encontramos uma biblioteca chamada *keyboard.h* que funcionava em um Arduino, modelo Leonardo. Ela permite transformar a placa em um teclado. O protótipo inicial gerou um gráfico (Figura 3) o que trouxe possibilidades diversas de discussão sobre os dados coletados e como poderiam ser ampliados. Segundo Santos (2023), tais atividades

apresentam na prática uma necessidade de uso da estatística, excedendo a simples organização e visualização de dados nos gráficos, mas acima de tudo, compreendendo sua fonte e aplicação.

**Figura 3:** Gráfico gerado com Arduino Leonardo integrado a uma planilha eletrônica



**Fonte:** Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

O decréscimo abrupto observado no gráfico corresponde ao desligamento da placa. Visualizamos também um aumento gradual da temperatura e redução da umidade, pontos que poderiam ser explorados em discussões. Uma atividade adjacente que poderia ser incorporada seria a construção de um banco de dados coletivo, com registro de temperaturas em diversos ambientes e durante o ano. Castro (2012, p. 164), ao discutir as possibilidades da abordagem da estatística com o uso de tecnologias complementa que é possível criar “uma diversidade de situações complexas de confronto de dados, propiciando que estudantes de níveis mais avançados ampliem seus conhecimentos, utilizando diversos tipos de gráficos (barras, setores, histogramas, linhas)”.

### **Exposição aos raios solares: discussões sobre o perigo doenças de pele para uma feira sobre o nordeste na UEPAS**

Uma das estudantes, ao ser questionada sobre o protótipo de um sensor de radiação solar e sua relevância, respondeu que a cidade tem altas temperaturas e muitas pessoas sofrem com problemas de pele. Mostrando como os alunos estão conscientes sobre os problemas locais. O projeto em discussão tem um módulo sensor de radiação UV *GY-8511* que detecta a luz ultravioleta, produzindo uma um sinal analógico de acordo com a luz captada (Santos, 2023). Ao coletar e analisar esses dados sobre a intensidade da radiação UV, identificando padrões sazonais e horários de maior exposição, os alunos e a comunidade podem desenvolver uma melhor compreensão dos riscos associados a exposição ao sol (Souza; Santos; Castro, 2024).

Um fato interessante foi que o sensor de UV foi montado junto com o sensor de temperatura e umidade, mostrando a integração de componentes e códigos, sendo adicionada também uma tela LCD. Nesse protótipo, era feita a leitura e a tela informava sobre potenciais riscos, dando dicas para se protegerem (Figura 4).

**Figura 4:** Realização de leitura em ambiente externo



**Fonte:** Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

Na Figura 4, o sensor mostra que há uma alta taxa de radiação, informando que é necessário aumentar os cuidados. A partir dos dados coletados, foi construído um gráfico para mostrar os horários de maior radiação UV (Figura 5). A intenção principal foi organizar os dados para torná-los acessíveis, facilitando a leitura e permitindo que a comunidade compreenda os riscos da exposição ao sol em determinados horários.

**Figura 5:** Gráfico parcialmente preenchido



**Fonte:** Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

No trabalho os alunos trabalharam a coleta, organização e representação dos dados a partir de um problema local. Complementando o estudo estatístico, foi possível promover um momento de reflexão sobre os dados da radiação, desencadeando nos participantes reflexão, criticidade, autonomia e protagonismo (Souza; Santos; Castro, 2024). Com todo o estudo realizado, os alunos apresentaram, em uma feira, o resultado

do estudo abordando os perigos da radiação solar e como se protegerem. Na Figura 6, mostramos a participação dos alunos no evento.

**Figura 6:** Apresentação dos resultados do estudo sobre a radiação solar.



**Fonte:** Projeto Decolonizando Tecnologias (2022)

Os alunos produziram seus próprios dados e encontraram formas de representá-los, atribuindo um significado a partir do seu contexto local, ao mesmo tempo que podem gerar uma transformação social com esse novo conhecimento. Todos esses elementos contribuem para a viabilidade da abordagem de conceitos estatísticos na escola partir do Arduino, fomentando nos estudantes um “sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da Matemática e da arte de construir modelos intelectuais” (Papert, 1985, p. 17).

Souza (2023), ao unir estatística e robótica, acrescenta que, à medida que os alunos criam seus robôs, eles também constroem conhecimentos estatísticos sobre o seu contexto, pertinentes às situações propostas. A autora ainda menciona a emersão de um processo investigativo, colaborando para o desenvolvimento do LE, contribuindo para “contribuições durante a leitura crítica de estatísticas produzidas por outras pessoas” (*Ibidem*, 2023, p. 156). Essa afirmação se alinha com toda a situação empreendida, na qual os estudantes partem de um problema da comunidade, iniciam em um processo investigativo e, ao final, entregam um produto que beneficiará a todos.

No percurso, os alunos conhecem o processo de construção de um dado conhecimento e como pode ser transmitido para a comunidade. Para além das conexões de fios, componentes e programas, podem agora desenvolver uma reflexão e criticidade sobre origem dos dados, percebendo que podem, eles mesmos, construírem suas tecnologias em prol da coletividade. Ponderamos que as atividades com estatística e robótica estabelecem formatos que colaboram para que os alunos possam ser capazes de

analisar dados e checar a veracidade informações nessa sociedade da informação, atuando de forma consciente no meio social. Nisto, temos a configuração do Letramento Estatístico segundo Pontes, Souza e Castro (2021).

## **Conclusão**

A educação é também um espaço que sofre influências externas e as mudanças ocorridas na sociedade naturalmente reverberam nesses espaços. Então, é importante assumir que a escola precisa ser um palco de transformações em uma dinâmica que rumo ao desenvolvimento de capacidades, habilidades e competências nos alunos para lidarem com os problemas atuais. Nesse sentido, não mais é suficiente prender os alunos em uma sala e limitá-los ao conhecimento ofertado por meio de recursos e metodologias ditados pelo currículo.

Partindo disso, precisamos pensar em atividades que permitam a exploração dos ambientes externos, das suas realidades, conhecendo-as e tomando decisões em benefício coletivo, além de integrar diferentes componentes curriculares para a construção do conhecimento. Alinhado a esses pressupostos podemos olhar a RE, que conforme Moreira *et al.* (2015, p. 3), tem o potencial de unir diferentes áreas do conhecimento, uma vez que a “construção de um novo mecanismo, ou a solução de um novo problema, frequentemente, extrapola a sala de aula”.

Conforme Santos (2023), a RE deve acontecer por meio de um ambiente de aprendizagem, que mobiliza e desenvolve conhecimentos matemáticos que perpassam o seu cotidiano. A partir de problemas reais, os estudantes adentram em um processo investigativo que possibilita, por meio do Arduino, a coleta, organização e representação dos dados de maneira legível, utilizando gráficos e esquemas que fundamentam opiniões, orientando a tomada de decisão.

Para tal, foi criado um curso de robótica no âmbito do Projeto Decolonizando Tecnologias e Entrelaçando Comunidades objetivando o desenvolvimento de tecnologias por meio do Arduino para automatizar soluções. O recorte selecionado apontava para um problema comum, as altas temperaturas do nordeste brasileiro, direcionando assim todo o trabalho de pesquisa. Nesse sentido, conforme Castro, Souza e Santos (2023, p. 7), o “processo investigativo foi importante para que os estudantes pudessem compreender problemas da escola e da comunidade, como forma de entender melhor os problemas e

poder propor soluções”. As autoras também corroboram que a capacidade de compreender informações e tomar decisões deve ser desenvolvida ao longo da Educação Básica.

Nas atividades, os alunos demonstraram resistência em fazer os registros das temperaturas a mão, propondo a utilização de uma planilha eletrônica. Percebemos que todo o ambiente constituído de automatização de soluções abriu precedentes para que os estudantes pudessem pensar em soluções além, não bastava apenas registrar; poderíamos também transformar aquelas leituras em um gráfico sendo ajustado em tempo real. Isso permite uma visão ampla das variações da temperatura e umidade durante o dia, evidenciando a necessidade de uma maior hidratação em determinados horários, por exemplo.

Outra percepção é que as temperaturas obtidas na internet variam em relação àquelas da miniestação, podendo utilizar, além da média, outras medidas como desvio padrão e ou coeficiente de variação. A partir de então, surgem diversos caminhos para investigação e ampliação da proposta, abrangendo outros conhecimentos que podem ser explorados. Enfatizamos a posição do professor, que se torna o gerente de um fluxo, conduzindo as relações dos alunos com o saber, muitas vezes fazendo descobertas em conjunto.

O segundo robô construído, com a função de coletar dados da radiação UV, classificar e informar sobre a necessidade de proteção, trouxe maiores desafios. Foi necessário integrar mais componentes e entender o significado e impacto daqueles números. Uma maneira para traduzi-los foi realizar leituras ao longo do dia e classificar, por meio de cores, os horários em que a exposição ao sol era nociva. Todo aquele contexto trazia um outro ponto, a necessidade de informar às pessoas sobre os perigos da radiação e como poderiam se proteger.

A apresentação na feira, em uma outra escola, trouxe os alunos ao palco, eram responsáveis por administrar o tempo, mostrar o funcionamento do protótipo e os resultados, ou seja, quais os horários em que foi identificada uma maior radiação. O papel assumido pelos participantes do curso é uma configuração necessária para que possam ser protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

Complementando Castro, Souza e Santos (2023, p. 9), ao descrever as atividades do projeto Decolonizando Tecnologias, inserem que os alunos foram capazes de

“trabalhar colaborativamente; desenvolver a empatia ao buscar solucionar algo que sirva para uso coletivo ou resolução de problemas; uso ético e adequado das tecnologias digitais”. Ao lidar com dados, analisar, compreender e representar, questionar os sistemas que mostram informações da comunidade, são substratos para o desenvolvimento de competências fundamentais como pensamento estatístico, habilidades de programação e criatividade (Santos, 2023).

Os ambientes de aprendizagem baseados em robótica podem ser delimitados por um tópico específico, onde será o objetivo central, mas deverão ser flexíveis para permitir a presença de outros componentes do currículo. No caso das discussões apresentadas até aqui, centramos na Estatística, mas coexistem outros conhecimentos que, por muitas vezes, passam despercebidos ou são mobilizados pelos alunos de maneira inconsciente. Portanto, é importante que esses ambientes estejam sempre abertos a trabalhos interdisciplinares, coexistindo, assim, diversas possibilidades gerenciadas pelo professor.

## Referências

- ALTOÉ, A.; PENATTI, M. M. O Construtivismo e o Construcionismo fundamentando a ação docente em ambiente informatizado. In: ALTOÉ, A.; COSTA, M. L. F.; TERUYA, T. K. (Orgs.). **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá: EDUEM, 2005. p. 55-67.
- BARBOSA, F. C. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. 2011.
- BARBOSA, F. C. *et al.* Robótica Educacional em prol do Ensino de Matemática. *Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE)*. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 2015, Maceió/AL. **Anais [...]**. Maceió: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. p. 486-495. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.271>
- BLIKSTEIN, P. **Viagem em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação**. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 837-856, jul/set. 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-970220164203003>
- BLIKSTEIN, P.; SILVA, R. B.; CAMPOS, F.; MACEDO, L. **Tecnologias para uma educação com equidade: Novo horizonte para o Brasil**. Relatório de Política Educacional (2021), Brasília, Março/2021.
- CAMPOS, F. R. **Robótica Educacional no Brasil: Questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. *RIAEE - Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 12, n. 14, p. 2108-2121, out/dez. 2017.
- CASTRO, J. B.; SOUZA, M. S. M. X.; SANTOS, F. V. Decolonizando Tecnologias e entrelaçando comunidades: da investigação de problemas à criação de artefatos. In: *WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 29. , 2023, Passo Fundo/RS. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023 . p. 486-495. DOI: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.234868>.
- CÉSAR, D. R.; BONILLA, M. H. S. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito - Minas

Gerais – Brasil. In: **XXVII Congresso da SBC**, 2007, Rio de Janeiro, RJ. Anais (on-line). Rio de Janeiro: Congresso da SBC, 2007.

FADEL, C. BLACK, A. TAYLOR, R. SLESINSKI, J. DUNN, K. **Educação para a era da inteligência artificial** [Tradução Marcelo Shild Arlin] -- 1. ed. -- São Paulo: Fundação Santillana, 2024.

GAL, I. Adult statistical literacy meanings, components, responsibilities. **International Statistical Review**, The Hague, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.

HAREL, I.; PAPERT, S. (Eds.). **Construcionismo**. Norwood: Editora Ablex, 1991

MAFRA, J. R. e S.; SANTOS, I. P. dos. Robótica Educacional e aprendizagem de Matemática: integrando experimentações com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca de conceitos geométricos. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 27, p. 01–18, 2022. DOI: 10.30938/bocehm.v9i27.8091.

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

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. [Tradução Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva, Silas Franco dos Reis Alves.] - 1. ed. São paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014

MOREIRA, A *et al.* Construção de um Robô Móvel Teleoperado de Baixo Custo para Aplicação em Aulas Práticas de Robótica. **Conference: 6th Workshop of Robotics in Education (WRE 2015)**At: Uberlândia - MG, Brasil, October 2015

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PONTES, M.; SOUZA, M.S.M.X; CASTRO, J. Estatística nos anos iniciais do Ensino Fundamental: as experiências de duas professoras após um processo de formação colaborativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-19, 2021.

SANTOS, F. V. **A utilização do Arduino como recurso didático pedagógico para o Ensino de Matemática**. Dissertação (Mestrado)–Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2023. 235 p.

SOUZA, M. S. M. X. **O pensamento computacional e o Letramento Estatístico Digital: possibilidades para o ensino de estatística**. Dissertação de mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM), Fortaleza, 2023.

SOUZA, M. S. M. X; SANTOS, F. V.; CASTRO, J. B. Decolonizando Tecnologias por meio da Educação Matemática. **REVEMOP**, Ouro Petro/MG, Brasil, v. 6, e2024014, 2024. <https://doi.org/10.33532/revemop.e2024014>

## 5- Todo salto precisa de uma rampa, ser *maker* só se descobre quando se faz

---

*Fernando da Costa Barbosa*

*Arlindo José de Souza Junior*

*Muriell Francisco da Costa*

### **Introdução**

Todo começo precisa de coragem, pois é um caminho nunca trilhado, um momento de calafrio e expectativa em algo que é novo e desconhecido. Iniciar com a robótica não foi um caminho fácil, mas muitos eventos corroboraram na construção de uma história bonita e uma rede coletiva de aprendizagem de robótica. Nesse sentido, esse texto resgata momentos-chave da trajetória do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME), destacando o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao contexto da Robótica Educacional (Barbosa, 2011, 2016).

A robótica já vinha sendo semeada muito antes do que imaginávamos. O professor Arlindo José de Souza Junior, meu orientador, nos relatava, de forma informal, que durante sua graduação estudou o *software* Logo de Seymour Papert. Curiosamente, foi também por meio desse autor que tivemos contato com uma das primeiras leituras em uma iniciação científica na graduação. O capítulo estudado fazia parte do livro *A Máquina das Crianças*. Mesmo em 2025, essa obra permanece atualizada e toda a produção de Papert parece se encaixar ainda mais na realidade contemporânea do que na época em que foi escrita.

Apesar do primeiro contato com as obras daquele que consideramos o “pai da Robótica Educacional”, ainda não era o momento certo. Não tínhamos maturidade suficiente para construir e produzir os conhecimentos necessários para essa área. No entanto, nada acontece por acaso. Fui convidado a participar de outros projetos de pesquisa, onde tive a oportunidade de explorar novas metodologias e recursos voltados

para o ensino com computadores. Aprendi sobre Objetos de Aprendizagem, *Webquests*, Modelagem Matemática, *Blogs*, Informática e Ensino. Aos poucos, todas essas experiências começaram a convergir, preparando o caminho para um projeto maior e mais abrangente.

Em 2008, já atuando como docente em uma escola, surgiu a necessidade de orientar um grupo de alunos(as) do Ensino Fundamental em um projeto de iniciação científica. Apesar de já ter concluído a graduação, o vínculo com a universidade permanecia vivo e gratificante. Em uma conversa com meu orientador, prof. Arlindo, compartilhei minha dificuldade em definir um tema para trabalhar com os estudantes, foi então que ele mencionou a robótica e um projeto que estava desenvolvendo. Foram essas trocas de ideias, oportunidades valiosas de aprendizado e crescimento, que inspirado por sua sugestão, solicitei a ele a possibilidade de explorar esse tema. Esse foi um grande passo e os desdobramentos dessa escolha transformariam não apenas minha trajetória, mas também a caminhada coletiva que se formou a partir dela.

A pesquisa científica envolve experimentação. Hoje reconheço que tive o privilégio de participar do teste inicial — a etapa zero — e sou imensamente grato por essa oportunidade. Dessa experiência com as crianças, nasce o projeto “Julia I” (Barbosa, 2026, p. 21) e essa história será relatada a seguir, pois merece uma seção exclusiva.

### **Beetlebot: Julia I**

Na tese de Barbosa (2016) esse momento é relatado na introdução. No ano de 2008, como professor da Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia (ESEBA-UFU), tive o prazer de realizar minha primeira orientação científica com estudantes do Ensino Fundamental. Orientei um grupo de estudantes em um programa da escola voltado para a iniciação científica, no qual a robótica se tornou o eixo central das discussões e das práticas pedagógicas ao longo daquele ano letivo. Junto aos estudantes e estagiários(as), mergulhamos no estudo e na pesquisa sobre o tema, buscando compreender seus fundamentos e aplicações. No entanto, apesar do embasamento teórico construído, sentíamos que algo ainda faltava para consolidar o trabalho. A ausência de recursos financeiros limitava significativamente nossa criatividade, dificultando a materialização das ideias e restringindo nossa participação na feira escolar a um simples banner com conteúdo teórico.

Durante uma das reuniões com os estudantes, um deles trouxe um vídeo, fruto de sua pesquisa na *internet*, mudando nossa história daquele encontro anual de Iniciação Científica Discente. O vídeo era de um robô autômato, denominado “*Beetlebot*”<sup>2</sup> (Figura 1 e 2), feito de materiais eletrônicos reaproveitáveis, alguns disponíveis em nossas próprias residências, e outros, em lojas de peças para eletrônicos, como motores e suporte de pilhas. O desejo de construir esse robô foi instigado pela sua simplicidade e facilidade aparente de aquisição dos materiais, frutos de sucata e de brinquedos dos próprios integrantes do grupo. Logo, o ano de 2008 é um marco da nossa primeira experiência educativa concreta com robótica no âmbito livre.

**Figura 1:** Criança desenvolvendo a construção do *Beetlebot*



Fonte: Barbosa (2016, p. 219).

**Figura 2:** Componentes do *Beetlebot*



Fonte: Barbosa (2016).

O termo “livre” vem da robótica livre trabalhada por Cesar (2009) ou de robótica pedagógica livre (Cesar, 2013), a qual se refere à utilização de sucatas eletrônicas e *softwares* livres para a montagem de robôs. Esse processo é entendido como qualquer

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.slideshare.net/acessasp/tutorial-beetlebot>. Acesso em: 9 jan. 2025.

recurso eletrônico que possa ser aproveitado, oriundo da sucata ou não, mas que seja flexível no processo de construção.

Além de terem acesso a materiais livres, os estudantes também tinham a autonomia para explorar diferentes abordagens e inovar em suas criações. O grupo demonstrou criatividade ao expor seu trabalho, utilizando estratégias que despertaram o interesse do público que interage com o projeto desenvolvido. Embora seu primeiro robô tenha sido a reprodução de um já existente, mostrar um robô funcionando no local de apresentação atraiu a atenção de colegas e pais, um verdadeiro reconhecimento ao esforço e trabalho daquele grupo. O mais significativo nessa experiência foi evidenciar que, com oportunidade e incentivo, os(as) estudantes são plenamente capazes de criar e realizar.

A capacidade de autonomia, criatividade e produção devem ser mais exploradas com os estudantes, buscando uma diferenciação do currículo educacional muitas vezes praticado atualmente, que é “passivo, baseado em aulas expositivas não é somente uma prática pedagógica pobre. É o modelo de ensino mais compatível com a promoção da autoridade dominante na sociedade e com a desativação da potencialidade criativa dos alunos” (Freire; Shor, 2011, p. 28). A forma como a iniciação daqueles estudantes ocorreu já era uma mudança na prática de aprender, eram seus primeiros passos em direção à liberdade, estavam ali transgredindo uma prática passiva de exposição.

Na condição de orientador-aprendiz, manifesto meu sentimento como explosivo. Foi maravilhoso ter visto o robô “Julia I”, homenagem à única menina do grupo, movimentar-se pela sala e ver o sorriso dos estudantes de missão cumprida, de que eles podem fazer. Acredito que uma razão do sucesso esteve na relação que tive com os estudantes, apoiando-os, acreditando em sua capacidade, trabalhando. Os(as) estudantes ali estavam sendo parte do rigor científico, rigor no sentido de “desejo de saber, uma busca de resposta, um método crítico de aprender” (Freire; Shor, 2011, p. 18).

Em síntese, esse robô vindo da curiosidade dos alunos, um grupo de crianças 4 discentes do 6º ano e 6 discentes do 9º ano. Um desafio educacional para qualquer professor/orientador, mas o resultado foi um robô de sucata, feito por crianças, que se viram autores, mesmo replicando um modelo existente, mas nunca conseguirei externar com perfeição ver crianças dando “vida” a uma máquina, sendo reconhecidas pelo que fizeram por visitantes a sua sala de apresentação. A autoria tomando forma, faça você mesmo, construa. A princípio parece uma ação tranquila e fácil, mas onde conseguir as

peças, como fazer, testar e testar o protótipo até conseguir funcionar como desejado envolve vários sentimentos, que tem relação com a aprendizagem.

A Robótica Educacional Livre foi o primeiro projeto que desenvolvemos, nesse sentido o primeiro experimento. No ano de 2009 fomos para outra escola, onde uma professora de Matemática da rede municipal aderiu a ideia e fizemos um trabalho com seus alunos de montar esse mesmo robô. Era também um projeto de Extensão da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) financiado pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEX). Nesta mesma escola, em 2010, continuávamos uma pesquisa financiada. O prof. Arlindo havia aprovado um projeto junto a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), permitindo dar continuidade a pesquisa e até aquisição de novos recursos. O que se segue é o relato deste momento.

### **A rampa: para saltar é preciso ganhar velocidade**

O que vamos descrever aqui está em Barbosa (2011), mas diria que todo salto precisa de impulso. Se vamos saltar por exemplo de bicicleta, precisamos ganhar velocidade, só então nosso objetivo pode ser contemplado. Trabalhar com robótica não é simples, aqui que os rumos tomados desde 2004 começam a convergir, como foi dito anteriormente, nada é por acaso.

Todo esse caminho de pesquisa e os que se seguem tem uma metodologia, a pesquisa qualitativa de Fernando Gonzales Rey, em que a pesquisa dessa natureza é “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados” (Rey, 2005, p. 105). Recordando esse trilhar de caminho é que vimos mais sentido ainda nesta metodologia e epistemologia proposta por esse autor.

A proposta era a mesma, fazer o robô *Beetlebot*, mas buscar transcender a reprodução, criar algo novo. Antes do construir o robô começamos com uma nova atividade experimental. As atividades foram desenvolvidas dentro do Laboratório de Informática tiveram a duração de um semestre. Foram realizadas atividades de montagens de carrinhos e estudo matemático de seus movimentos em uma rampa (Figura 3), concluindo o projeto com um robô autônomo. Esse ano de 2009, estávamos iniciando um processo de construção de uma metodologia de trabalho com robótica. Tínhamos, até

então, nossas experiências em trabalhar projetos de modelagem Matemática no cotidiano da escola.

**Figura 3:** Fotografia da rampa de madeira



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 81).

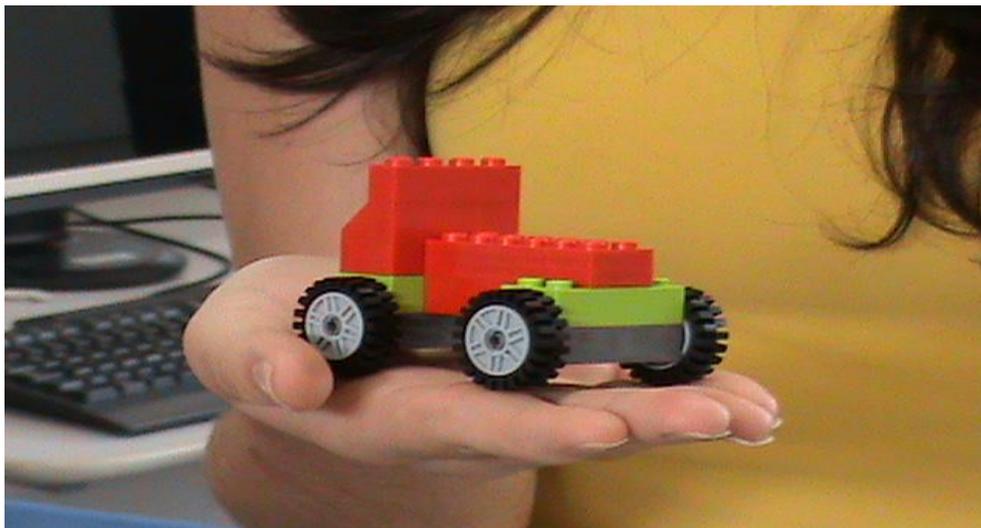
No trabalho com a robótica, buscamos discutir conceitos ou conteúdos científicos. Das leituras já realizadas, muito era mencionado sobre o potencial interdisciplinar ao se trabalhar com robótica. Assim, trabalhar com a rampa era um desafio interdisciplinar. A atividade com a rampa de madeira era mais que um momento de discussão interdisciplinar, era também uma atividade lúdica, onde realizamos competições de carros (Figuras 4 e 5) produzidos com blocos da LEGO®.

**Figura 4:** Fotografia de uma corrida com os diferentes carrinhos confeccionados



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 82).

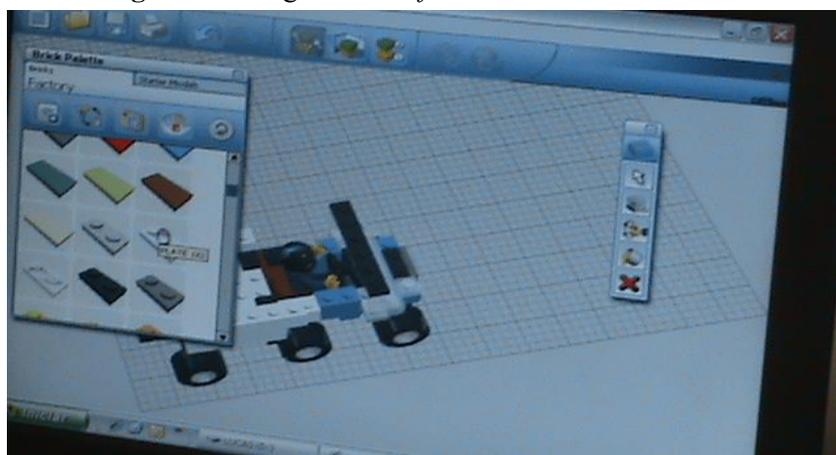
**Figura 5:** Fotografia de um carrinho feito de LEGO®



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 82).

Na atividade de produção de carrinhos, os alunos(as) também produziram seus protótipos no *software LEGO® Digital Design (LDD)* que possui uma biblioteca de peças da LEGO®, possibilitando ao usuário construir montagens virtuais. Na Figura 6 podemos observar a tela do *software* e uma montagem sendo executada por um grupo.

**Figura 6:** Fotografia do *software* LDD sendo utilizado



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 82).

A cada aula de montagens, as equipes tinham que projetar seus carrinhos de acordo com novas condições, ou seja, os participantes eram estimulados a resolver problemas e buscar respostas para questionamentos feitos especificamente para aquelas montagens. Cada equipe funcionava como uma verdadeira equipe de corrida, adotando nomes próprios e mantendo suas criações em sigilo. Para preservar a originalidade de seus projetos, os comentários nos *blogs* eram restritos, garantindo que apenas os membros do grupo tivessem acesso às discussões e estratégias desenvolvidas. Além dos integrantes da

equipe, os professores tinham acesso para acompanhar o processo de produção dos alunos(as). A não socialização dos *blogs* dos alunos(as) foi uma decisão da equipe de pesquisa em preservar a identidade e estimular produções diferentes por cada equipe.

Entretanto, o que mais nos chamou a atenção durante as atividades foi a capacidade de se organizarem. Uma situação em especial chamou a atenção: durante as competições, um problema na rampa atrapalhou a descida de todos os carrinhos ao mesmo tempo. Os alunos decidiram então, mudar as regras, descer um de cada vez e cronometrar individualmente a descida com seus celulares, registrando o tempo na lousa disponível no ambiente. Eles se organizaram e desenvolveram a atividade, apenas os primeiros passos foram orientados pelos professores.

A respeito desse comportamento, temos que “a regra do jogo nasce espontaneamente de um amor à ordem e do desejo de afirmação da personalidade” (Chateau, 1987, p. 74). Uma característica lúdica que Chateau (1987, p. 74) completa dizendo que “a regra é objeto de amor, todo o comportamento lúdico das crianças o proclama.” Nesse sentido, o ambiente de robótica apresenta grande ligação com o lúdico, com a constituição de regras e ordem, como observamos no parágrafo anterior ao falar de um momento na trajetória do projeto.

Na literatura pertinente ao assunto, o lúdico deixou de ser focado como uma característica própria da infância, abandonando-se a idéia romântica do brincar apenas como uma atividade como uma atividade descomprometida de resultados e passou a ser colocado em patamares bem mais elevados e com conotações que envolvem todas as frases do desenvolvimento humano. Assim, a expressão *homo ludens* é uma nomenclatura que começa a fazer parte de nosso cotidiano e, o homem, sem perder sua condição de adulto sério e responsável, passa a dar um novo sentido a sua existência pela via da ludicidade, recuperando a sensibilidade estética e enriquecendo seu interior (Santos, 2006, p.13).

Uma brincadeira que parece simplista, é um ambiente de aprendizagem interdisciplinar que trouxe problemas que em 2009 não seria possível resolver, como, por exemplo, se o tamanho das rodas influenciaria na velocidade. Faltava envolvimento de outros professores(as) como de Física. Hoje em 2025, inteligências artificiais podem orientar na solução deste tipo de problema, que é uma aprendizagem baseada em problemas, já que este problema se desmembra em outros problemas relacionados.

Esta atividade trabalhou *design* de projeto a partir de um problema comum. As regras colocadas estabeleceram os parâmetros de avaliação dos vencedores. A competição estava imersa, mas a aprendizagem estava na relação social do grupo em resolver

problema, analisar as variáveis, adaptar-se as novas condições, estabelecer soluções e estratégias de forma criativa. O conhecimento matemático, ainda que superficial envolvia probabilidade. Vejam que neste trabalho, usamos das aprendizagens de outros projetos de pesquisa para agregar na construção e no registro das ações, tendo as reflexões dos sujeitos desta pesquisa.

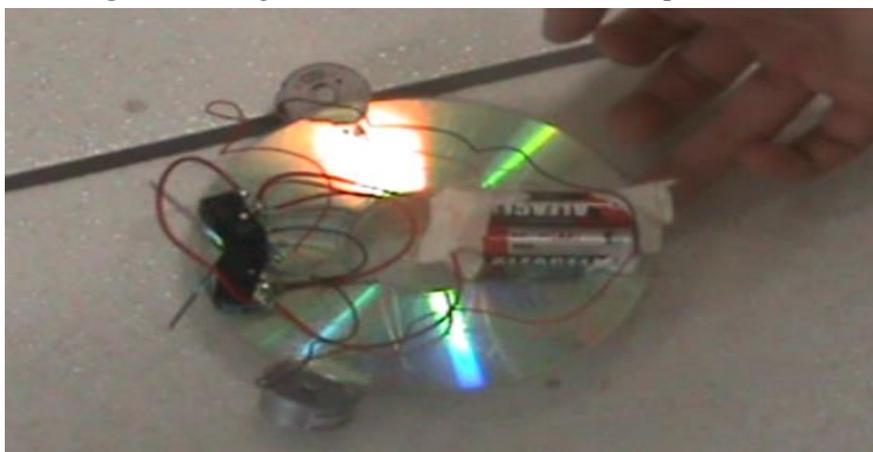
Apesar que o termo participantes é mais recomendado, quero trazer um parêntese por dizer que são sujeitos. Entendemos que as pessoas que aceitaram fazer parte da pesquisa são jovens, mas no sentido defendido por Dayrell (2003), em que jovens são sujeitos sociais. E sujeito é um ser singular que se apropria do social, transformado em representações, aspirações e práticas, que interpreta e dá sentido ao seu mundo e às relações que mantém (Dayrell, 2003, p. 44).

Usar os termos sujeitos não de pessoas que subordinaram e jovens não como pessoas a “vir a ser”, como a escola atual vê o jovem segundo Dayrell (2003). Precisamos apreender a ver os jovens como sujeitos, capazes de agir e transformar sua realidade, tornando-os assim parceiros das ações propostas (Dayrell; Moreira; Stengel, 2011, p. 39).

### **Beetlebot: o regresso**

Para finalizar o ano de 2009, construímos um robô chamado *Beetlebot* (Figura 7), já construído em outra escola no ano de 2008. A construção desse robô proporcionou aos alunos a experiência de montar um robô, mostrar que são capazes de construir, melhorar ou desenvolver algo, uma experiência compensadora.

**Figura 7:** Fotografia de um *Beetlebot* construído pelos alunos



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 84).

Como já mencionamos, utilizamos a metodologia *Webquest* para orientar as atividades e criar um ambiente de reflexão e produção. Além disso,

Este modelo de navegação pela Internet, criado por Bernie Dodge ajuda educadores a alcançarem, entre outros, os seguintes objetivos: modernizar modos de fazer Educação, garantir acesso a informações autênticas e atualizadas, promover aprendizagem cooperativa, desenvolver habilidades cognitivas, transformar ativamente informações (em vez de apenas reproduzi-las), incentivar a criatividade, favorecer o trabalho de autoria dos professores e propiciar o compartilhar de saberes pedagógicos. Nesta metodologia, os alunos são instigados a buscar na rede mundial de computadores informações necessárias, a fim de poderem resolver um problema significativo. O tratamento da informação ultrapassa o simples registro de dados, da tarefa de copiar e colar, exigindo dos discentes a interpretação, seleção, comparação e compilação de dados. Além disso, o papel do professor se torna ainda mais importante, no momento em que o mesmo passa a agir como orientador ou facilitador. Assim, acompanhando todo o desenvolvimento da tarefa e desafiando o aluno a refletir constantemente sobre os significados envolvidos (Cardoso; Souza Junior, 2008, p. 5).

Como o cerne de uma *Webquest* é a Tarefa, a tarefa de construção do *Beetlebot* foi melhorada a cada semestre. O objetivo foi proporcionar um ambiente de reflexão e criação. Assim, além de replicar o modelo de robô o grande desafio cognitivo e de execução foi criar uma aplicação, ressignificar o robô. Isso culminou em 5 projetos diferentes

A equipe “Meninas Robóticas” desenvolveu um robô com nome de *Hachi* (Figura 8), que foi pensado em um robô para lavar louças, no entanto, por questões materiais e pela complexidade do projeto, o grupo teve que desenvolver uma estratégia nova, um robô cuja função seria limpar o chão por onde passa.

**Figura 8:** Robô *Hachi* (Equipe Meninas Robóticas)



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 121).

Já a equipe “Xisde”, inicialmente pensou um projeto que atendesse o ramo de jardinagem e fosse possível ser controlado à distância. Os materiais adquiridos e disponibilizados na construção foram incompatíveis, o peso e a potência do motor não permitiriam ao robô se locomover. Aquele projeto precisava de uma oficina para manusear os materiais certos. Inicialmente, o grupo se sentiu incapaz, mas por intervenção do coletivo, orientamos os alunos a guardar a ideia para outro momento e pensar em algo dentro das possibilidades. Para auxiliar todos na sala, levamos algumas possíveis bases para os robôs em desenvolvimento, sendo uma delas utilizadas pelo grupo e construído um Robô Alarme (Figura 9).

**Figura 9:** Robô Alarme (Equipe Xisde)



Fonte: Barbosa (2011, p. 122).

A equipe “Zoa” desde o princípio do projeto teve um interesse especial pela espionagem, tanto que o robô pensando pelo grupo tinha cunho de espionar. O robô espião (Figura 10) já existe no mercado para o público, mas é um brinquedo extremamente caro.

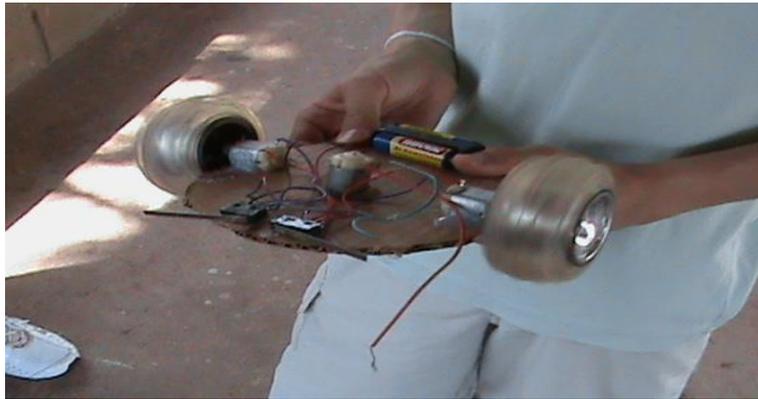
**Figura 10:** Robô espião (Equipe Zoa)



Fonte: Barbosa (2011, p. 123).

A equipe “Robótica Maluca”, a princípio, pensou um robô chaveiro para carregar chaves, em seguida um robô porta-refrigerante, para levar a bebida a quem quiser. Considerando que eles precisavam ter que vender essa ideia a outras pessoas, acreditamos que o grupo procurou nas necessidades cotidianas deles uma função que fosse aceita como prioridade. Assim, nasceu a ideia do “Robô *Clean House*” (Figura 11).

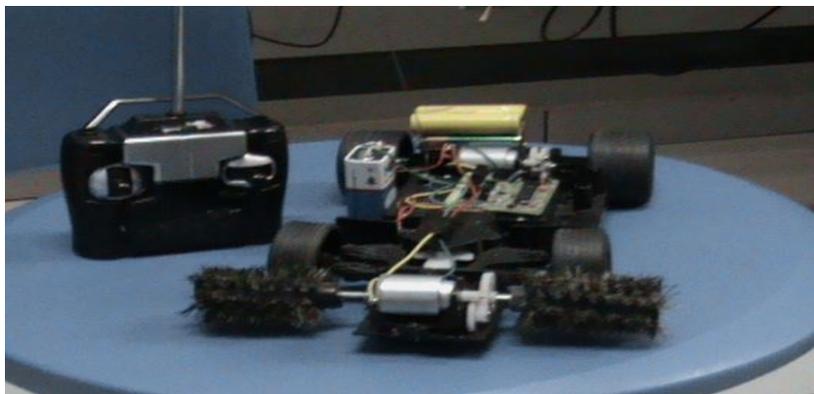
**Figura 11:** Beetlebot Joaquina *Clean House* (Equipe Robótica Maluca)



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 123).

A equipe “Três mosqueteiras” criou o Robô Varredor (FIGURA 12) e foi a que mais mudou de projeto. O primeiro protótipo foi o braço mecânico, mas por não encontrarem uma solução de fazê-lo movimentar com os poucos materiais que tinham, decidiram projetar um apontador elétrico, mas o motor não atendia às necessidades do grupo, em seguida pensaram um purificador de ar, para sugar a fumaça do cigarro. Todos os protótipos ficaram no desenho, nenhuma estratégia estava funcionando e o tempo ficando curto. Para a surpresa de todos, a equipe desenvolveu um robô com base em um carrinho de controle remoto que varresse o chão.

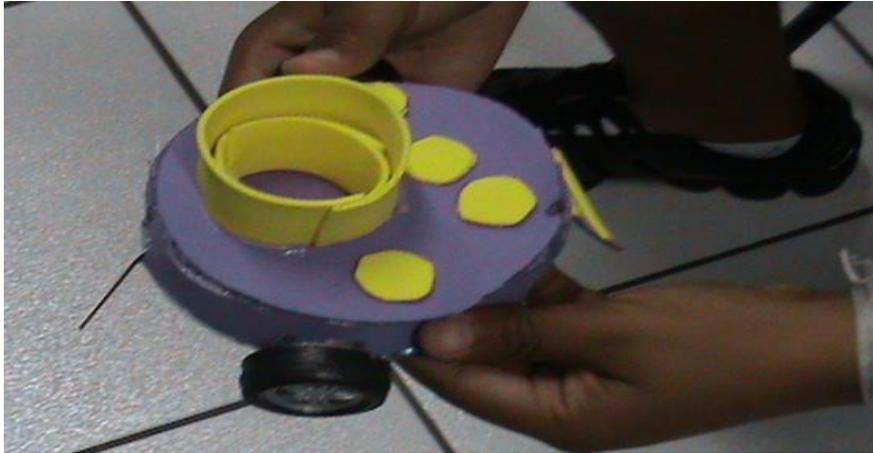
**Figura 12:** Robô Varredor (Equipe Três Mosqueteiras)



**Fonte:** Barbosa (2011, p. 124).

Com a equipe “*Megatron*” a concepção de uma aplicação pareceu ser simples, pensaram em um robô baleia que carregasse objetos (Figura 13).

**Figura 13:** Roleia (Equipe *Megatron*)



Fonte: Barbosa (2011, p. 125).

Na equipe MJL idealizaram um robô que ajudasse na limpeza de casa. O robô ficou finalizado com uma estrutura de carrinho (Figura 14).

**Figura 14:** Carrinho Robô (Equipe MJL)



Fonte: Barbosa (2011, p. 125).

Por fim, a equipe “2 homens e 1 segredo” que iniciou com um projeto diferente, um robô relógio despertador, que andasse quando despertasse, tentou resolver o maior problema do protótipo, fazer o robô ligar quando o despertador ativasse. Diante do problema, decidiram traçar um novo caminho: pegar alguns *leds* e fazer um robô “Lanterna Verde” (Figura 15), cuja aplicação seria indicar obstáculos durante uma noite sem luz elétrica, pois o robô ligava os *leds* quando batia em um obstáculo.

**Figura 15:** Robô Lanterna Verde (Equipe 2 homens e 1 segredo)



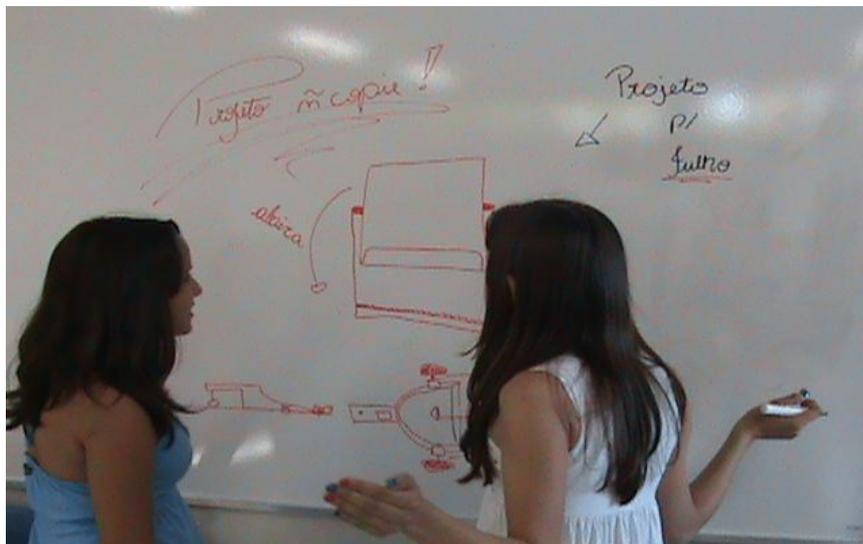
**Fonte:** Barbosa (2011, p. 126).

As questões investigativas propostas para a montagem do *Beetlebot* tiveram modificações de 2009 até 2011. Iniciamos com apenas a montagem do *Beetlebot*, em uma segunda etapa procuramos relacionar Matemática com a montagem, discutimos principalmente a forma geométrica que o robô poderia ter. O raciocínio lógico estava presente nos diálogos sobre como montar o robô. Da Matemática, já aprofundamos na complexidade de uma aplicação e desenho dessa montagem. Nesta última tarefa do *Beetlebot*, buscamos explicitar mais conceitos de Matemática, além das formas geométricas, a simetria e ângulos.

De todo esse trabalho na construção dos robôs, podemos destacar entre os indicadores de Lima (2011), o questionamento do novo conhecimento e procurar identificar uma aplicação, pois pensar uma aplicabilidade para um robô é uma quebra da rotina de aprendizagem e contempla esses indicadores, os alunos tiveram, além disso, que utilizar seus conhecimentos construídos, focalizando no objetivo da atividade. O interesse em produzir o robô se expressa claramente nos resultados de cada equipe. Dentre todos os indicadores, o mais evidente foi apresentar solução para lacunas ou conflitos de ideias, ou seja, os problemas que cada equipe teve no processo de construção e autoria exigiram novas estratégias, que todos conseguiram elaborar, mas nem todos implementaram a tempo.

## Conclusão

**Figura 16:** Fotografia de integrantes do grupo pensando em um novo *Beetlebot*



Fonte: Barbosa (2011, p. 145).

As considerações eu começo apresentando uma foto, que diz muito, sobre o caminho trilhado e o quanto ainda precisamos trilhar. Trabalhar com Robótica Educacional não é simplesmente montar robôs ou explorar matemática, mas é construir uma nova forma de aprender e transformar o sujeito social. Educação que transforma o ser passivo em um ativo na transformação de sua realidade e consequentemente de outros é uma educação que já nos ensinava Paulo Freire, é libertadora. Essas duas meninas, não foram incentivadas a ir ao quadro, foram por se sentir livres para criar, foram para pensar, foram para registrar as ideias, debater e foram categóricas ao escrever “Projeto para futuro”, “Projeto não copie”. Era um robô com um propósito social, limpar o pátio da escola, recolher lixo muitas vezes jogados pelos estudantes no chão. Hoje em 2025 vemos robôs desses em lares, empresas, são só robôs autônomos aspiradores de pó.

A grande dificuldade nesse projeto e dos outros foi conceber a ideia principal, foi preciso fazer adaptações a realidade para se conseguir fazer algo imediato. A verdade é que com uma impressora 3D, com cortadora a laser, Arduino, hoje todos esses projetos poderiam ser concebidos. A ideia só estava longe dos recursos ideias para o tempo. É um amargor de frustração, de não ter conseguido ser totalmente fiel ao projeto original. Mesmo frente aos desafios, todos concluíram uma ideia. Faltou recursos, materiais e conhecimento teórico em vários momentos. A Robótica Livre tem disso, frustra, mas é preciso persistência para construir, muito erros e problemas irão atravessar o caminho, mas o resultado será um projeto autoral, consagrado.

Todo esse caminho de Robótica Educacional Livre seria um salto para também uma Robótica Educacional proprietária, ou seja, uma nova experiência em Barbosa (2016), iniciada no final do projeto de Barbosa (2011). Mas queremos chamar a atenção, Barbosa (2011) juntamente com todos do NUPEME estavam trabalhando muito mais que robótica, hoje temos um nome melhor, estavam sendo *Makers*, fazendo eles mesmos os projetos, criando, cortando, soldando o material ao conhecimento científico. Moura (2019) quando explorou a Educação *Maker* trouxe a definição do que estávamos também fazendo, sem saber que era também *maker*. Segundo Moura (2019, p. 25) Educação *Maker* seja toda e qualquer ação ou atividade, com viés educativo que, utilizando-se das Tecnologias, conduza um processo de prototipação/construção/manutenção de um produto, físico ou digital, relacionando tal processo a um conteúdo científico.

O sujeito *maker* vem de faça você mesmo, a rampa que tanto nos fez ter impulso e saltar no início da robótica foi feito por um sujeito *maker*, meu pai Rubens Fernandes Barbosa, com seu saber da marcenária, seu saber do homem do campo, que de ante aos problemas que uma fazenda tinha, criar e solucionar os problemas, desenhou, cortou, pintou e levou essa rampa para a escola onde fizemos toda a pesquisa. Gratidão por alguém que acreditou na educação pública e sempre me apoiou! Eu Fernando, agradeço e dedico a ti, um ator fundamental para construirmos uma história tão linda!

## Referências

BARBOSA, F. C. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. DOI: doi.org/10.14393/ufu.di.2011.130.

CARDOSO, D. A.; SOUZA JUNIOR, A. J. Integração de mídias na educação matemática: webquest e sistemas de gerenciamento de cursos. In: **Horizonte Científico**, Uberlândia, n. 2, v. 2, dez; 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4054>. Acesso em: 09 mar. 2025.

\_\_\_\_\_. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. 2016. 366 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI: doi.org/10.14393/ufu.te.2016.62.

CESAR, D. R. Robótica Livre: robótica pedagógica com tecnologias livres. *Fórum Internacional de Software Livre*, [s. l], p. 1-6, 2005. Disponível em: [www.researchgate.net/profile/Danilo-Cesar/publication/316888857\\_Robotica\\_Livre\\_Robotica\\_Educacional\\_com\\_Tecnologias\\_Livres/links/59169cd70f7e9b70f49dd95f/Robotica-Livre-Robotica-Educacional-com-Tecnologias-Livres.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Danilo-Cesar/publication/316888857_Robotica_Livre_Robotica_Educacional_com_Tecnologias_Livres/links/59169cd70f7e9b70f49dd95f/Robotica-Livre-Robotica-Educacional-com-Tecnologias-Livres.pdf). Acesso em: 09 mar. 2025.

\_\_\_\_\_. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Curso de Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

- CHATEAU, J. **O jogo e a criança**. [Tradução Guido de Almeida]. São Paulo: Summus, 1987.
- DAYRELL, J. O jovem como sujeito social. In: **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 24, p.40-53, dez. 2003. Disponível em: [scielo.br/j/rbedu/a/zsHS7SvbPxKYmvcX9gwSDty/?format=pdf&lang=pt](http://scielo.br/j/rbedu/a/zsHS7SvbPxKYmvcX9gwSDty/?format=pdf&lang=pt). Acesso em: 09 mar. 2025.
- DAYRELL, J.; MOREIRA, M. I. C.; STENGEL, M. (Org.). **Juventudes contemporâneas: um mosaico de possibilidades**. Belo Horizonte: Editora Puc Minas, 2011. 448 p. Disponível em: [www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20120704131151.pdf](http://www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20120704131151.pdf). Acesso em: 09 mar. 2025.
- FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e Ousadia: O Cotidiano do Professor**. Tradução de Adriana Lopes. 13. ed. São Paulo. Editora Paz e Terra. 2011.
- LIMA, S. C. **Estudo da Construção de Conceitos Básicos de Eletricidade nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental com uso de um Jogo Educativo**. Documento interno. Uberlândia: UFU, 2011.
- REY, F. L. G. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade: os processos de construção da informação**. Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- SANTOS, M. C. C. **Avaliação do uso de realidade virtual na robótica**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

# 6- O ensino de matemática através da resolução de problemas potencializado pela Robótica Educacional

---

*Maurício Antônio da Costa Neto*

*Douglas Marin*

## **Introdução**

Quando pensamos em Educação Matemática, muitas vezes passamos a entender duas posições distintas, uma primeira teórica, desenvolvida por aqueles que pesquisam sobre o tema, e uma outra prática, constituída na sala de aula pelos professores que ensinam Matemática.

Sobre essa dualidade, Garnica (2012) nos alerta que devemos ter cuidado, pois

dentre outros inúmeros fatores, os professores de Matemática não necessariamente apenas “dão aulas de Matemática”, mas também devem (ou deveriam) refletir e sistematizar essas reflexões sobre suas práticas. Por outro lado, os pesquisadores em Educação Matemática não poderiam (ou não deveriam) produzir suas pesquisas em total desvinculação dos locais e situações em que se ensina e aprende Matemática, das práticas efetivas mobilizadas para ensinar Matemática. (Garnica, 2012, p. 18)

Enquanto professores examinamos teorias desenvolvidas em campo acadêmico e enquanto pesquisadores sondamos técnicas utilizadas no ensino de Matemática. Nesse texto, propomos inquirir as duas posições, a de um professor de matemática que reflete as suas práticas e na posição de um pesquisador em Educação Matemática que estende um olhar atento às práticas realizadas em sala de aula.

Iniciamos a nossa prática ao visitar algumas tendências em Educação Matemática. Segundo revisão bibliográfica realizada por Reis et al (2023), os principais trabalhos apresentados nos cursos de Licenciatura em Matemática são: resolução de problemas,

etnomatemática, modelagem matemática e uso de novas tecnologias para o ensino de Matemática.

Partindo disso levantamos a seguinte questão: *Existiria uma intersecção entre as tendências em Educação Matemática na sala de aula?* Nós não temos a pretensão de responder a essa questão nesse texto, na verdade, nos propomos refletir sobre ela e com base nessa questão elaboramos uma prática trabalhada em sala de aula que abrange duas tendências: o ensino de matemática através da resolução de problemas e a robótica educacional.

Na sequência, elaboramos uma síntese dos pressupostos teóricos de cada uma delas, refletimos sobre sua constituição enquanto prática e nas técnicas necessárias para que possam ser desenvolvidas.

## **O ensino de matemática através da resolução de problemas**

O prefácio do livro “A arte de resolver problemas” de George Polya aponta que uma grande

descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver por seus próprios meios, experimentará uma tensão e gozará o triunfo da descoberta. (Polya, 1978, V).

Nada melhor do que começar a falar de resolução de problemas apontando o primeiro livro em que muitos professores de Matemática têm contato com essa temática. As palavras de Polya nos levam a época em que éramos alunos nas aulas de Matemática quando um professor propunha um problema no quadro, nos sentíamos desafiados e queríamos resolver aquele problema para ter a sensação de triunfo sobre ele. Não é por acaso que nos tornamos professores de Matemática.

É verdade que numa primeira leitura, esse livro, nos leva a um mundo novo de possibilidades. Os caminhos apontados por Polya para a construção e resolução de problemas parecem funcionar muito bem.

Além da teoria de Polya, outra concepção sobre a utilização da resolução de problemas nas aulas de Matemática é o ensino de matemática através da resolução de problemas. Nessa concepção a resolução de problemas vai além de uma etapa do ensino

de Matemática, o problema não é a finalidade, mas sim o caminho para a aprendizagem (Allevato, *et al.*, 2024).

A metodologia do ensino de matemática através de problemas é uma das linhas de estudo do Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas (GTERP) do programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho (Unesp) de Rio Claro. O GTERP compreende que o ensino de matemática através de problemas ajuda os alunos a compreenderem os conceitos, os processos e as técnicas operatórias necessárias dentro das atividades feitas em cada unidade temática no ensino de Matemática (Onuchic e Allevato, 2011).

Ao mudar a posição do problema no processo de se aprender e de ensinar Matemática, ele passa a ganhar um novo sentido. Sendo assim, Onuchic e Allevato (2011) definem que problema “é tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em fazer” (Onuchic e Allevato, 2011, p. 81).

Ao assumir a resolução de problema um caminho para o ensino de Matemática há uma mudança de posição dos alunos e do professor dentro desse processo, quando comparado ao processo tradicional de ensino. Apoiados na resolução de problemas como metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação<sup>3</sup>, passamos a entender que o estudante assume o protagonismo e o centro do processo, e o professor assume a responsabilidade de preparar, ou escolher problemas que possam ser utilizados na construção de determinado conceito.

O processo para se utilizar do ensino de matemática através de problemas, segundo Allevato e Vieira (2015), pode ser compreendido em dez etapas.

1. Proposição do problema: nesta etapa o professor (ou os alunos escolhem) escolhe um problema a ser trabalhado. Esse problema será o ponto de partida das atividades e a partir dele será apresentado um novo conceito matemático aos alunos.
2. Na segunda etapa, o estudante realiza a leitura individual do problema e deve entender o que é pedido, pensando em maneiras de utilizar de seus conhecimentos anteriores para resolver o novo problema.

---

<sup>3</sup> Na concepção de Onuchic e Allevato (2011) quando utilizado, o Ensino de Matemática através da Resolução de Problemas propicia com que ocorram simultaneamente os processos de ensino, aprendizagem e avaliação, preceitos esses que na visão das autoras não podem ser separados.

3. Na etapa três, os alunos são divididos em grupos para discutir e resolver o problema.<sup>4</sup>
4. Nesta etapa o professor, na posição de mediador, incentiva que os alunos participem das discussões em seus grupos e auxilia os estudantes nos problemas secundários que podem surgir.
5. Os grupos se apropriam do conhecimento e das técnicas que já possuem na tentativa de resolver o problema proposto.
6. Os alunos apresentam as resoluções encontradas por cada grupo à classe.
7. Na etapa da plenária os estudantes e o professor discutem as soluções encontradas. Nesse momento os estudantes devem buscar argumentos para aprovar (ou não) determinada solução exposta à classe.
8. Mediados pelo professor, na etapa 8, os alunos buscam um consenso sobre as resoluções encontradas.
9. Na etapa nove, o professor formaliza o conteúdo, ou seja, apresenta os conceitos matemáticos envolvidos no problema em questão.
10. Os alunos propõem novos problemas a fim de observar os conceitos compreendidos em todo o processo.<sup>5</sup>

As dez etapas podem ser sintetizadas pela Figura 1. Observe que nesse esquema, o processo é concebido não como algo linear, de começo, meio e fim, mas sim como algo cíclico em que a partir dos problemas são gerados novos problemas para serem tratados em sala de aula.

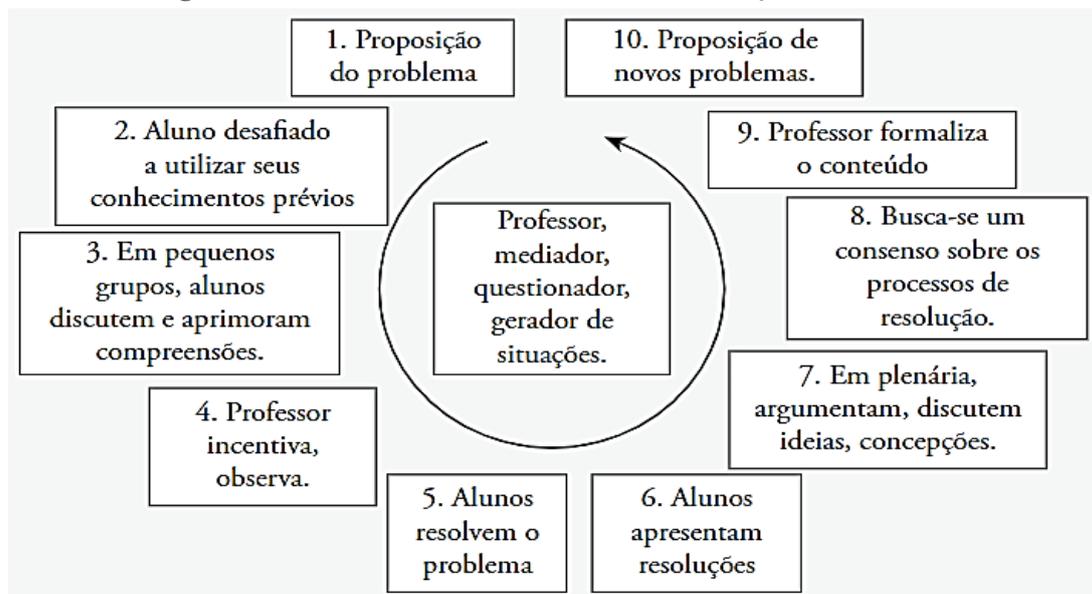
O esquema apresentado serve de orientação para se trabalhar com a metodologia do ensino de matemática através da resolução de problemas. O aluno é levado ao protagonismo, assumindo as responsabilidades do processo de ensino e sendo o sujeito operante a todo momento. Nessa perspectiva, os problemas deixam de ser apresentados aos montes e ao final do processo, agora são apresentados como parte integrante da construção do saber matemático.

---

<sup>4</sup> Os grupos podem ser de diferentes tamanhos, entretanto, Allevato e Vieira (2015) apontam que tem percebido resultados positivos na utilização de grupos com três integrantes.

<sup>5</sup> Essa etapa, também chamada de “reformulação de problemas” foi recentemente adicionada a este esquema pelo grupo que tem se debruçado para entender as potencialidades da formulação de problemas pelos próprios estudantes.

**Figura 1:** Ensino de Matemática através da Resolução de Problemas



Fonte: Allevato e Vieira (2015)

Perceber o aluno como protagonista e como o sujeito capaz de construir o seu próprio conhecimento nos leva a uma nova perspectiva dentro da Educação Matemática: a investigação matemática. Segundo o pesquisador João Pedro da Ponte, a investigação matemática é um processo que leva o estudante a buscar uma metodologia, superar obstáculos, organizar as informações recolhidas e tirar soluções. Segundo esse autor, existe uma estreita ligação entre a resolução de problemas e a investigação matemática (Ponte, 2003).

Ao entender a resolução de problemas como um caminho para o ensino de Matemática e seguir a partir dela uma linha para a investigação matemática nos leva a pensar nos diferentes mecanismos que podem aparecer como potencializadores tanto para o processo de investigação quanto para a resolução de problemas e dentre esses mecanismos destacamos a Robótica Educacional, a qual trataremos mais na próxima seção.

## **A Robótica Educacional**

Quando pensamos em robôs somos levados a refletir em algo moderno, inovador e revolucionário. Todavia, Silva (2009) aponta que sacerdotes egípcios já utilizavam princípios de braços mecânicos para impressionar os súditos. Ainda segundo esse autor, podemos perceber que mesmo com os princípios da robótica sendo utilizados por esses povos, foi a Revolução Industrial que potencializou que outras técnicas pudessem ser

utilizadas (a energia elétrica, a automação, entre outras) a fim de criar a concepção de robô que temos hoje.

Neste trabalho entenderemos que as características

que tornam um robô diferente de outras máquinas são: normalmente robôs funcionam por si só, são sensíveis ao seu ambiente, adaptam-se às variações do ambiente ou a erros no desempenho anterior, são orientados para a tarefa e, muitas vezes, têm a habilidade de experimentar diferentes métodos para realizar a uma tarefa (Silva, 2009, p. 28).

Partindo desse ponto, percebemos que o uso de robôs pode ser um potencializador para o ensino, e, concordamos como Barbosa (2011) ao enfatizar que a Robótica Educacional (RE) envolve ou caracteriza-se como um ambiente de simulação real de aspectos da vida que proporciona aos envolvidos situações problemas de diferentes magnitudes que devem ser superadas, com acerto, erros, até que se alcancem os objetivos desejados.

Tais princípios se deram com *Saymour Papert* na década de 1960. Segundo Silva (2009), Papert foi o responsável por desenvolver a linguagem de programação LOGO, que posteriormente foi unida aos brinquedos Lego<sup>6</sup>, criando o sistema LEGO-LOGO. Segundo Santos e Silva (2020), o sistema LEGO-LOGO possibilitou com que a linguagem de programação LOGO e as propostas da RE de Papert fosse disseminada às escolas de todo o mundo.

Essas autoras ainda se dedicaram a elaborar uma linha temporal que apresenta a forma como que a RE foi implantada no Brasil, e como tem sido fortemente disseminada, sobretudo nas escolas privadas, pelos torneios de robótica. Elas ainda apontam que a aprovação do complemento de computação à BNCC<sup>7</sup> tem servido como um acelerador para a implantação da RE no Brasil, algo que nos últimos anos passou também a atingir as escolas públicas.

---

<sup>6</sup> A LEGO Education é uma iniciativa da LEGO que oferece recursos e ferramentas educacionais para ensinar conceitos de STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) de forma prática e interativa, utilizando blocos de construção e robótica para desenvolver habilidades críticas e criativas nos alunos. Para mais informações acesse: <https://education.lego.com/en-us/teacher-resources/lego-learning-system/>

<sup>7</sup> O complemento de computação da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) estabelece diretrizes para o ensino de habilidades digitais e o uso de tecnologias na educação, visando formar alunos aptos a navegar e interagir criticamente com a sociedade digital. Para mais informações acesse: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>

Mas como podemos caracterizar a RE dentro da Educação Matemática? Para isso, nos apoiaremos em Barbosa (2011) e caracterizaremos a RE como uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de conceber condições de trabalhos com atividades investigativas para o ensino de Matemática. Sob essa perspectiva a robótica transcende de uma técnica da construção e programação de robôs e chega a um cenário onde é capaz de interferir no desenvolvimento cognitivo do indivíduo onde é capaz de propiciar um cenário de autonomia à produção individual.

Apoiados nos princípios do ensino de matemática através da resolução de problemas e da RE iremos apresentar, na sequência desse texto, uma proposta para a união dessas perspectivas, nos assentando em narrativas de estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, de uma escola particular de Uberlândia.

## **O desenvolvimento metodológico da pesquisa**

Neste estudo foi utilizada uma pesquisa de natureza qualitativa tendo em vista que ela é caracterizada pelo foco em experiências, vivências, senso comum e ação e tem como objetivo compreender, interpretar e dialetizar esses elementos para explorar a subjetividade humana.

Tal interpretação está de acordo com Minayo (2012) quando argumenta que esse tipo de pesquisa se baseia na coleta de dados descritivos e narrativos, valorizando a individualidade e a cultura dos participantes. A compreensão é fundamental, e as interpretações são continuamente ajustadas à medida que se aprofunda a análise, captando as diferentes perspectivas e significados expressos pelos sujeitos envolvidos.

A pesquisa ocorreu em uma escola privada de Uberlândia - MG, com uma turma de nono ano do Ensino Fundamental, sendo desenvolvida em três aulas, nos horários da disciplina de Matemática e realizada no Laboratório de Robótica.

A proposta desenvolvida buscava utilizar a RE aliada a ensino de Matemática através de problemas e seguimos as orientações propostas por Allevato e Vieira (2015). Durante essas etapas, algumas foram reorganizadas para se adaptar ao contexto em que a investigação está inserida.

O problema central foi proposto após uma contextualização do cenário trabalhado. A aplicação do estudo aconteceu no começo do ano de 2024, e, naquela época, um

problema que chocava muito os brasileiros eram as enchentes que assolavam o estado do Rio Grande do Sul<sup>8</sup>.

Iniciamos com uma conversa a respeito das mudanças climáticas, e sobre como elas afetam o nosso cotidiano. Nesse momento os estudantes e o professor discutiram sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)<sup>9</sup>, em particular do ODS número 13 que trata da ação contra a mudança global do clima. A partir dessa contextualização foi proposto o problema.

#### **Quadro 1:** Problema gerador

*“Uma cidade completamente ilhada pela água precisa de receber mantimentos para seus moradores. Todos os helicópteros e aeronaves disponíveis pelas brigadas de resgate estão sendo mobilizados para o resgate das vítimas, entretanto, devido as condições de chuva no local existem dificuldades de voo que dificultam o resgate. Botes e lanchas também não são uma solução porque as condições de ressaca da água dificultam o acesso a cidade ilhada. Como o corpo de bombeiros pode viabilizar a entrega de suprimentos para os moradores dessa cidade?”*

**Fonte:** Dados da pesquisa

Para resolver esse problema, os alunos foram divididos em grupos de três participantes, de forma que cada grupo recebeu um Kit Spike Lego<sup>10</sup> para construir um protótipo do dispositivo capaz de resolver o problema proposto.

Após a construção dos dispositivos, os alunos apresentaram para seus colegas os seus protótipos. Eles também deveriam argumentar sobre a utilização de determinadas peças e sobre a programação do dispositivo desenvolvido aos demais participantes da turma.

---

<sup>8</sup> Em 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou enchentes devastadoras, impactando 478 municípios e causando 183 mortes, com mais de 442 mil desabrigados e perdas financeiras estimadas em R\$ 4,6 bilhões. Para mais informações acesse: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml>

<sup>9</sup> Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um conjunto de 17 metas globais adotadas pela ONU em 2015, visando erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e promover a paz e a prosperidade até 2030. Para mais informações acesse: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

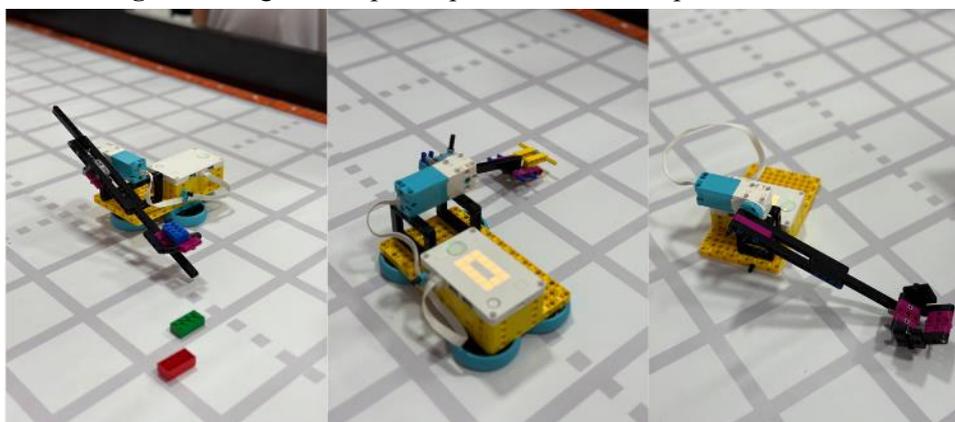
<sup>10</sup> Kit desenvolvido pela Lego Education para o desenvolvimento do projeto de Robótica Educacional. Para mais informações acesse: <https://education.lego.com/pt-br/product-resources/spike-prime/>

**Figura 2:** Alunos em grupos buscam resolver o problema proposto



Fonte: dados da pesquisa

**Figura 3:** Alguns dos protótipos desenvolvidos pelos estudantes



Fonte: dados da pesquisa

Depois que os grupos apresentarem as suas propostas, a turma foi levada a buscar um consenso sobre qual seria o modelo de dispositivo mais funcional para efetuar tal lançamento, nesse momento levou-se em consideração, por decisão conjunta, qual era o modelo que utilizava menos peças e que tinha uma programação mais simples.

Após o desenvolvimento da primeira parte da aula, o professor formalizou com os estudantes o conceito de lançamento parabólico<sup>11</sup>. Os alunos mostraram que o lançamento dos suprimentos por meio dos dispositivos se dava no formato de uma parábola. O professor ainda relacionou esse tipo de lançamento ao conteúdo de equações de segundo grau que já haviam sido trabalhadas com aqueles estudantes.

---

<sup>11</sup> O lançamento parabólico é o movimento de um objeto que segue uma trajetória curva, resultado da combinação de movimento horizontal constante e aceleração vertical pela gravidade. Para relacionar o deslocamento vertical e o deslocamento horizontal de um lançamento utilizamos uma equação de segundo grau. Para mais informações acesse: <https://pt.khanacademy.org/science/fisica-ensino-medio/x6443ccf4d35f6b36:movimentos-bidimensionais>

Feito a formalização desse conteúdo, o professor reformulou o problema, propondo a situação:

**Quadro 2:** Problema reformulado

*“O corpo de bombeiros conseguiu um ponto a distância de 15km da cidadeilhada e pode instalar o dispositivo projetado ali. Mas para prosseguir com a instalação do dispositivo é necessário que seja descrita uma equação possível que modele o lançamento dos suprimentos até que eles encontrem a cidade. Descreva uma equação possível que modele esse lançamento.”*

**Fonte:** dados da pesquisa

Nesse momento os alunos retornaram aos grupos. Cada grupo com seu dispositivo, passaram a observar, examinar e conjecturar informações que pudessem resolver o problema. Durante as reflexões individuais alguns optaram por utilizar o software *Geogebra*<sup>12</sup>, que já conheciam, pois, a partir desse software poderiam testar uma equação e saber se ela seria capaz ou não de modelar o lançamento. O pensamento utilizado nesse momento pode ser apresentado pelo diálogo entre dois estudantes do mesmo grupo.

**Quadro 3:** Diálogo dos alunos

*Aluno 1:* Olha, toda vez que a catapulta lança alguma coisa ele faz um movimento meio que de uma parábola né? E o professor disse que para fazer essas parábolas a gente precisa de uma equação de segundo grau.

*Aluno 2:* É e quando a gente coloca aqui no *Geogebra* as respostas dessa equação são os pontos que a parábola encosta no  $x$ .

*Aluno 1:* Então será que se a gente pensar numa equação que tem duas respostas com uma distância de 15 vai dar certo?

*Aluno 2:* Uai... A gente pode testar isso...

**Fonte:** dados da pesquisa

---

<sup>12</sup> GeoGebra é um software dinâmico de matemática que combina geometria, álgebra, estatística e cálculo para apoiar o aprendizado e o ensino interativos. Para mais informações acesse: <https://www.geogebra.org/>

**Figura 4:** Alunos testando novas hipóteses e executando cálculos



**Fonte:** dados da pesquisa

Depois das discussões em grupo os estudantes registraram o desenvolvimento dos problemas e apresentaram as suas soluções à turma. Nesse momento, com o tempo proposto pelo professor, verificou-se que apenas dois grupos dos quatro, inicialmente formados, conseguiram chegar a uma solução que fosse satisfatória a todos os membros.

Os registros serviram como instrumento avaliativo para aquele momento. Após a apresentação e posterior plenária, o professor formalizou o conteúdo. Na etapa da formalização o professor utilizou ferramentas levantadas pelos grupos, entre elas o software *Geogebra*. Além disso, ele explicou teoricamente diferentes processos que os estudantes poderiam utilizar para obter uma equação de segundo grau depois de determinado as suas raízes, já que esse foi o processo escalado pelos grupos que conseguiram resolver o problema.

**Figura 5:** Professor formalizando o conteúdo e utilizando do *Geogebra*



**Fonte:** dados da pesquisa

## Algumas considerações

Na resolução do primeiro problema, identificamos o florescer de um pensamento computacional. Segundo Zanetti, Borges e Ricarte (2016) apontam que isso pode ser entendido como algo básico a ser ensinado às crianças, como escrever, ler e utilizar das operações básicas. Ainda segundo esses autores, essa teoria pode ser percebida de diferentes maneiras, que envolvem a utilização de algoritmos, o pensamento sistematizado e a criatividade.

Seguindo as orientações desses autores, identificamos que o pensamento computacional, a partir dessa situação, se apresentou de uma maneira natural enquanto os estudantes utilizavam o software próprio do Lego Spike para desenvolver uma programação capaz de fazer com que seus dispositivos efetuem o lançamento proposto.

Apontamos que durante a plenária os próprios alunos definiram como o “melhor” dispositivo, aquele que fosse mais simples, não apresentasse erros e realizasse a operação de lançamento desejada. E, ainda definiram como melhor programação, aquela que utilizasse menos blocos para seu desenvolvimento.

**Figura 6:** Pensamento computacional nos registros

Para melhorar a catapulta acrescentamos dois pinos, para  
melhorar a estabilidade, acrescentamos no assento dois opões, para  
dar mais segurança no momento de jogar os supinmentos e colocamos  
duas travas para dar mais segurança no hora de lançamento.

**Fonte:** dados da pesquisa

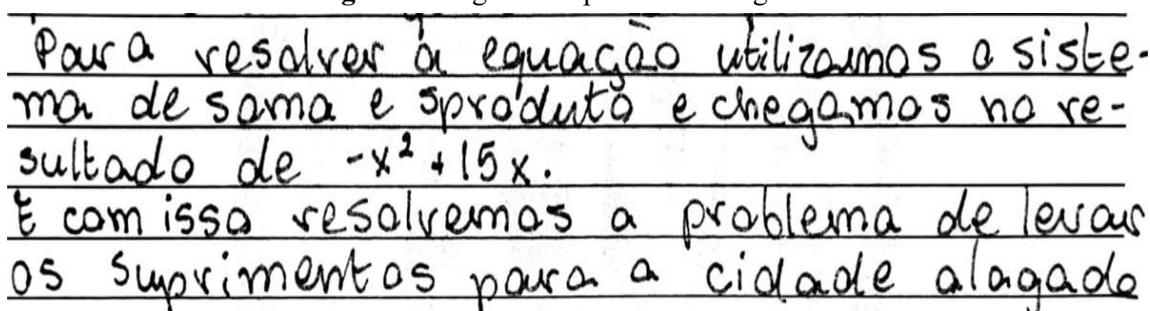
No registro apresentado podemos ver vestígios do pensamento computacional dos alunos. Nesse excerto é possível observar que o grupo sentiu a necessidade de explicitar a utilidade de cada parte do dispositivo, ao qual chamaram de “catapulta”.

Nesse trecho podemos observar uma etapa do pensamento computacional que Vicari, Moreira e Menezes (2018) chamam de decomposição. Segundo os autores, essa é a primeira fase do pensamento computacional e é responsável por segmentar um problema fazendo com que a sua solução se torne mais acessível de ser alcançada.

Outro ponto importante a se notar, é sobre a estratégia que os estudantes conceberam para resolver o segundo problema. Ao relacionar um lançamento a uma parábola e perceber que ela pode ser descrita por meio de uma função de segundo grau. Os estudantes perceberam que os pontos em que a parábola toca o eixo  $x$  do plano cartesiano são justamente as raízes dessa função.

A partir disso, eles perceberam que as raízes deveriam estar a uma distância de 15 unidades para cumprir o problema proposto. Vejamos como um dos grupos descreveu o seu procedimento, na Figura 7.

Figura 7: Registro do pensamento algébrico



Para resolver a equação utilizamos o sistema de soma e produto e chegamos no resultado de  $-x^2 + 15x$ .  
É com isso resolvemos a problema de levar os suprimentos para a cidade alagado

Fonte: dados da pesquisa

Percebemos na Figura 7, que os alunos disseram utilizar “soma e produto” para encontrar a equação, mas além disso tiveram que escolher que uma das raízes fosse igual a 0. Identificamos que outro ponto sensível nessa resolução, é que o grupo analisado utilizou o *Geogebra* como apoio ao desenvolvimento da equação.

Ao testar diferentes equações nesse software o grupo analisado percebeu que para a concavidade da parábola fosse voltada para baixo, e, assim, a parábola de fato descreveria o lançamento dos suprimentos foi necessário determinar que o coeficiente do termo  $x^2$  deveria ser negativo.

Cabe ainda observar que as conclusões obtidas foram levantadas a partir de um processo de Investigação Matemática em que os alunos levantavam hipóteses e buscavam, seja por meio do *Geogebra* ou por meio do protótipo desenvolvido um caminho para testar e validar (ou não) as suas conjecturas.

Ao unir o ensino de Matemática através da resolução de problemas à RE com a investigação matemática surgiu como um processo natural para a construção do conhecimento. O processo de investigação foi proposto pelos próprios estudantes que se

sentiram aptos a testar as hipóteses depois de construírem as ferramentas de validação que eles próprios produziram.

## Conclusão

O estudo nos mostra que as diferentes tendências em Educação Matemática podem se intersectar nas práticas envolvidas na sala de aula. Isso contribui para que novas propostas possam ser desenvolvidas e um número maior de estudantes podem ser impactados produzindo novos conhecimentos com esse tipo de atividade.

Nessa atividade proposta pudemos perceber que a Robótica serviu de ferramenta para que a investigação matemática surgisse de maneira natural, e assim, fez com que fosse possível o desenvolvimento de um problema gerador seguindo os passos propostos no ensino de Matemática através da resolução de problemas.

Por fim, as informações obtidas nos chamam a atenção, o trabalho desenvolvido abre novas possibilidades pedagógicas para os professores que ainda possui resistência em utilizar outras metodologias além das tradicionais, pois foi evidente o ganho com a Matemática para os estudantes, além da dinâmica, interação e autonomia por meio das atividades realizadas por eles.

## Referências

ALLEVATO, N. S. G.; POSSAMAI, J. P.; CAI, J.; LOPES, M. C. Aprendizagem e pensamento matemático: um olhar a partir da resolução e proposição de problemas por crianças dos anos iniciais. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp.2, p. e024072, 2024. DOI: 10.21723/riaee.v19iesp.2.18551. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/18551>. Acesso em: 16 set. 2024.

BARBOSA, F. da C. **Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As Artes do Fazer**. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011

.GARNICA, A. V. M.; SOUZA, L. A. de. **Elementos de história da educação matemática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. (Coleção PROPG Digital - UNESP). ISBN 9788579832932.

MINAYO, M. C. de S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 621-626, 2012.

ONUCHIC, L. de L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema - Mathematics Education Bulletin**, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/9403a4ef-9f8c-4c31-8d9c-de5549de597a>. Acesso em: 16 set. 2024.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2, p. 12, 1978.

PONTE, J. Investigar, ensinar e aprender. **Actas do ProfMat**, Lisboa, Portugal: Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, p. 25-39, 2003.

REIS, M. F. da S.; DANTAS, J. R. O.; FERNANDES, A. N. de O.; FERNANDES, S. de B. Tendências atuais em educação matemática: revisão de literatura nos cursos de licenciatura em matemática do Brasil. **Revista de Educação**. Universidade Federal do Vale do São Francisco, [S. l.], v. 13, n. 32, 2023. Disponível em: <https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/2389>. Acesso em: 16 out. 2024.

SANTOS, R.; SILVA, M. A robótica educacional: entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 1-15, 2020. DOI: 10.3895/rbect.v13n3.10965.

SILVA, A. F. da. **RoboEduc**: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 2009. 133 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia Elétrica) — Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

VICARI, R. M.; MOREIRA, A. F.; MENEZES, P. F. B. **Pensamento computacional: revisão bibliográfica**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2018.

ZANETTI, H.; BORGES, M.; RICARTE, I. Pensamento computacional no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2016. p. 21.

# 7- Torneio virtual de robótica: mutações da arquitetura pedagógica em um contexto de pandemia

---

*Suselaine da Fonseca Silva*

*Arlindo José de Souza Junior*

## **Introdução**

Nas últimas décadas, com o advento da evolução tecnológica, a educação tem passado por mudanças expressivas, considerando as ferramentas e os recursos diversos que auxiliam os indivíduos a desenvolverem uma aprendizagem significativa. O avanço da tecnologia abriu portas para que o acesso ao conhecimento fosse ampliado em larga escala, proporcionando aos seus usuários uma vasta gama de informações que podem contribuir com a aprendizagem daqueles que a acessam. Muitos estudos na área de Educação estão abordando a questão do processo da construção do conhecimento mediado pelo uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e do papel que os estudantes podem adquirir como protagonista da sua aprendizagem.

No âmbito da utilização de ferramentas tecnológicas na educação, a Robótica Educacional vem se destacando nos últimos anos como um recurso importante para a aprendizagem, possibilitando a experimentação prática de alguns conceitos e promovendo a interdisciplinaridade entre várias áreas do conhecimento.

O idealizador da Robótica Educacional, Seymour Papert, utilizou o termo construcionismo para distinguir o processo de ensino baseado simplesmente na transmissão de conhecimento daquele que se baseia em experimentos práticos. Para ele: “o construcionismo defende a ideia de que as crianças aprendem de forma mais eficaz quando, por si mesmas, atingem o conhecimento específico de que precisam, com o auxílio do computador” (Papert, 1994, p. 135). Essas ideias corroboram para respaldar o

uso da tecnologia no ensino de conceitos em sala de aula e para assegurar aos estudantes o patamar de protagonistas nesse processo.

Atualmente em algumas escolas o trabalho educativo com de Robótica Educacional vai desde a construção de mecanismos à programação de movimentos e resolução de desafios. Nas práticas com Robótica Educacional são realizadas atividades que abordam os conteúdos das mais variadas áreas de forma concreta e dinâmica, valorizando a criatividade dos estudantes para a solução de problemas. Muitas propostas educativas com Robótica Educacional estão estruturadas nas ideias de Papert. Segundo ele: "As crianças amam construir coisas, então escolhemos um conjunto de construção e a ele acrescentamos o que quer que seja necessário para torná-lo um modelo cibernético". (Papert, 1994, p. 184).

A Robótica Educacional vem sendo trabalhada em duas esferas importantes: a primeira, como uma ferramenta que possibilita a criação de mecanismos robóticos programados para simular situações reais que podem facilitar a compreensão de alguns conteúdos escolares pelo estudante; e a segunda, como protagonista dos desafios práticos em diversos torneios que promovem competição entre equipes no mundo. Na segunda esfera, que aborda as competições, a proposta é proporcionar momentos de interação entre os membros das equipes, que, juntos, vivenciam a superação de obstáculos e desafios, preparando-se previamente para a competição, além da troca de experiências e o intercâmbio com outras equipes.

De um modo geral, esses torneios de robótica são divididos em dois momentos: antes do torneio, com a preparação da equipe para cumprir cada um dos quesitos de avaliação, e no dia do torneio, com a apresentação do que foi produzido pela equipe durante o processo de engajamento. Na preparação das equipes, pode-se acrescentar, além da montagem, programação e treinos do robô, todo um processo de pesquisas sobre temas atuais que são trabalhados nos torneios em forma de defesa de ideias inovadoras para a solução de problemas diversos. Esse processo inclui reuniões entre os integrantes da equipe, para discussões de propostas, entrevistas com pesquisadores, leitura de artigos científicos, culminando na escrita de um texto nos moldes acadêmicos, que é apresentado a uma banca de juízes para avaliação. Tudo isso era realizado de forma presencial até o ano de 2019, promovendo a interação entre os integrantes das equipes de diversas partes do país.

Entretanto, no ano de 2020, o mundo todo se deparou, de uma hora para outra, com uma situação singular: o surgimento e a disseminação de um vírus que obrigaram o fechamento de escolas, comércio e indústrias e que conseguiram paralisar vários setores da sociedade. Seguindo as mesmas medidas adotadas por alguns países, o governo brasileiro sancionou a lei n. 13.979, que proibiu aglomerações e estabeleceu o isolamento e o distanciamento social como determinação para conter o risco de contaminação e propagação da Covid-19. A partir dessa lei e com a incerteza sobre quanto tempo esse isolamento duraria, algumas escolas procuraram se adaptar, para oferecer aos seus estudantes aulas remotas mediadas pela tecnologia, com o uso do computador ou do celular como ferramentas para a conexão entre o professor e os estudantes. O acesso a conteúdos digitais ou a salas de aulas online por intermédio das plataformas gratuitas possibilitou a reorganização provisória do espaço escolar e estabeleceu um marco no uso dos recursos tecnológicos no contexto educacional.

Nessa mesma perspectiva, os organizadores das competições de robótica se viram em meio a duas opções para os torneios no ano de 2020. Eles poderiam adiar a realização das competições que já estavam programadas ou mudar a formatação dos torneios com novas regras, para que pudessem acontecer em um contexto virtual. A segunda opção foi adotada pelo Torneio Brasil de Robótica como solução para driblar a situação e realizar a competição utilizando recursos tecnológicos.

Esse cenário de mudanças e adaptações até aqui apresentado motivou a realização desta pesquisa na busca por respostas à seguinte questão norteadora: “Como ocorreu a transição do Torneio Brasil de Robótica da modalidade presencial para a virtual e quais os desdobramentos desse processo?”. Para responder a essa questão, realizou-se o acompanhamento do processo de organização e desenvolvimento das ações de uma equipe de robótica, da categoria Middle I, que corresponde a participantes com idade entre 9 e 13 anos de idade. Essa equipe se inscreveu para a edição do ano de 2020 no Torneio Brasil de Robótica, esperando que esse torneio ocorresse no formato presencial, mas tiveram que se adaptar para a realização das atividades virtuais devido às mudanças nas normas da competição em virtude da pandemia. Esse acompanhamento realizou-se também de forma virtual, utilizando-se os recursos tecnológicos de comunicação disponíveis, tais como videoconferências e *chats* realizados por meio de plataformas como o *WhatsApp*, *Zoom* e *Teams*, resguardando-se, assim, a segurança de todos os envolvidos nesse torneio, bem como dos integrantes da equipe e da própria pesquisadora.

A próxima seção apresenta com mais detalhes a metodologia adotada para a realização desse estudo.

## **Metodologia**

No desenvolvimento de uma pesquisa, a metodologia adotada pode corroborar a eficiência dos resultados alcançados. Delimitar o problema e escolher o melhor caminho por meio do qual ele será solucionado são passos importantes para se obter êxito no processo de produção e investigação das informações. Nessa perspectiva, com vistas à compreensão de “Como ocorreu a transição do Torneio Brasil de Robótica da modalidade presencial para a virtual e quais os desdobramentos desse processo?”, considerou-se a pesquisa de viés qualitativo a mais adequada, visando a uma análise mais abrangente da experiência vivenciada pelos integrantes de uma equipe que participou do Torneio Brasil de Robótica na modalidade virtual. Na pesquisa qualitativa, o foco se mantém na experiência de interação entre os indivíduos observados, inclusive do observador, que também compõe esse processo investigativo. De acordo com Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa busca pela compreensão dos fenômenos ocorridos em um determinado cenário que pode ser observado pelo pesquisador na interação com os elementos que estão nele inseridos.

À vista disso, adotou-se a Observação Participante como técnica de produção de informações dessa pesquisa, que, de acordo com Correia (1999, p. 31), “[...] é realizada em contacto direto, frequente e prolongado do investigador, com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa”. Essa observação se deu de forma semiestruturada, com ações planejadas e critérios predeterminados, a fim de que o contato do observador com os indivíduos pudesse ser aproveitado ao máximo, mesmo tendo ocorrido em sua totalidade em ambientes virtuais. No caso da observação participante virtual, Dominguez et al. (2007) a considera como uma adaptação da técnica para que a estrutura cultural de determinado grupo seja analisada no contexto online. Desse modo, as considerações desses autores foram relevantes para a escolha da metodologia adequada durante o processo de produção e análise das informações oriundas do ambiente virtual.

Com relação às estratégias adotadas durante a produção das informações, devido à pandemia da COVID-19 e com a impossibilidade de reunir presencialmente os integrantes da equipe, priorizaram-se instrumentos que viabilizassem a comunicação

entre todos os envolvidos. Como instrumentos de registro dessa observação online, utilizaram-se videoconferências, para o acompanhamento da equipe pelas plataformas Teams, Google Meet e Zoom, e ainda questionários virtuais mediados pelo Google Docs. A análise dos documentos anexados no site do Torneio Brasil de Robótica (TBR) também computaram o escopo de informações, levando-se em consideração a modificação das regras e normas da competição, que foi transicionada da modalidade presencial para a modalidade virtual. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os organizadores do torneio e com os integrantes da equipe observada, bem como a aplicação de questionários para os demais participantes do TBR 2020, visando a composição do acervo de informações sobre os desafios vivenciados nessa transição. Para essas entrevistas, elaborou-se perguntas relacionadas às mudanças ocorridas no manual de normas e regras do TBR, além das que surgiram através das argumentações dos integrantes da equipe durante as reuniões preparatórias para o torneio. Esse processo originou as informações que serão pontuadas na seção seguinte.

## **O Torneio de Robótica no contexto da Arquitetura Pedagógica**

Os Torneios de Robótica disputados em solo brasileiro são concebidos a partir de um manual de instruções que orienta todo o trabalho a ser desenvolvido pelas equipes, mas deixando, à livre escolha, os meios pelos quais a investigação, a interação e o compartilhamento acontecerão. A estrutura desses torneios conta com uma série de normas e regras que foram anteriormente pensadas por uma equipe organizadora e que servirá de base tanto para os avaliadores quanto para as equipes que participam da competição. Embora seja pautado pelos elementos avaliativos descritos anteriormente, o processo de engajamento e organização das equipes é o que distingue o resultado final nesse tipo de torneio. A equipe que se empenha para desenvolver um trabalho com o mesmo grau de comprometimento em todos os quesitos da avaliação tem maiores chances de ser bem-sucedida em seu resultado final. Além da montagem e programação de um robô para realizar as missões em uma mesa de competições, é exigido que as equipes apresentem uma pesquisa sobre um tema comum, bem como uma solução sobre um determinado problema.

Todos os elementos listados como componentes no processo avaliativo dos torneios de robótica podem contribuir com o desenvolvimento de habilidades e são igualmente importantes no processo de apropriação do conhecimento. A estruturação dos

torneios de robótica pode ser considerada como uma Arquitetura Pedagógica, que, segundo Kerckhove (2003), busca “[...] pensar a aprendizagem como um trabalho artesanal, construído na vivência de experiências e na demanda de ação, interação e meta-reflexão do sujeito sobre os fatos, os objetos e o meio ambiente sócio-ecológico”. Ao propor um trabalho realizado através da conexão entre a teoria e a prática, que visa estimular a investigação, o compartilhamento de informações e a tomada de decisões, culminando na apresentação de resultados, os torneios de robótica assumem o viés da Arquitetura Pedagógica como base para a construção do conhecimento. Essa prática, que permite a convergência de várias nuances em prol da aprendizagem, pode ser engendrada, modificada, aperfeiçoada e acrescida de acordo com a necessidade do grupo, utilizando-se vários mecanismos para esse fim.

O caráter dinâmico de uma Arquitetura Pedagógica permite a utilização de diversos recursos, que, segundo Nevado *et al.* (2009, p. 1654), “[...] compreendem pedagogias abertas capazes de acolher didáticas flexíveis, maleáveis, adaptáveis a diferentes enfoques temáticos”. O autor ainda afirma que a prática da Arquitetura Pedagógica favorece a relação do estudante com a aprendizagem, tirando do espaço escolar o *status* de único local capaz de ensinar e apresentando novas perspectivas para a própria aprendizagem. Ele atesta que

[...] as arquiteturas não se confundem com as formas de trabalho tradicionais de uso de fascículos ou livros didáticos que, na maioria das vezes propõem uma estrutura de trabalho na qual é privilegiada a informação e exercícios repetitivos, fechados e factuais, elas pressupõem atividades interativas e intervenções problematizadoras, que atuam de forma a provocar, por um lado, desequilíbrios cognitivos e, por outro, suportes para as reconstruções. Dessa forma, as arquiteturas solicitam do estudante atitudes ativas e reflexivas a partir de estruturas de trabalho interativas e construtivas. (Nevado *et al.*, 2009, p. 1653).

Na perspectiva de concepção de uma Arquitetura Pedagógica, pressupostos teóricos como o Construcionismo de Papert (1993) se alinham na busca por novos ambientes e novas formas de estimular não apenas a aprendizagem de conteúdos curriculares, mas também o desenvolvimento de outras habilidades. Termos como pesquisar, investigar, compartilhar, refletir, colaborar, argumentar, redigir, entre outros, fazem sentido e se entrelaçam na Arquitetura Pedagógica, pois ela aponta os possíveis caminhos que podem ser trilhados, mas também flexibiliza a escolha dos mecanismos utilizados durante essa trajetória. A título de alegoria, a Arquitetura Pedagógica pode ser

comparada a um deslocamento entre dois pontos quaisquer com várias possibilidades de ligação entre o inicial e o final, cabendo ao aprendiz a decisão de qual caminho ser-lhe-á mais proveitoso. Os elementos estruturais que compõem a Arquitetura Pedagógica foram discutidos por Behar, citado por Lopes (2019, p. 64), que apresenta quatro aspectos essenciais em sua organização. O Quadro 1 relaciona esses elementos com os pilares avaliativos propostos pelo Torneio Brasil de Robótica apresentando, em síntese, os aspectos que permitem sua associação à Arquitetura Pedagógica.

**Quadro 1:** Elementos de convergência - Torneio de Robótica Presencial e Arquitetura Pedagógica

<b>ARQUITETURA PEDAGÓGICA</b>	<b>TORNEIO DE ROBÓTICA PRESENCIAL</b>
Aspectos Organizacionais	Manual de Instrução – Regras e Normas
Conteúdo – Objeto de Estudo	Tema Anual UNESCO – Situação problema
Aspectos Metodológicos	Realização da pesquisa e proposta de solução
Aspectos Tecnológicos	Montagem e programação do Robô

**Fonte:** a autora, com dados de Behar (apud Lopes, 2019).

Segundo Lopes (2019, p. 64), na Arquitetura Pedagógica, os aspectos organizacionais consideram, além dos objetivos propostos ao se estabelecer essa prática, todo processo relacionado ao envolvimento dos estudantes e o desenvolvimento da aprendizagem. Em relação aos torneios de robótica na modalidade presencial, aqui analisados, os objetivos para cada avaliação são elencados pelos manuais de instrução que compõem o acervo de normas e regras ao qual os integrantes das equipes devem recorrer para compreender todo o processo de preparação antes do dia da competição acontecer. O conteúdo de uma Arquitetura Pedagógica é o próprio objeto de estudo, que pode se relacionar com um conteúdo curricular ou com um tema específico. Nos torneios de robótica, esse tema segue a proposta da UNESCO, que sempre muda o foco das discussões, tornando a competição inédita a cada ano. Essa mudança anual dos temas faz com que as equipes sempre estejam produzindo novas investigações, ampliando seu acervo de conhecimento e, conseqüentemente, sua aprendizagem.

Em relação aos aspectos metodológicos, Lopes (2019, p. 64), afirma que esses devem “[...] levar em conta as técnicas, procedimentos, atividades e formas de interação/comunicação a serem utilizados [...]”. Os torneios de robótica sistematizam esses elementos por intermédio das regras estabelecidas para que as equipes se orientem durante a preparação e treinamento para a competição. No entanto, as equipes têm

liberdade para escolher os recursos que irão utilizar durante a investigação, os procedimentos que serão necessários para esse fim e ainda as formas de interação, tanto entre os integrantes quanto em relação ao tema e às fontes relacionadas a ele. Assim, cada equipe se organiza da forma como julgar melhor, mas tendo sempre um objetivo já estabelecido pelos organizadores do torneio: investigar e propor uma solução para um determinado problema. Nesse sentido, os aspectos tecnológicos de uma Arquitetura Pedagógica se referem aos meios utilizados para a realização das atividades propostas que requerem, em grande parte, a associação com alguma interface ou plataforma de interatividade. Faz parte dos aspectos tecnológicos do torneio a construção e programação do robô para a competição em um tapete de missões, tendo como base um *software* de programação e materiais tecnológicos que estão dispostos para serem utilizados segundo os objetivos propostos.

Para D'ávila,

[...] a prática de Arquiteturas Pedagógicas favorece à rede de ações e interações deste aluno e propõe o uso das ferramentas tecnológicas não apenas com o fim de realizar pesquisas, mas como um meio expressivo de registro dos passos em realização, assim como das trocas entre os alunos além do turno escolar. Estes fatores são fundamentais para a construção do conhecimento sob a concepção de Arquitetura Pedagógica, pois ela sugere que, com o ir e vir do pensar, haja um conflito que desestruture a concepção ingênua e surja a necessidade de comprovação ou refutação destas concepções iniciais (D'Ávila, 2010, p. 15).

Ao comparar essas concepções com a dinâmica atribuída aos torneios de robótica, pode-se afirmar que esse tipo de competição é uma Arquitetura Pedagógica voltada para o desenvolvimento da aprendizagem e de habilidades importantes para o crescimento integral dos participantes. Quando em contato com o tema proposto para a pesquisa, os integrantes da equipe são inseridos nesse movimento das suas próprias ideias em detrimento ao saber científico e sua comprovação. Nessa trajetória de idas e vindas na busca por mais informações, incertezas vão dando lugar a fatos científicos e a aprendizagens que farão parte da vida dos integrantes das equipes como experiências que, provavelmente, jamais serão esquecidas. As fortes emoções vivenciadas durante o período de preparação e principalmente no dia da competição tornam essa participação um marco para esses estudantes, que colocam em prática habilidades socioemocionais importantes para o seu desenvolvimento integral. Todo esse processo atribui aos torneios

uma Arquitetura Pedagógica não apenas atrativa, mas essencialmente formativa e construtiva no que se refere aos aspectos cognitivos dos participantes.

Com a situação de isolamento e distanciamento social provocada pela Covid-19, um novo cenário foi estabelecido diante do mundo todo, trazendo à tona a necessidade de adaptações em várias instâncias, atingindo principalmente o ambiente escolar e, conseqüentemente, os torneios de robótica. A Arquitetura Pedagógica do TBR também precisou ser adaptada à essa realidade passando por mudanças significativas ao realocar para o espaço virtual todo o processo de preparação das equipes, incluindo o próprio momento da competição. Durante essa pesquisa, contabilizaram-se as mudanças geradas na Arquitetura Pedagógica dos torneios e os aspectos positivos e negativos dessas mudanças segundo a ótica de alguns participantes que se dispuseram a colaborar com o processo investigativo. A próxima seção apresenta as mudanças ocorridas nesse cenário e suas implicações, tanto para a Arquitetura Pedagógica do TBR, quanto para a equipe que foi acompanhada nesta pesquisa.

### **Mutações no contexto do Torneio Brasil de Robótica**

O Torneio Brasil de Robótica, conhecido também como TBR, foi criado no ano de 2010, inicialmente com o nome de Torneio Mineiro de Robótica (TMR), cujo objetivo era viabilizar uma competição tipicamente brasileira que pudesse ser disputada de forma dinâmica e proporcionar, ao mesmo tempo, a produção do conhecimento pelos integrantes das equipes. A princípio, a ideia era realizar o torneio apenas com equipes de Minas Gerais, mas, em 2012, o TMR ampliou sua abrangência, tornando-se o TBR e passando a contar com equipes de várias partes do país participando de seletivas regionais com a finalidade de se classificarem para a etapa nacional. Com a participação de 125 equipes no ano de 2011 e incluindo equipes de outros estados brasileiros, surgiu a necessidade de levar o torneio para outras regiões do país. No decorrer dos anos houve o aumento gradativo de equipes participantes no TBR, passando de dezessete mil competidores na temporada presencial de 2019. Esse número crescente de competidores aponta para a boa aceitação do torneio pelos participantes.

Em termos organizacionais, as equipes do TBR são compostas por no mínimo três e no máximo dez integrantes, com idades específicas para cada categoria, além de um técnico e um mentor maiores de 18 anos. Inicialmente, não havia a participação de estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental, mas, ao longo dos últimos dez anos,

acrescentaram-se novas modalidades na competição, abrangendo outras faixas etárias para o torneio. Atualmente, o torneio conta com as categorias Kids 1 e Kids 2, que contempla os estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental com idades entre cinco e nove anos, cujo objetivo é apresentar, por meio de maquetes ou de mecanismos, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a um determinado assunto que sempre está associado ao tema anual proposto pela UNESCO. As categorias Middle 1 e Middle 2 são para os estudantes das séries finais do Ensino Fundamental com idades entre nove e 15 anos, em que também se realiza a apresentação de uma pesquisa, mas adicionando à competição o desempenho de robôs em um tapete de missões.

As categorias High e Universitário são para estudantes acima de 15 anos que estejam, respectivamente, cursando o Ensino Médio ou na Universidade. Nessas modalidades, cobra-se um aprofundamento em conhecimentos técnicos para a construção e a programação do robô, além da pesquisa com um maior rigor científico e capacidade de organização dos estudantes mediante à sua preparação para a competição. Nesta tese, realizou-se um recorte de pesquisa contemplando apenas a categoria Middle 1, que diz respeito à faixa etária entre nove e 15 anos, correspondente aos integrantes da equipe da escola pesquisada. Todas as categorias possuem os mesmos critérios no que se refere às apresentações das equipes durante as avaliações. O diferencial fica por conta das exigências dos jurados no momento em que estão avaliando essas equipes e o trabalho de cada uma delas. As categorias mais avançadas em escolaridade têm um nível de exigência muito maior do que as das séries iniciais, levando-se em consideração as normas de pesquisa e apresentação dos resultados.

De um modo geral, as avaliações do TBR na categoria Middle 1 abarcam quatro quesitos, que, até o ano de 2019, eram avaliados com a apresentação presencial de todo o trabalho realizado, seguida pela arguição dos jurados, para averiguar a originalidade da produção da equipe. De acordo com o manual de regras e normas do TBR, no primeiro quesito de avaliação, chamado de Mérito Científico, exige-se uma pesquisa sobre um determinado tema e a idealização de uma proposta de solução para um problema qualquer a ele relacionado. A escrita da pesquisa deve obedecer os moldes científicos e ser apresentada oralmente por todos os integrantes no dia do torneio, que podem dispor de recursos tecnológicos, maquetes ou até mesmo teatro para explicar o seu trabalho. O segundo quesito de avaliação, intitulado de Organização & Método, aponta para a estrutura organizacional, em que as equipes devem apresentar um diário de bordo com

todas as ações realizadas pelos integrantes, os sucessos e insucessos da trajetória, e, ainda, engloba a participação de uma dinâmica surpresa elaborada pelos jurados. Essa dinâmica tem a finalidade de estabelecer a sinergia entre os integrantes da equipe e a capacidade de criar estratégias para vencer desafios. Nesse quesito, também se apresenta a rede social ou o *blog* onde todo o trabalho desenvolvido por eles é divulgado.

O terceiro e quarto quesitos, denominados Tecnologia & Engenharia e Desafio Prático, são relacionados à montagem e programação de um robô capaz de executar as missões em um tapete de competição durante o tempo máximo de dois minutos. Na avaliação desses quesitos, os integrantes das equipes são questionados pelos jurados sobre a programação e a escolha das peças na montagem do robô. Eles também apresentam um caderno com todas as ações desenvolvidas durante o período de treinamento para realizar as missões do Desafio Prático. A etapa Nacional do TBR sempre premia com medalhas e troféus a melhor equipe de cada quesito e os três melhores colocados na somatória geral das pontuações obtidas nessas quatro avaliações. Toda essa Arquitetura Pedagógica de avaliações realizava-se presencialmente até o ano de 2019, culminando na festividade de encerramento com a premiação das equipes.

De acordo com as normas de competições estabelecidas pelos organizadores do TBR para o ano de 2020, o tema central abordado foi a Fitossanidade<sup>13</sup>, e a avaliação das equipes em todas as salas de apresentação pautou-se por esse assunto. Os temas das temporadas sempre são lançados no mês de dezembro do ano anterior e seguem a promulgação da UNESCO como assunto a ser trabalhado nos diversos âmbitos da sociedade. Assim, em dezembro de 2019, lançou-se o tema para ser pesquisado pelas equipes, imaginando-se que tudo transcorreria normalmente e que o torneio aconteceria presencialmente como nos anos anteriores.

Com o fechamento das escolas em março de 2020 por causa do isolamento social imposto pela pandemia, tudo virou incerteza, e, até o início de maio, ainda se aguardava que as aulas presenciais pudessem retornar a qualquer instante. No entanto, com o agravamento da pandemia, no final de maio de 2020, os organizadores do TBR decidiram realizá-lo no formato virtual, com mudanças estruturais significativas em sua Arquitetura

---

<sup>13</sup> A Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2020 como o Ano Internacional da Fitossanidade, reforçando a importância da implementação de planos estratégicos de preservação da natureza que possam garantir às atuais e futuras gerações plantas saudáveis, livres de pragas e organismos causadores de doenças. Disponível em: <<https://revistaeducacao.com.br/2020/02/27/unesco-fitossanidade/>> Acesso em: 1 out. 2021.

Pedagógica, alterando os manuais com as normas e orientações para a participação das equipes na competição.

A maior diferenciação entre o modelo presencial do torneio e o virtual ficou por conta das avaliações do Desafio Prático e de Tecnologia & Engenharia, que antes aconteciam em uma mesa de missões, utilizando-se um robô com estruturas montadas com kit de peças LEGO® e programação realizada por meio do software MINDSTORMS® EV3. No TBR virtual, não houve a apresentação de robôs com suas estruturas físicas competindo no tapete de missões como antes acontecia no presencial. Além da migração das salas de avaliação para o espaço virtual, fez-se necessário estabelecer uma nova proposta de competição para as avaliações de Tecnologia & Engenharia e para o Desafio Prático, pois com a proibição de aglomerações imposta pela pandemia não seria possível continuar avaliando a construção do robô e a sua programação como nas temporadas anteriores.

Assim, a solução mais pertinente, segundo os próprios organizadores do TBR, foi a utilização da plataforma gratuita Open Roberta Lab, cujo ambiente de programação permitiu a simulação das missões em um tapete de competição virtual. Essa plataforma admite a inserção de imagens que servem como trilhas para a verificação do desempenho do robô mediante a programação previamente planejada pelas equipes. Ela também permite a visualização do movimento instantaneamente após a colocação das ações, o que contribui para a agilidade na correção das falhas. A aprendizagem de todo esse processo no TBR virtual ficou a cargo dos próprios integrantes das equipes, levando-se em conta que não houve tempo hábil para um treinamento mais específico antes da competição e que os competidores não conheciam essa plataforma. Apesar da aprendizagem que foi estabelecida durante a utilização da plataforma Open Roberta Lab, com a programação do robô virtual, o quesito de Desafio Prático do TBR 2020 foi considerado, pelos integrantes da equipe acompanhada durante a pesquisa, menos atrativo do que nas temporadas anteriores.

Para as salas de avaliação dos quesitos Mérito Científico, Organização & Método e Tecnologia & Engenharia, houve mudanças significativas no formato da apresentação das equipes no TBR virtual, que passaram a contar com o acesso às salas do aplicativo Zoom Meetings, que possibilitou a realização de reuniões síncronas, utilizando a tecnologia de videoconferência. As equipes também tiveram que enviar, com trinta dias de antecedência da data estabelecida para a competição, um vídeo com no máximo cinco

minutos, contendo a explicação do projeto desenvolvido para cada quesito de avaliação. Juntamente com o envio do vídeo, toda a parte de produção escrita e autorização de imagem deveria ser anexada para que os jurados pudessem iniciar, com antecedência, a análise dos trabalhos das equipes. Em linhas gerais, o Quadro 2 apresenta a Arquitetura Pedagógica dos itens considerados como critérios de avaliação de cada sala na categoria Middle 1, que se refere à faixa etária correspondente aos integrantes da equipe observada na temporada virtual do TBR.

**Quadro 2:** Critérios para a avaliação do TBR Virtual

Sala de avaliação	Critérios	Pontuação
Mérito Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paper: documento que sintetiza o trabalho de pesquisa realizado pela equipe;</li> <li>• <i>Blog</i> ou fanpage: contendo todo o percurso da equipe durante a fase de investigação do tema abordado;</li> <li>• Vídeo: produção de até 5 minutos explicando a pesquisa e as considerações da equipe;</li> <li>• Apresentação: argumentação da equipe perante os jurados no dia do torneio.</li> </ul>	Entre 100 e 500 pontos
Organização & Método	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Blog</i> da equipe: apresentação as principais postagens durante o processo de preparação;</li> <li>• Relatório: descrição do planejamento da equipe para a temporada e as ações realizadas;</li> <li>• Vídeo: produção de até 5 minutos explicando a organização e os métodos adotados pela equipe durante o preparo para a temporada;</li> <li>• Apresentação: dinâmica de grupo realizada no dia do torneio com a arguição dos jurados durante a apresentação da equipe</li> </ul>	Entre 100 e 500 pontos
Tecnologia & Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caderno de projetos: registro do processo de programação do robô para concluir as missões do tapete virtual, com os sucessos e insucessos devidamente documentados;</li> <li>• Apresentação: exposição das estratégias da equipe para a realização de cada missão no tapete virtual.</li> </ul>	Entre 100 e 500 pontos
Desafio Prático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lançamento do robô: desempenho do robô no tapete virtual com a atribuição quantitativa de pontos no tempo máximo de dois minutos.</li> </ul>	

**Fonte:** a autora, com dados do manual de normas do TBR 2020.

Conforme pode-se notar, pelos critérios informados no Quadro 2, o trabalho de uma equipe que participa desse tipo de competição é bem denso, exigindo-se o comprometimento e a organização de seus integrantes durante um longo período de tempo. Pesquisar, elaborar, escrever, programar, treinar, produzir e apresentar apontam para ações que necessitam da sincronia entre seus agentes. O que acontece no dia do torneio é apenas um resumo de todo o trabalho que foi desenvolvido pela equipe durante os meses de preparação que o antecede. Durante o processo investigativo, observou-se

que, mesmo ocorrendo no formato virtual, o TBR no ano de 2020, manteve uma estrutura condizente com as exigências dos anos anteriores, excetuando-se as formas de apresentação e a montagem do robô pelas equipes.

Ao observar as mudanças da Arquitetura Pedagógica do TBR nesse processo de transição do presencial para o virtual, fez-se necessária a retomada do quadro exposto anteriormente na seção 3, acrescentando-se uma terceira coluna que aponta a nova estrutura dos moldes virtuais. Essa nova estrutura compõe o Quadro 3 que possibilita a leitura comparativa de todos os elementos.

**Quadro 3:** Arquitetura Pedagógica do TBR virtual

<b>Arquitetura pedagógica</b>	<b>Torneios de robótica</b>	<b>TBR Virtual</b>
Aspectos Organizacionais	Manual de Instrução – Regras e Normas	Manual de Instrução – Regras e Normas
Conteúdo – Objeto de Estudo	Tema Anual UNESCO – Situação problema	Tema Anual UNESCO – Situação problema
Aspectos Metodológicos	Organização do torneio – totalmente no formato presencial	Organização do torneio – totalmente no formato virtual
Aspectos Tecnológicos	Utilização parcial de recursos tecnológicos	Utilização total de recursos tecnológicos

**Fonte:** a autora.

Percebe-se que, pelos dados apresentados no Quadro 3, as mutações contundentes na estrutura da Arquitetura Pedagógica do TBR virtual se fizeram presentes principalmente nos aspectos metodológicos e tecnológicos. Enquanto no formato presencial as interações aconteciam, prioritariamente, no formato presencial com reuniões na escola, entrevistas e visitas em campo, no formato virtual, tudo isso teve que acontecer de forma remota com a utilização de recursos tecnológicos para viabilizar o processo. O conteúdo continuou sendo estabelecido pela UNESCO, e as regras e normas foram formatadas pelos organizadores do torneio, que engendraram sua proposta pedagógica com base no que já estava sendo realizado no presencial.

Nas versões presenciais do TBR, sempre houve a necessidade de se utilizarem recursos tecnológicos, tais como o *software* de programação LEGO MINDSTORMS, o kit EV3, para a construção do robô, editores de texto, para a formatação do trabalho escrito e a internet, para a realização da pesquisa sobre o tema. Criar uma página de divulgação do trabalho da equipe também fazia parte dos critérios nas temporadas presenciais, e a aprendizagem desse requisito compunha os objetivos idealizados para as

avaliações de Organização & Método. Entretanto, em sua versão virtual, a utilização de recursos tecnológicos foi imprescindível e, sem essas ferramentas, seria impossível a participação das equipes na temporada 2020. Além dos recursos citados anteriormente, a aprendizagem da utilização de *softwares* específicos, como os de edição de vídeos e a plataforma Open Roberta Lab, teve um papel fundamental no desenvolvimento do trabalho das equipes, e essa característica de essencialidade do uso da tecnologia torna a Arquitetura Pedagógica do TBR virtual diferenciada da Arquitetura Pedagógica do TBR presencial. Essas mudanças foram de suma importância para resguardar a saúde física dos participantes nesse contexto de pandemia.

Os integrantes da equipe observada relataram, durante as entrevistas realizadas, algumas dificuldades com o formato virtual do torneio. Aquela que mais se destacou na fala dos estudantes foi a falta do contato presencial com os demais integrantes. Na modalidade presencial do torneio, as reuniões aconteciam constantemente, utilizando-se o espaço da escola para as pesquisas e para os treinos nas mesas de competição. Era comum a presença de estudantes na sala de robótica, montando e desmontando os robôs, programando os seus movimentos, pesquisando, treinando suas falas, fazendo campanhas para arrecadar recursos financeiros e mobilizando a escola na torcida pelas suas equipes. Em todos os momentos, havia interação, trocas de experiências e possibilidades de aprendizagem; mesmo aquelas experiências consideradas conflitantes foram consideradas como importantes para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais dos envolvidos nesse processo. Entretanto, esse cenário foi modificado, ficando à mercê de um contato mediado apenas pelo uso da tecnologia e marcado pelo distanciamento social entre os indivíduos. Um dos integrantes da equipe chegou a relatar (informação verbal)<sup>14</sup>: “essa foi a minha primeira vez no TBR e eu queria muito participar do presencial porque meus colegas falaram que a energia no dia da competição é uma experiência incrível, mas infelizmente esse ano não teve jeito e eu decidi participar mesmo sendo virtual.” Esse integrante não escondeu sua frustração sobre a mudança no formato do TBR, pois ele queria muito participar na modalidade presencial.

Um ponto importante que foi destacado durante as entrevistas com a equipe refere-se ao baixo custo financeiro para os integrantes na modalidade virtual do TBR. A título de comparação, na temporada de 2019, os gastos da equipe observada foram bem maiores,

---

<sup>14</sup> Entrevista concedida pelos integrantes da equipe. Entrevista [01.2021]. arquivo.mp3 (25 minutos)

pois necessitaram de recursos para cobrir os custos com a decoração do estande físico, a impressão de materiais que foram entregues aos jurados, o deslocamento da equipe para as reuniões e competições, a estadia e a alimentação dos integrantes que foram competir em outra cidade, além da própria inscrição da equipe no TBR, tanto na etapa regional quanto na etapa Nacional. Em 2020 esses gastos se limitaram à inscrição da equipe nas etapas regional e nacional, o que foi computado como ponto positivo pelos integrantes. De fato, o trabalho realizado no formato virtual facilita o contexto financeiro, pois reduz, significativamente, as despesas com outras demandas que seriam necessárias no formato presencial.

A redução no número de times e, conseqüentemente, no número de competidores do ano de 2019 para o ano de 2020 foi outro desdobramento apontado por esta pesquisa. De 98 equipes que participaram do torneio presencial em 2019, houve uma redução para 67 que integraram o torneio virtual de 2020 – esses números apontam para uma redução de aproximadamente 32%, que pode ser considerada alta para um torneio que vinha tendo aumentos sucessivos no número de equipes desde sua criação em 2010. Os próprios organizadores do torneio acreditavam que, em 2020, contariam com cem equipes na etapa nacional do TBR, caso este tivesse sido realizado no formato presencial. De acordo com o idealizador do torneio: “não tivemos uma adesão de equipes como nós tivemos em 2019 e nem poderíamos ter, até porque o 2020 foi um ano de total cataclismo, né? Um ano muito difícil para a história de todo mundo” (informação verbal)<sup>15</sup>. Esse relato apresenta um pouco do sentimento de frustração que foi vivenciado nesse cenário de pandemia. Os desdobramentos entre essas mutações podem repercutir até as próximas gerações, e seus impactos, de fato, serão mensurados ainda nos anos vindouros. Esse é um dos motivos que torna relevante os trabalhos acadêmicos que abordam os impactos causados pela Covid-19 na sociedade, principalmente por tratar-se de uma situação nunca antes vivenciada nesse grau de complexidade.

## **Considerações finais**

O tempo de isolamento social imposto pela pandemia talvez tenha provocado graves sequelas emocionais nos adolescentes, e, mesmo não podendo ser dimensionadas, agora deverão ser levadas em consideração nos próximos anos. De acordo com a

---

<sup>15</sup> Entrevista concedida pelo organizador do TBR. Entrevista II [06.2021] arquivo.mp3 (1 hora e 16 minutos)

Organização Mundial de Saúde (2020), essas lacunas precisarão ser reparadas e demandarão ações assertivas por parte da comunidade, principalmente a escolar. A ausência das interações e dos relacionamentos interpessoais foi também sentida pelos participantes do TBR 2020, e até aqueles que não participaram do torneio deram como fato desmotivador a falta dessas interações. Os achados dessa pesquisa demonstraram que nem mesmo toda a interatividade possibilitada pelo ambiente virtual foi o suficiente para proporcionar os mesmos sentimentos de contentamento e alegria gerados no momento de apresentação e disputa entre as equipes na competição. Entretanto, algumas equipes não se deram por vencidas, decidindo competir no TBR virtual e essa circunstância conduziu esta pesquisa para a análise do engajamento dos integrantes da equipe que foi acompanhada durante a sua preparação para o torneio.

No início do acompanhamento da equipe houve a percepção de um certo desgaste dos integrantes pelo cansaço produzido com o uso excessivo dos meios tecnológicos. Com o isolamento social durando tanto tempo, não foi fácil para os adolescentes administrar os estudos, as avaliações e ainda os relacionamentos por meio dos ambientes virtuais. As mutações provocadas pela pandemia trouxeram consigo incertezas e aborrecimentos, gerando monotonia no cotidiano e limitando as interações entre os sujeitos. Talvez esses acontecimentos fossem suficientes para fazer com que os integrantes da equipe desistissem de participar do TBR virtual, tendo em vista também a desistência de outras equipes. Por intermédio dos relatos dos integrantes dessa equipe, pôde-se perceber que a motivação inicial veio da ideia de fazer algo diferente daquilo que eles estavam limitados a fazer no seu dia a dia. A rotina deles como estudantes se restringia a passar as manhãs utilizando um computador ou celular para participar das aulas em um ambiente virtual. Sem poder se relacionar presencialmente com outras pessoas, restava a eles a interatividade nas redes sociais, e essas limitações nas ações do cotidiano motivaram a participação dessa equipe no torneio.

Entre as percepções geradas durante o processo investigativo, duas se apresentaram mais contundentes. A primeira, relacionada ao engajamento dos integrantes da equipe, apontou que, mesmo em face à dificuldade enfrentada com o tema “Fitossanidade”, proposto para a temporada 2020 do TBR, e ao cansaço pelo uso excessivo da tecnologia, eles não desistiram e procuraram se preparar para as avaliações, melhorando sua classificação. O engajamento compreende não apenas as ações do sujeito, mas a importância que ele dá àquilo que lhe compete fazer. As informações produzidas

durante as reuniões da equipe mostraram que eles estavam, de fato, engajados para o aperfeiçoamento do trabalho, buscando corrigir as falhas e transpor as dificuldades. Isso aponta para a seriedade que eles atribuíram ao processo de preparação para o torneio, o que culminou em resultados positivos para a equipe.

A segunda percepção aponta para o desenvolvimento de novas habilidades durante a preparação da equipe para o TBR virtual 2020. O engajamento dos integrantes propiciou a aprendizagem de recursos que antes eles ainda não haviam utilizado, como a programação na plataforma Open Roberta e a edição de vídeo, exigidas na temporada 2020 do torneio. Essa nova exigência poderia ter sido vista por eles como um fator desmotivante para sua continuidade no torneio, principalmente por terem que buscar por informações praticamente sozinhos, a fim de aprender a trabalhar com esses recursos. Entretanto, segundo os relatos dos integrantes, essa aprendizagem transcorreu de forma tranquila e espontânea, despertando o interesse deles pelas ferramentas tecnológicas utilizadas.

De fato, o envolvimento dos integrantes da equipe durante a preparação para o TBR virtual aponta para a relevância desse tipo de torneio mesmo com as adequações às necessidades impostas pela pandemia. Ainda que as interações tenham dado lugar à interatividade e que todo o processo de preparação e de apresentação tenham sido realizados virtualmente, o engajamento dessa e de outras equipes fez valer a persistência dos organizadores na realização do torneio e nas adequações necessárias à segurança de todos os participantes do TBR 2020.

Durante todo o processo investigativo, pôde-se perceber que a participação da equipe no TBR 2020, mesmo que na modalidade virtual, estimulou a aprendizagem de conceitos e habilidades importantes para o desenvolvimento de seus integrantes. Essa pesquisa não esgota o assunto, mas contribui para novas investigações que se fizerem necessárias, contemplando os torneios de robótica e os elementos que envolvem e possibilitam a aprendizagem.

## **Referências**

CORREIA, M. C. B. A Observação Participante enquanto técnica de investigação. **Pensar Enfermagem**, v. 13, n. 2, p. 30-36, 1999.

D'AVILA, M. B. **Aplicabilidade de Arquitetura Pedagógica com alunos de quarta série**. TCC (Graduação em Pedagogia) – Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. p.42. 2010.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Org.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

DOMINGUEZ, D., BEAULIEU, A., ESTALELLA, A., GOMEZ, E., READ R., SCHNETTLER, B. **Forum: Qualitative social research 2007. Virtual ethnography**. Disponível em: <<http://www.qualitativeresearch.net/index.php/fqs/article/view/274/602>>. Acesso em: 8 de mar. 2020.

KERCKHOVE, D. A arquitetura da inteligência: interfaces do corpo, da mente e do mundo. In: DOMINGUES, D. (Ed.). **Arte e vida no século XXI - tecnologia, ciência e criatividade**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. p.15-26

LOPES, É. M. C. **Integração de mídias na disciplina de geometria analítica em um curso de graduação em matemática**. 2019. 275 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.920>

NEVADO, R. A.; DALPIAZ, M. M.; MENEZES, C. S. Arquitetura pedagógica para construção colaborativa de conceituações. In: **Workshop sobre informática na escola**, 15, 2009, Bento Gonçalves. Anais Bento Gonçalves: WIE, 2009, v. 1. p. 1653-1662

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS) **Clinical management of COVID-19**. WHO, 2020. Disponível em: <[https://www.who.int/publications-detail/clinicalmanagement-of-severe-acuterespiratory-infectionwhen-novelcoronavirus-\(ncov\)-infection-issuspected](https://www.who.int/publications-detail/clinicalmanagement-of-severe-acuterespiratory-infectionwhen-novelcoronavirus-(ncov)-infection-issuspected)>. Acesso em: 15 jun. 2022

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

# 8- Robótica educacional na formação inicial de professores de matemática: um mapeamento sistemático de teses e dissertações (2002-2020)<sup>16</sup>

---

*Crhistiane da Fonseca Souza*

*Arlindo José de Souza Junior*

*Fernando da Costa Barbosa*

## **Introdução**

A criatividade é uma habilidade considerada essencial no século XXI, uma vez que coopera de forma significativa para a resolução de problemas e para o desenvolvimento do pensamento crítico. Espera-se que pessoas criativas sejam capazes de gerar novas ideias úteis, que tenham imaginação para solucionar problemas e façam uso de variadas técnicas (Angel-Fernandez; Vincze, 2018a).

Em virtude de constantes revoluções tecnológicas, a robótica tornou-se muito popular nas diversas searas sociais, haja vista o fascínio de crianças e jovens por robôs, e no campo educacional, compreendemos que a Robótica Educacional (RE) pode favorecer um ambiente de aprendizagem que facilite o desenvolvimento da criatividade, uma vez que transita pela multidisciplinarietà, e oferece maneiras diferentes de aprendizagem em relação a outras abordagens motivadoras (Angel-Fernandez *et al.*, 2016).

Num ambiente de ensino-aprendizagem de matemática mediado pela RE, o professor e os alunos assumem papéis diferentes dos convencionais, e ambos aprendem juntos por meio do diálogo, da cooperação, da proposta de soluções para as tarefas e desafios formulados pelo professor ou até mesmo pelos próprios alunos. Deste modo, a

---

<sup>16</sup> Este artigo é recorte de uma tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia em cotutela com a Universidade de Lisboa.

RE pode ser uma forte aliada do professor, por ser atrativa e despertar a curiosidade dos alunos, além de favorecer a abordagem exploratória e investigativa de matemática, cuja ênfase não está no professor ou no ensino, mas no processo de ensino-aprendizagem, em que o aluno vai explorar a tarefa proposta e trabalhar ativamente na construção do seu conhecimento.

Sendo assim, neste artigo, procuramos identificar as estratégias formativas, os materiais utilizados, os projetos e os resultados alcançados nas pesquisas empíricas brasileiras acerca do uso da Robótica Educacional na formação de professores.

### **Conceituando Robótica Educacional: diferentes usos e contribuições**

A robótica, quando aplicada na educação, é conhecida como Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica. Em revisão sistemática de teses e dissertações brasileiras sobre a temática, Barbosa (2016) concluiu que as palavras-chave mais utilizadas pelos pesquisadores são: educacional, pedagógica, “ambiente, ambiente de aprendizagem, recurso de comunicação, tecnologia, artefato cognitivo, atividade de montagem, conjunto de recursos, espaços multirreferenciais de aprendizagem” (Barbosa, 2016, p. 71). Os dois primeiros termos são comumente utilizados como: Robótica Educacional, Robótica Pedagógica ou Robótica Pedagógica Livre.

A partir de uma busca pelos termos *Education* e *Robot*, na base de dados *Web of Science*, foram encontrados 5.172 artigos que utilizam as palavras-chave em vários idiomas (Souza, 2021). O resultado indica que nos últimos anos tem ocorrido um aumento de pesquisas que utilizam os termos robótica e educação. Assim, os estudos sobre a robótica na educação têm crescido e importa compreender o que os pesquisadores entendem por RE.

No estudo do tema, o autor Barbosa (2011, p. 30) afirma que a RE envolve ou “caracteriza-se como um ambiente de simulação real de aspectos da vida que proporciona aos envolvidos situações-problema de diferentes magnitudes que devem ser superadas, com acerto, erros, até que se alcancem os objetivos desejados”. Por sua vez, Cesar (2013) complementa essa compreensão ao dizer que a

(...) Robótica Pedagógica ou Educacional refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, as discussões sobre Robótica Pedagógica não se restringem as tecnologias

ou aos artefatos robóticos e cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim as possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem (Cesar, 2013, p. 55).

De acordo com Angel-Fernandez e Vincze (2018b), ainda não existe uma definição clara acerca do que vem a ser a RE, pois em muitos casos é citada como ferramenta para uso na educação, ou um meio que possibilita pensar sobre o ensino, a aprendizagem e a educação. Para os autores, a área envolve diferentes campos, dos quais os três principais são: a) Educação (E): envolve todas as subáreas relacionadas ao estudo e aprimoramento da aprendizagem das pessoas em todos os níveis; b) Robótica (R): engloba o estudo, o projeto e melhoramento de robôs como, por exemplo, as plataformas de robótica utilizadas hoje na educação; c) Interação Humano-Computador (IHC): envolve o estudo da interação entre o computador e humanos, com vistas a melhorar a experiência dos usuários.

Este último campo tem mostrado a importância de ponderar a interação entre o humano e as plataformas robóticas. Nesse sentido, surge o campo Interação Humano-Robô (IHR), “que se dedica a entender, projetar e avaliar plataformas robóticas para utilizar com ou por humanos” (Angel-Fernandez; Vincze, 2018b, p. 38, tradução nossa).

Pensar a RE como a interseção da Educação, da Robótica e da Interação Humano-Robô, conduz a compreendê-la não apenas como uma ferramenta ou ambiente com tecnologia, mas como um campo de estudos e investigação

(...) para onde convergem muitos campos de estudos. (...) Robótica Educacional é um campo de estudos que visa melhorar a experiência de aprendizagem das pessoas através da criação e implementação de atividades, tecnologias e artefatos, onde os robôs desempenham um papel ativo (Angel-Fernandez; Vincze, 2018b, p. 38, tradução nossa).

De acordo com o papel que a robótica desempenha no processo de ensino-aprendizagem, Alimisis e Kynigos (2009) classificaram-na em duas categorias: como objeto de aprendizagem e como ferramenta de aprendizagem. Como objeto de aprendizagem, a robótica está sendo estudada como uma disciplina específica. Inclui atividades que envolvem os alunos na solução de problemas cujo foco é a robótica, com uma visão computacional e inteligência artificial (Alimisis; Kynigos, 2009). A robótica enquanto ferramenta de aprendizagem, é utilizada como um instrumento para ensinar e aprender outras disciplinas

Geralmente, a robótica como ferramenta é vista como atividade que fomenta a “aprendizagem interdisciplinar baseada em projetos, baseada principalmente em Ciências, Matemática, Informática e Tecnologia e que oferece novos benefícios importantes para a educação em geral em todos os níveis” (Alimisis; Kynigos, 2009, p. 17, tradução nossa).

Uma terceira categoria foi proposta por Eguchi (2013 *apud* Angel-Fernandez; Vincze, 2018b, p. 41), que “vê os robôs como auxiliares de aprendizagem, que seriam na maioria dos casos robôs sociais, como o Robot-Tutor em cenários de aprendizagem colaborativa”.

A definição para RE apresentada por Angel-Fernandez e Vincze (2018b) traz uma visão ampliada para a discussão sobre essa temática, pois não a compreende apenas como um “ambiente de simulação” (Barbosa, 2011, p. 71) ou como um “conjunto de processos e procedimentos” (Cesar, 2013, p. 55), mas como um campo de pesquisa em que interagem diferentes áreas, dentre elas, a educação, a robótica e as relações entre o humano e o robô. Sob essa ótica, incluem-se as abordagens nas quais a robótica é o objeto da aprendizagem, ferramenta de aprendizagem ou auxiliar de aprendizagem (Angel-Fernandez; Vincze, 2018b), e assim, a definição consegue englobar todas as formas de uso da robótica no campo da educação.

Vários estudos vêm sendo realizados no Brasil, com um pluralismo de áreas, abordagens, objetivos e públicos-alvo, e apontam que, utilizando a RE, é possível desenvolver um ambiente colaborativo (Barbosa, 2011, 2016; Zilli, 2004) favorável à aprendizagem, ao desenvolvimento pleno do aluno, desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, inteligência linguística, interpessoal, intrapessoal e até espacial (Zilli, 2004). A RE é capaz de motivar o aluno a construir seu conhecimento a partir de situações-problema interessantes, relacionadas com o mundo real, investigativas e lúdicas (Barbosa, 2011, 2016; Cesar, 2009, 2013; Chella, 2002; Curcio, 2008; Zilli, 2004).

Na próxima seção, apresentamos uma discussão acerca das pesquisas sobre a RE na formação de professores no Brasil.

## **Estratégias formativas de professores com Robótica Educacional**

Por mais que a RE esteja sendo usada na formação inicial de professores, percebemos que é necessário fomentar investigações acadêmicas e científicas sobre o

potencial dessa ferramenta no ambiente formativo docente. Para compreendermos o cenário das pesquisas sobre RE no Brasil, realizamos uma revisão bibliográfica, que possibilitou mapear e discutir a produção de conhecimento no contexto da formação de professores.

A tese de Barbosa (2016) corrobora a afirmação de que há pouca produção acadêmico/científica brasileira a respeito do tema, uma vez que o autor apresenta uma revisão bibliográfica de quase trinta trabalhos nacionais que tiveram a RE como objeto de investigação, em diferentes realidades escolares e públicos-alvo, o que foi considerado incipiente. Dentre os trabalhos desse período, destacamos seis, que envolveram públicos do Ensino Superior, de graduação ou de pós-graduação, e formação continuada de professores, que trazem contribuições importantes para esta pesquisa.

Segundo Angel-Fernandez e Vincze (2018b), a RE tem sido citada por vários investigadores “como uma tecnologia com significativo potencial para impactar a educação” (p. 37, tradução nossa). As pesquisas, tanto brasileiras quanto as desenvolvidas em vários países, indicam o potencial da RE no contexto da Educação Básica, porém, poucas investigações abordam o papel dos professores e a sua formação para implementar a robótica na sala de aula (Alimisis; Kynigos, 2009).

Em Barbosa (2016) identificamos seis estudos, no período de 2002 a 2013: Chella (2002), Labegalini (2007), Curcio (2008), Cesar (2009), Pinto (2011) e Cesar (2013). Após o acesso a todas as pesquisas, realizamos a leitura e revisão de cada estudo. Na sequência, buscamos na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e no Catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), as dissertações e teses brasileiras que tratam do tema, com ênfase nas palavras-chave: Robótica Educacional; formação de professores; graduação; licenciatura; isoladas ou conjugadas, para o período de 2014 a 2020.

Nesse período foram encontrados os estudos: Stroeymeyte (2015), Santos (2016), Luciano (2017), Mahmud (2017), Silva (2017), Alexandrino (2017), Maciel Junior (2017), Varela (2017), Passos (2017), Silva Júnior (2019), Oliveira (2019) e Silva (2020). Ao todo foram coletados dezoito estudos, no período de 2002 a 2020, cujas análises são apresentadas no decorrer dos próximos parágrafos.

A pesquisa de Chella (2002) teve como objetivo implementar um Ambiente de Robótica Educacional (ARE), composto por um conjunto de aplicativos e componentes

de *hardware*, e o Ambiente de Telerobótica, “(...) que permitiu aos usuários controlar dispositivos robóticos remotamente” (Chella, 2002, p. 119).

O ARE foi aplicado a um aluno do curso de Mecatrônica da Unicamp, e posteriormente implementado aos alunos de duas turmas do Curso de Pós-Graduação em Informática Aplicada à Educação, que participaram das atividades e desenvolveram vários projetos de robótica. Os participantes “puderam perceber que os recursos disponíveis propiciam meios para o desenvolvimento das mais variadas aplicações” (Chella, 2002, p. 125), além de adquirir fluência e segurança, que possibilitaram a construção e programação de um protótipo, baseado em algum tema relacionado a sua prática docente.

Quatro outras oficinas foram desenvolvidas durante a pesquisa, sendo duas para turmas com 30 alunos com idades entre 11 e 15 anos, e duas oficinas de Telerobótica, com a colaboração do primeiro usuário do ARE. Chella (2002) concluiu que, ao adotar essa metodologia, é possível abordar de forma concreta, contextualizada e interdisciplinar, diferentes conceitos nas atividades práticas de sala de aula, e que o acesso remoto possibilitou formar comunidades de aprendizagem dispersas geograficamente, que se comunicam, trocam informações e controlam os dispositivos robóticos.

A pesquisa de Labegalini (2007, p. 19) se propôs a investigar “Como as sugestões propostas na Revista de Educação Tecnológica Zoom podem ser inseridas na sala de aula das escolas da rede pública quando da utilização do LEGO/Robótica?” A autora apresenta um estudo sobre essas revistas, os conteúdos programáticos e atividades propostas para cada ciclo e faixa etária, e três professores que atuavam nos anos iniciais do Ensino Fundamental realizaram as atividades de robótica para 92 alunos numa escola da rede municipal.

A autora concluiu que os professores fazem pouco uso das revistas disponíveis. As razões dadas ao pouco ou nenhum uso desse material dizem respeito ao tipo de tarefa proposta nas revistas, pois “elas sugerem muitas atividades de recorte, o que se torna inviável, afinal, não existe uma revista para cada aluno; falta de tempo para a utilização das mesmas, entre outros fatores” (Labegalini, 2007, p. 128).

Na dissertação de Curcio (2008) o objetivo foi “apresentar uma metodologia adequada à utilização da robótica educacional” (p. 5). A capacitação da equipe foi realizada para dois grupos, constituídos por profissionais especializados e professores,

para que conhecessem o método, o material didático e a metodologia escolhida. O outro grupo constituído por professores do Ensino Fundamental de várias disciplinas recebeu a capacitação da equipe de profissionais. Participaram 40 professores em dois anos de projeto.

A capacitação dos docentes aconteceu no período de oito meses letivos, com duas aulas semanais e, concomitantemente, “os professores desenvolveram trabalhos interdisciplinares e multidisciplinares com os alunos utilizando a robótica educacional como recurso para trabalhar conteúdos curriculares” (Curcio, 2008, p. 46). Após a aplicação prática com os alunos, foram realizados dois concursos temáticos de RE, com a aplicação do método, a fim de motivar professores e alunos das escolas a utilizarem essa tecnologia. Para a autora, algumas das dificuldades para a utilização e implantação da RE nas escolas brasileiras são: a falta de metodologias, os custos elevados de alguns materiais, a falta de capacitação docente e a ausência de materiais didáticos que auxiliem na aplicação.

A pesquisa de Cesar (2009) implementou um ambiente dinâmico de Robótica Pedagógica, com soluções livres e com oficina para dezessete professores em formação em um curso de Pedagogia, professores em exercício nas escolas públicas da rede do Município de Salvador. Esse projeto se diferenciou dos demais da época pois partiu para soluções livres de *softwares* (Linux23 e seus aplicativos) e para a “utilização de sucata de equipamentos eletroeletrônicos como material para a construção de artefatos robóticos” (Cesar, 2009, p. 38).

Por meio do trabalho com projetos, construíram um *kit* básico de RPL e um artefato robótico, durante um semestre letivo. Cesar (2009) observou que os professores não apresentavam conhecimentos prévios de informática básica e desconheciam procedimentos básicos como instalação de um *software*. Sendo assim, foi necessário todo um processo de formação e construção dos conceitos científico-tecnológicos para o desenvolvimento das atividades propostas.

Observou-se ao final que “a participação ativa do educando na construção e controle de seus objetos de desejo faz com que o mesmo se sinta parte do processo e do meio em que vive, ampliando seus conhecimentos através das relações horizontais (...)” (Cesar, 2009, p. 115).

A pesquisa de Pinto (2011) teve como objetivo “o desenvolvimento e [a] aplicação de um curso de RE com elementos de baixo custo e utilização de *hardware* livre, norteado por uma arquitetura pedagógica interativa” (p. 23), que resultou no curso de formação continuada para professores de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, utilizando componentes de baixo custo e *hardware* livre. Essa pesquisa foi norteada por uma arquitetura pedagógica interativa e uma arquitetura tecnológica.

O curso foi realizado na modalidade semipresencial para duas turmas formadas por professores e/ou professores multiplicadores atuantes em núcleos de tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, e/ou outros municípios. Teve duração de doze semanas e se dividiu em dois eixos norteadores: o pedagógico e o tecnológico. O eixo tecnológico tem relação com os recursos de *hardware* (computadores, componentes eletrônicos novos ou sucata, placa de prototipagem eletrônica), e de *softwares* necessários para a execução do curso.

Foram disponibilizadas atividades laboratoriais remotas aos professores, para vivenciarem a experimentação de situações de robótica à distância. O eixo pedagógico levou em conta o planejamento e a organização do curso de RE, e os componentes utilizados. Os participantes tiveram o suporte Robótica, que ocorreu na forma de fórum de discussões para auxílio nas dificuldades encontradas na elaboração das atividades práticas com RE. Os professores deveriam aplicar as atividades propostas junto aos seus alunos e nas escolas onde trabalham, mas apenas quinze docentes desenvolveram a atividade na sala de aula com seus alunos (crianças, adolescentes, adultos ou professores e profissionais que trabalham com alunos).

O pesquisador concluiu que o modelo estruturado de interatividade utilizado no curso “contribuiu para que este tivesse um caráter dinâmico com participação ativa dos professores em suas três camadas de interação: com o pesquisador, com seus pares e com seus alunos” (Pinto, 2011, p. 126). Ademais, ocorreu o efeito multiplicador (aprender e ensinar) do curso, o que motivou os professores durante o trabalho, e o fato do curso ser semipresencial influenciou na adesão dos professores, e o uso do *hardware* livre Arduino foi “importante para que os professores tomassem ciência sobre possibilidades de instrumentalização de recursos para robótica educacional, acessíveis tanto em custo como em complexidade de programação” (Pinto, 2011, p. 126).

Cesar (2013) investigou as oficinas de Robótica Pedagógica Livre (RPL), sendo sete no total, nas quais propôs uma metodologia para difusão do conhecimento sobre a

RPL, que contemplou 38 futuros professores de várias áreas de conhecimento, além de 133 estudantes de Ensino Fundamental e Médio. O objeto de estudo consistiu em elaborar “uma metodologia de difusão do conhecimento sobre/para a RPL, (re)visitando, em sua estrutura, a própria experiência vivenciada pelos atores, de maneira a garantir a formação de formadore(a)s para a produção e a democratização do conhecimento” (Cesar, 2013, p. 28, grifos do autor).

Essas oficinas previam que os atores fossem posteriormente multiplicadores das propostas e das aprendizagens adquiridas sobre RPL e assim, passassem de coadjuvantes a protagonistas dos seus projetos. Com essa metodologia, Cesar (2013) trouxe novos caminhos para a formação de professores com e para a RPL, a partir da valorização dos saberes “científicos e populares” dos formadores, da emancipação desses sujeitos, capacitando-os para transformar o processo de ensino e aprendizagem. Ademais, ele destaca que o papel do educador nesse contexto não é o de transmitir conceitos, mas também o de “propor atividades que tenham condições de despertar a curiosidade dos educandos, levando-os a enfrentar desafios, a fazer perguntas, procurar respostas, motivá-los nas atividades de RPL” (Cesar, 2013, p. 159).

Stroeymeyte (2015) procurou responder às questões: “qual a contribuição das TDIC<sup>17</sup> para o desenvolvimento da Alfabetização Científica? Como a robótica enquanto TDIC integrada ao currículo pode contribuir para a Alfabetização Científica?” (p. 17). A pesquisadora planejou, desenvolveu e aplicou um curso de formação sobre o uso da RE para professores da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, que ministram a disciplina de Tecnologia e Sociedade, que faz parte do currículo escolar dos anos finais do Ensino Fundamental. Participaram do curso 77 professores de várias disciplinas, sendo selecionados 26 professores para participar da investigação.

A autora realizou o acompanhamento e análise qualitativa acerca da formação continuada sobre o desenvolvimento das ações de RE no ensino de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental, e concluiu que, desenvolvendo um ensino por meio da investigação, o uso da robótica no ensino de ciências possibilita a alfabetização científica dos alunos e pode promover uma educação emancipadora, na qual o aluno realiza observações, levanta hipóteses, elabora experimentos, analisa dados e os relaciona a teorias (Stroeymeyte, 2015). Contudo, ressalta que o professor é fundamental nesse

---

<sup>17</sup>Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

processo, pois “se o professor não for alfabetizado cientificamente, o desenvolvimento do trabalho com os alunos poderá ficar comprometido” (Stroeymeyte, 2015, p. 110-111).

Por sua vez, Santos (2016) pretendeu “Analisar visões de Ciência e Tecnologia de Licenciandos em Física e suas implicações na prática pedagógica quando utilizam a robótica educacional” (p. 16). Participaram da pesquisa oito estudantes do curso de Licenciatura Plena em Física e foram realizadas diferentes atividades, envolvendo os *kits Lego Zoom* e a robótica livre com Arduino.

Os licenciandos realizaram uma tarefa com um robô montado e programado previamente pelo pesquisador. Ao final, construíram e programaram um outro robô e elaboraram “uma proposta de aula, com o objetivo de avaliar o alinhamento de atividades propostas para uma sala de aula com as ideias de ciência, tecnologia e robótica educacional no ensino de Física” (Santos, 2016, p. 89-90).

Com os encontros (18 aulas), os licenciandos foram provocados a refletir sobre sua formação, sobre o que foi lido, visto e discutido e, conseqüentemente, sobre o tipo de ensino desenvolvido na Educação Básica. Essas reflexões levaram a uma considerável mudança de construtos. O autor conclui que o uso de recurso tecnológico na sala de aula vai depender de vários fatores, como a formação científica e tecnológica do professor para planejar bem suas aulas, utilizando o ensino por investigação. Por fim, ele reforça “que a prática do professor é orientada pela formação que ele recebeu” (Santos, 2016, p. 125), seja inicial ou continuada.

O estudo de Luciano (2017) foi realizado com 25 futuros professores de Física, cujo objetivo foi “avaliar a contribuição da robótica educacional, por meio do uso da plataforma Arduino e (...) pelo construcionismo, na modificação da ação docente de licenciandos do curso de Física bem como sua identidade profissional” (p. 8). A investigadora desenvolveu um curso sobre as noções básicas do Arduino e as implicações na RE para os futuros professores, e cada licenciando, individualmente, utilizou um *kit* Arduino e confeccionou as suas atividades.

Outra ação foi o planejamento de uma Oficina de Robótica para os inscritos no evento local “Semana de Física”, planejada pelos futuros professores, organizados em grupos. A autora considera que

(...) a robótica educacional é uma alternativa importante como ferramenta pedagógica para o ensino de Física, (...), por facilitar o desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, valorizar a construção da autonomia e criatividade por parte dos estudantes, favorecer as relações interpessoais e intrapessoais e desta forma colaborar com o trabalho em grupo (Luciano, 2017, p. 115).

O trabalho de Mahmud (2017) teve como objetivo principal “auxiliar o educador a se inserir no campo do uso de metodologias inovadoras e que possibilitem maior interatividade na sala de aula utilizando a robótica educacional como ferramenta (...)” (Mahmud, 2017, p. 38). O autor investigou o trabalho com RE, realizado por dois professores que participaram de uma capacitação oferecida pelo “Robótica Tucuju”, da Universidade Federal do Amapá, em duas escolas: uma pública e uma particular.

Depois de acompanhar as ações das duas escolas, o pesquisador realizou entrevistas com a equipe de cada escola, e concluiu que a inserção das tecnologias no ambiente escolar não é decisão apenas do professor, mas sim uma decisão conjunta, que envolve toda a comunidade escolar, além de considerar também condições mínimas necessárias para a execução das atividades. O pesquisador ressalta que apesar da RE ter um caráter dinâmico, não se pode perder de vista o planejamento para não reproduzir o ensino tecnicista, que não contempla a autonomia e a aprendizagem significativa do aluno.

Em que pesem os bons resultados em eventos importantes da área, o autor ressalta as tensões dentro do ambiente da escola pública, no qual a proposta da Robótica é uma atividade extracurricular e o desafio de mantê-la recai apenas na motivação do professor que a executa e dos alunos participantes. Entretanto, as aulas contribuíram para a aprendizagem de conteúdos de matemática, física e português e, em menor ênfase, língua inglesa, história, geografia e biologia.

Em relação à escola particular, o pesquisador percebeu que o projeto, apesar de também ser uma atividade extracurricular, não interage com as demais disciplinas da escola, o que coloca a RE como uma proposta que não contribui diretamente com o currículo escolar. Em oposição à escola pública, o projeto tem total apoio da gestão da escola devido ao “histórico de conquistas e pelo conhecimento do que a robótica pode influenciar em um melhor aprendizado” (Mahmud, 2017, p. 54).

Apesar dos dois projetos investigados por Mahmud (2017) terem forte preocupação com o objeto robótica, enquanto possibilidade de aprendizagem sobre *design* e programação para se sobressaírem nos campeonatos em que as equipes

participaram, percebe-se que a RE foi vista como uma ferramenta de ensino das disciplinas citadas.

Silva (2017) teve como objetivo “pesquisar o pensar e o fazer pedagógico dos professores egressos da formação continuada ‘Robótica Aplicada à Educação’” (p. 7, grifo do autor). A pesquisadora identificou que, após o curso, dois professores de matemática estavam realizando práticas com o *kit* ALPHA Mecatrônica. A partir daí, ela passou a acompanhar as ações realizadas pelos professores, utilizando a RE.

Os participantes do curso indicaram alguns fatores que dificultaram o uso da robótica em suas práticas pedagógicas, como a estrutura organizacional das escolas municipais. Mesmo assim, dois professores decidiram utilizar o recurso pedagógico, embasados na percepção da importância de se usar ferramentas tecnológicas para promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Com relação às práticas pedagógicas realizadas pelos dois professores, a pesquisadora observou que a formação conduziu um professor a desenvolver atividades que atendessem o exercício da prática reflexiva e as demandas da instituição de ensino, culminando num protótipo de robótica para participar do projeto “Minha Cidade”. A partir da formação, o outro professor começou a buscar “alternativas que incorporassem a robótica a conteúdos da área de exatas” (Silva, 2017, p. 109). Foi possível perceber que o docente passou a refletir sobre atividades que integrassem os robôs com o objetivo de promover o desenvolvimento de um conhecimento, estimulando os alunos “a buscar estratégias, refletir sobre hipóteses e construir soluções para os desafios propostos” (Silva, 2017, p. 109).

Alexandrino (2017, p.10) desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de “apresentar um produto educacional voltado à professores que se interessam pela temática”. Escolheu criar um *blog* com conteúdo voltado para divulgar assuntos sobre a robótica educacional, e a fim de conhecer as condições de uso da RE (*kit* NXT *MindStorm*) em aulas de matemática, o pesquisador desenvolveu uma aula sobre o “robô da sorte”, junto a alunos de um curso de licenciatura em matemática, com o objetivo de trabalhar o conteúdo de probabilidade.

A partir dessa experiência, o pesquisador criou o *blog* educacional *on-line*, no qual são disponibilizadas: Seção *Blog*, com notícias e informações diversas, além de artigos,

dissertações e vídeos sobre o tema; Seção Robótica, com conceitos e potencialidades sobre a RE; e Seção Práticas de Ensino etc.

Maciel Junior (2017) desenvolveu sua pesquisa inicialmente com treze professores de ciências, física, geografia, matemática e química (vinculados à rede de ensino estadual), cujo objetivo foi “analisar as possibilidades de estudo sobre a autonomia docente em um grupo de professores de ciências e matemática (...), em um curso de robótica educacional, sob a perspectiva de Contreras e Habermas” (p. 6). Realizou-se um curso de formação sobre robótica, com vinte encontros semanais de três horas cada.

Foi possível perceber alguns aspectos que facilitam a construção da autonomia docente, como o diálogo entre professor e aluno para significar os conteúdos curriculares e possibilitar que o estudante seja ativo no processo de aprendizagem; a colaboração entre os pares, para compartilhar experiências; o uso de atividades práticas e uso da pesquisa para estimular o aluno a participar do processo; e o uso de atividades interdisciplinares “como forma de romper com a cultura academicista no ensino básico” (Maciel Junior, 2017, p. 101).

A investigação de Varela (2017) teve como objetivo de investigar futuros professores do ponto de vista da formação docente “em relação ao uso da robótica educacional, com enfoque nos conhecimentos sobre a educação multicultural e suas possíveis aplicações nas práticas pedagógicas” (p. 17-18). Os participantes da pesquisa foram três estudantes voluntários em formação docente e que participaram do curso de robótica: um professor indígena, um diretor do colégio estadual, uma professora do Curso de Formação de Docentes, quinze estudantes indígenas (7 a 17 anos), e uma estudante voluntária do Curso de Ciências Sociais.

Os futuros professores voluntários participaram de um curso, como parte curricular na disciplina de Prática de Formação, do Curso de Formação de Docentes, e planejaram coletivamente um minicurso para alunos de uma escola indígena. Durante uma visita a aldeia, foi realizado o minicurso de robótica com os alunos indígenas. Todos os alunos indígenas comunicavam-se entre si em guarani, mas a aula foi conduzida em português devido aos alunos compreenderem o idioma.

Constituiu-se em uma aula introdutória acerca da robótica para crianças e jovens do Ensino Fundamental, trabalhando juntos, e divididos em três grupos, que montaram um carrinho robô em um observatório terrestre, com um robô e uma caneta laser para

observar os planetas e as constelações no céu. O professor orientador foi mostrando e explicando aos participantes do minicurso e a alguns moradores da aldeia como funcionava o observatório.

A investigação concluiu que é importante investir mais na formação de professores para o uso da RE na Educação Básica, e que esse tipo de formação deve estar “explicitamente entrelaçada à ampliação da aplicação dos conhecimentos de diferentes realidades culturais para sua emancipação e não a uma sobreposição de culturas” (Varela, 2017, p. 74).

Passos (2017) desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de elaborar um “Curso Semipresencial de Formação de Professores em Robótica Educacional para Suplementação Curricular de Matemática para Alunos com Altas Habilidades ou Superdotação do Ensino Fundamental II (6º ao 9º Ano)” (p. 30). O pesquisador desenvolveu a Oficina Piloto de RE para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental, em quatro encontros. Participaram oito alunos do Ensino Fundamental I e II, e se trabalhou o tema “Construindo Robôs Educacionais para Simular Movimentação de Cargas em Portos Alfandegários”, a partir do *kit* LEGO® *MindStorms* NXT.

Após analisar a aceitação da metodologia pedagógica proposta, foi proposto o curso para professores, na disciplina Prática Educacionais para Alunos com Altas Habilidades/Superdotação. As aulas presenciais ocorreram por duas horas somente com os cursistas (professores), seguidas de outras duas horas com os cursistas e com a presença de alunos com altas habilidades/superdotação. Participaram 47 cursistas, sendo que 36 estavam matriculados na disciplina, provenientes dos cursos de Pedagogia e diversas licenciaturas e curso de mestrado.

As aulas virtuais foram utilizadas para apresentar o curso, os pré e pós-testes, os conteúdos técnicos, orientar na realização das atividades previstas e nas tarefas. As aulas presenciais foram utilizadas para apresentação dos conceitos técnicos e pedagógicos, explicações, demonstrações, discussões, construção e programação dos robôs. O primeiro momento das aulas presenciais era reservado para desenvolver com os cursistas, os conceitos técnicos e pedagógicos sobre a RE, enquanto em um segundo momento, “a aplicação dos conceitos trabalhados no primeiro momento foi desenvolvida entre os cursistas e os alunos com AH/SD, através de práticas de construções de robôs educacionais” (Passos, 2017, p. 39).

Segundo o pesquisador, as aulas presenciais foram importantes, pois contaram com a presença de alunos com altas habilidades/superdotação, o que possibilitou aos cursistas “perceber o quanto esses alunos são diferenciados (...), puderam desmistificar muitos pré-conceitos sobre esses alunos apresentados pela sociedade” (Passos, 2017, p. 74). Enquanto os alunos “tiveram a oportunidade de utilizar a RE para suplementar e enriquecer seus currículos escolares em um ambiente acadêmico muito acima do que eles vivenciam em suas aulas diárias nas escolas” (p. 74).

A pesquisa de Silva Junior (2019) foi realizada com o objetivo de “compreender, por meio da Análise de Discurso, como um grupo de professores significam a robótica no ensino de ciências na cidade do Recife” (p. 7). O pesquisador selecionou onze escolas que desenvolviam atividades com robótica utilizando os *kits* de robótica da *Legó Zoom*, e a pesquisa foi realizada com quatro professores da rede pública de ensino do Ensino Fundamental e Médio.

O investigador percebeu que todos os quatro professores participaram de cursos de formação do programa de robótica do governo estadual, mas que esses cursos

(...) foram insuficientes e pontuais (...). Ficou evidente na fala dos professores a sua preocupação com esses saberes pedagógicos, sempre indicando que as capacitações deveriam dar um enfoque voltado para a sala de aula e não somente para o manuseio dos robôs (Silva Junior, 2019, p. 139).

Os professores entrevistados reportaram alguns obstáculos que dificultam a realização de um trabalho com qualidade, utilizando a RE: a falta de incentivo e apoio da escola; a falta de infraestrutura da escola e por parte do governo; número elevado de alunos por turma.

Por sua vez, Oliveira (2019) teve como objetivo “implementar e analisar a formação continuada para inovação pedagógica em RE, desenvolvida com professores dos 4º e 5º anos” de uma escola (p. 7). O curso de formação continuada de professores foi oferecido a docentes de uma escola de Ensino Fundamental da rede de ensino estadual do Rio Grande do Norte (UFRN), e implementado para quatorze professores em cinco dias. A proposta de RE foi implementada apenas nas cinco turmas de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental nas quais os professores aplicaram em suas turmas os conhecimentos sobre robótica adquiridos durante o curso de formação continuada.

O pesquisador relata que as condições materiais oferecidas aos professores foram deficitárias (infraestrutura tecnológica ruim – *internet* e computadores, poucos *kits* de robótica), o que acabou prejudicando o resultado esperado. Além disso, o autor elenca fatores conjunturais, como falta de tempo dos docentes para aprofundar os conhecimentos sobre robótica, alta demanda de planejamento escolar para início do ano letivo, que afetaram, mas não impediram que acontecesse a implementação da RE na escola.

Mais de 150 crianças puderam participar das atividades com robótica e, mesmo com o término da intervenção com os pesquisadores, o projeto teve continuidade com dois professores que deram seguimento ao trabalho com robótica em suas turmas, prepararam equipes e participaram em torneio de robótica regional.

Por fim, apresentamos a pesquisa de Silva (2020), cujo objetivo foi analisar se a robótica educacional ofereceu “experiências de aprendizagem inventiva, para os estagiários, durante sua implementação no espaço-tempo do estágio-docência” (Silva, 2020, p. 20). A implementação da robótica aconteceu durante o estágio-docência (200 horas/aula) e contou com a participação de onze estagiários. Em parceria com a unidade Sesi-Senai da cidade, eles construíram e programaram alguns robôs.

A partir das dificuldades de aprendizagem matemática dos alunos das escolas-campo, analisadas durante a fase de observação, os estagiários desenvolveram coletivamente propostas educacionais de matemática, utilizando a robótica como um dispositivo para promover a aprendizagem dos alunos. Essas propostas resultaram na execução de um projeto de intervenção pedagógica utilizando a robótica, inicialmente aberto a toda comunidade escolar da cidade e, posteriormente, desenvolvido nas escolas-campo de estágio, durante a Regência.

Além das aulas ministradas com robótica nas escolas-campo, os estagiários puderam “descrever, analisar e apresentar em um evento científico suas experiências em relação aos processos vivenciados no espaço-tempo do estágio-docência” (Silva, 2020, p. 63). Nas aulas ministradas pelos estagiários, os alunos do Ensino Médio das escolas-campo de estágio não construíram os robôs, mas foram estimulados a resolver situações-problemas relacionadas ao mundo inventivo do qual os robôs faziam parte. Na interação com os robôs no mundo inventivo, os alunos desenvolveram diferentes conceitos matemáticos.

Segundo Silva (2020), as ações e práticas provocaram o que ele chamou de autoformação-inventiva, em que o uso da RE estimulou a produção das propostas de aula de matemática, elaboradas pelos estagiários. Assim, “tanto as propostas educacionais de matemática com o uso da robótica, como a formação dos estagiários foram efeitos das experiências autônomas de formação inventiva” (Silva, 2020, p. 212).

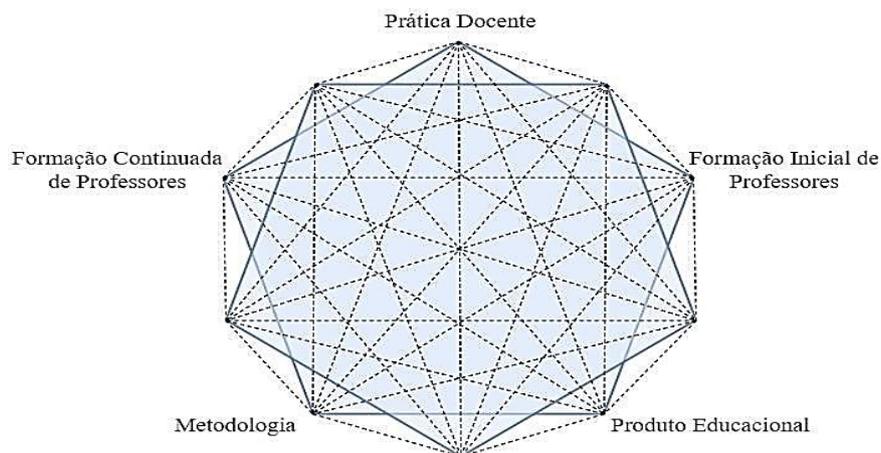
É possível fazer algumas considerações a respeito desse conjunto de estudos sobre RE na formação de professores. Nos últimos anos ocorreu um aumento de trabalhos com robótica para a Educação Básica, focados na formação de docentes, no pensar, saber e fazer do professor na ação com robótica e na produção de produtos educacionais para uso do docente, como os *kits* de baixo custo, construção de *blog* ou os tutoriais de orientação para apoiar o professor em seu trabalho com robótica (Curcio, 2008; Cesar, 2013; Pinto, 2011; Luciano, 2017; Silva Junior, 2019).

Na análise dessas pesquisas encontramos cinco elementos de aproximação da pesquisa sobre/com a RE na formação de professores: a) Formação continuada de professores: Labegalini (2007), Pinto (2011), Stroeymeyte (2015), Maciel Junior (2017) e Oliveira (2019); b) Formação inicial de professores: Santos (2016), Luciano (2017), Varela (2017), Passos (2017) e Silva (2020); c) Metodologia: Chella (2002), Curcio (2008), Cesar (2009) e Cesar (2013); d) Prática docente: Mahmud (2017), Silva (2017) e Silva Junior (2017); e) Produto educacional: Alexandrino (2017).

Esses elementos se movimentam, interagem uns com os outros e fazem com que o sistema entre em movimento (Figura 1). Contudo, um elemento não é separado dos demais quando o pesquisador tem como meta alcançar determinado objetivo, como por exemplo, elaborar uma metodologia de formação com robótica, ele também possibilita a fluência tecnológica dos participantes, ou que desenvolvam conhecimentos relativos à prática docente, entre outros.

No caso de elaboração de produto educacional, o pesquisador desenvolveu um curso de robótica para futuros professores, enquanto outras pesquisas classificadas sob outra perspectiva também produziram algum tipo de produto educacional, apesar de esse não ter sido o foco central de investigação (Curcio, 2008; Pinto, 2011; Cesar, 2013; Luciano, 2017; Silva Junior, 2019).

**Figura 1:** Panorama da pesquisa com Robótica Educacional na formação de professores



**Fonte:** Autoria própria.

Ainda na Figura 1, propositalmente, alguns vértices não foram identificados, para percepção de que outras pesquisas com RE podem contribuir com a formação de professores, mesmo que não tenham sido levantadas nessa pequena revisão, tais como os estudos bibliográficos, a pesquisa diretamente realizada na Educação Básica etc. Esses vértices contemplam também novos campos para as pesquisas que aparecerão nos próximos anos, como no ensino remoto ou híbrido, em grupos virtuais etc.

Com relação à robótica na formação de professores, podemos classificar as pesquisas em dois grupos: Formação inicial de professores e Formação continuada de professores. Na formação inicial, as pesquisas ocorreram em disciplinas de Estágio Supervisionado ou disciplinas pedagógicas, como as disciplinas de prática dos respectivos cursos de licenciatura. Um pesquisador não identificou a disciplina do curso na qual foi realizada a intervenção, e duas pesquisas foram realizadas no contexto de projeto de extensão e ensino, respectivamente.

Vale ressaltar que em Santos (2016) e Luciano (2017), os participantes eram alunos de cursos de Licenciatura em Física, enquanto em Cesar (2013), os participantes eram alunos de diferentes cursos de graduação de várias áreas, inclusive da formação inicial de professores. Apenas nos estudos de Varela (2017) e Silva (2020) é possível identificar que os participantes eram todos licenciandos em Matemática, enquanto na pesquisa de Passos (2017) tinham licenciandos em Matemática e outras áreas, além de alunos da pós-graduação, a oficina-piloto envolveu alunos da Educação Básica.

Algumas dessas pesquisas tinham como ação que os professores em formação implementassem o curso de robótica para/com outro público, como seus alunos na

Educação Básica, participantes de eventos ou outros professores e profissionais (Labegalini, 2007; Pinto, 2011; Luciano, 2017; Varela, 2017; Passos, 2017; Oliveira, 2019; Silva, 2020).

É possível perceber que os pesquisadores acreditam na importância da RE em seu aspecto educativo e não apenas competitivo ou comercial. Alguns revelam a preocupação legítima de usar *kits* acessíveis às escolas, por meio de *kits* livres, ou seja, utilizam materiais recicláveis ou de baixo custo, e a placa microcontroladora Arduino. Alguns estudos utilizaram mais de um tipo de material robótico, como Santos (2016) e Oliveira (2019), que além de utilizarem *kits* de baixo custo, utilizaram também os *kits* LEGO®.

Todas as atividades pedagógicas com robótica realizadas pelos investigadores ou participantes da pesquisa têm a visão da RE como ferramenta de aprendizagem, conforme Alimisis e Kynigos (2009) classificaram, pois compreendem que a ferramenta possibilita o desenvolvimento de conhecimentos do conteúdo relacionados a várias áreas do saber.

Dentre os trabalhos analisados, encontramos apenas dois termos para nos referirmos ao trabalho com robótica na sala de aula: robótica educacional e robótica pedagógica livre. Dividindo as pesquisas por essas denominações, temos dois grupos: 1. Robótica Educacional: Chella (2002), Labegalini (2007), Curcio (2008), Pinto (2011), Stroeymeyte (2015), Santos (2016), Alexandrino (2017), Mahmud (2017), Luciano (2017), Maciel Junior (2017), Passos (2017), Silva (2017), Varela (2017), Oliveira (2019), Silva Junior (2019), Silva (2020); 2. Robótica Pedagógica Livre: Cesar (2009, 2013).

Uma característica observada nessa revisão de literatura, quanto à metodologia do trabalho com RE na formação de professores, é o fato de não haver uniformidade para essas ações, tão pouco existem critérios aceitos para as melhores práticas em RE. Fato este confirmado na literatura, na qual se percebe uma vastidão de práticas, e cada uma adota uma metodologia de trabalho e um *design* para as experiências de aprendizagens. Por um lado, revela a liberdade para o pesquisador desenvolver sua pesquisa em um campo em expansão, e por outro, dificulta aos iniciantes dessa área se fundamentarem para a realização do trabalho com essa tecnologia (Angel-Fernandez *et al.*, 2016).

## **Conclusão**

Após análise das pesquisas com Robótica Educacional desenvolvidas até o ano de 2020, identificamos que muitas questões ainda estão em aberto e dificultam coordenar

corretamente e estabelecer as fronteiras para se identificar os trabalhos com RE. Ainda que para alguns pesquisadores a denominação do campo de investigação não faça diferença, os resultados mostram um avanço para o campo de estudos em RE no Brasil, uma vez que começa a haver uma estrutura em torno do termo central, o que facilita distinguir as pesquisas sobre o tema. Assim, a definição concreta, especificando o campo, evita usos indevidos e contribui para o fortalecimento da área.

Um ponto convergente dessas pesquisas é a percepção da necessidade de realização de mais investigações acerca da formação do professor para o uso dessa importante ferramenta tecnológica. Alguns estudos relatam os desafios encontrados por docentes que estando em serviço, não encontram tempo para se dedicarem à formação continuada e para pesquisar e estudar a robótica. Além das demandas de trabalho e da vida pessoal, evidenciou-se a falta de apoio de gestores para qualificação dos docentes.

Quanto às dificuldades na realização dos cursos de robótica nas escolas com alunos da Educação Básica, as pesquisas observam a falta de infraestrutura tecnológica (relativa aos laboratórios de informática e quantidade de *kits* de robótica) e quantidade excessiva de alunos por sala de aula.

Observamos ainda a possibilidade de propor um ambiente de aprendizagem matemática e de desenvolvimento de conhecimentos necessários à docência, utilizando a RE. Essa ferramenta pode favorecer a constituição de um espaço de aprendizagem investigativo e vencer o mito da tecnologia para que seja compreendida como parte importante na construção de novas formas de preparação de professores conscientes de seu papel na sociedade.

Por fim, várias dessas pesquisas observaram que por meio da utilização da RE, alunos e professores desenvolvem a criatividade, além de um ambiente estimulante e inventivo. Contudo, cabe ao professor exercer o papel de criar cenários favoráveis à aprendizagem, e isso só será possível se o professor se inserir no universo do novo, do desconhecido, no qual alunos e professores aprendem juntos, com o amplo auxílio de tecnologias.

## Referências

ALEXANDRINO, T. M. **Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

ALIMISIS, D.; KYNIGOS, C. Constructionism and robotics in education. **Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods**. School of pedagogical and technological education (ASPETE). p. 11–26, 2009.

ANGEL-FERNANDEZ, J. M. *et al.* **Best practice and requirements**. TU Wien, University of Athens, ESI, Cardiff University, AcrossLimits and Certicos, Deliverable, 2016. Disponível em: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5a5c833b9&appId=PPGMS>. Acesso em: 22 fev. 2021.

ANGEL-FERNANDEZ, J. M.; VINCZE, M. Introducing storytelling to educational robotic activities. In: **Proceedings of EDUCON2018 - IEEE Global Engineering Education Conference**. IEEE, 2018a. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363286>

ANGEL-FERNANDEZ, J. M.; VINCZE, M. Towards a formal definition of educational robotics. In: ZECH, P.; PIATER, J. (ed.). **Proceedings of THE AUSTRIAN ROBOTICS WORKSHOP 2018**. 1 ed. Universität Innsbruck, ISBN 978-3-903187-22-1. 2018b. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>

BARBOSA, F. C. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BARBOSA, F. C. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. 2016. 366 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

CESAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CESAR, D. R. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Curso da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, SP, Campinas, 2002.

CURCIO, C. P. C. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, Curitiba, 2008.

LABEGALINI, A. C. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/robótica na sala de aula**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LUCIANO, A. P. G. **A robótica educacional e a plataforma arduino: estratégias construcionistas para a prática docente**. 2017. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

MACIEL JUNIOR, P. F. **Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MAHMUD, D. A. **O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática.** Dissertação (Mestrado Profissional) – Sociedade Brasileira de Matemática – SBM, Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017.

OLIVEIRA, D. S. **Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy.** 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PASSOS, R. C. **Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de Matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II.** 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

PINTO, M. C. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre.** 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, J. P. D. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA JUNIOR, L. A. **O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife.** 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, J. F. S. **Robótica aplicada à educação: uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa-PB.** 2017. Dissertação (Mestrado em Formação de Professores) – Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SILVA, M. R. **Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática.** 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

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

STROEYMEYTE, T. S. da L. **Currículo, tecnologias e alfabetização científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

VARELA, C. D. A. **A robótica educacional na escola indígena: inovações na formação de professores.** 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional Escola Superior de Educação, Curitiba, 2017.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e prática.** 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

# 9- Educação Matemática Inventiva: fruto de uma pesquisa com o uso de robótica no estágio-docência

---

*Marcos Roberto da Silva*

*Arlindo José de Souza Júnior*

*Gabriel Araújo Freitas*

## **Introdução**

Pesquisas relacionadas à robótica educacional intensificam-se dia após dia no cenário nacional (Gonçalves, 2007; César, 2013; Barbosa, 2016; entre outros). Neste contexto, buscamos em nossa pesquisa de doutorado em Educação, compreender como um grupo de estagiários se apropriou da robótica educacional durante o estágio docência em um Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Goiás (UEG), durante o ano de 2017.

Com base nas definições de robô compartilhadas por Mataric (2014) e a partir das concepções presentes em Barbosa (2016) consideramos que a robótica educacional pode não usufruir de uma metodologia” (Barbosa, 2016, p.72).

Nesse sentido, para que os estagiários participantes de nossa pesquisa tivessem acesso a robótica educacional, fizemos uma parceria com um Curso Técnico em Eletroeletrônica de uma unidade do Sesi-Senai, com o propósito de oportunizarmos o desenvolvimento de Propostas Educacionais de Matemática com o uso de robôs, a partir das necessidades específicas de cada turma de alunos das escolas-campo de estágio.

Após os estagiários construírem os robôs, acompanhamos o desenvolvimento coletivo de suas Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica educacional e também a sua aplicação nas escolas-campo de estágio. Durante todo o processo, os estagiários tiveram autonomia para desenvolverem coletivamente suas

Propostas Educacionais de Matemática e aplicá-las durante a fase de regências do estágio docência.

Ao longo de nossa pesquisa, buscamos direcionamentos para a seguinte inquietação: “Como a robótica educacional foi utilizada pelos estagiários durante o desenvolvimento e a aplicação de suas Propostas Educacionais de Matemática?”

## **Fundamentação teórica**

Nossa pesquisa se aproxima das concepções de aprendizagem inventiva (Katrup, 2000-2015), formação inventiva de professores (Dias, 2008-2012) e *autopoiese*<sup>18</sup> (Maturana e Varela, 1995). Seguindo esta abordagem para uma performance mais eficiente em termos de aprendizagem, o uso das tecnologias não se limita à resolução de problemas.

É significativo que o desenvolvimento de ações e práticas educacionais com o uso da robótica educacional durante a formação de professores no espaço-tempo do estágio docência estejam ligadas às experiências de problematização do mundo e não apenas a resolução de problemas. Também é relevante problematizar como as aprendizagens se manifestam, o que pode influenciar a tomada de decisões em relação ao desenvolvimento e a aplicação de propostas educacionais.

O problema da aprendizagem é uma questão que envolve a problemática em torno da formação de professores, podendo tensionar as ações e práticas docentes. Para Dias (2012, p. 26):

o problema da formação de professores não pode ser discutido sem que se leve em conta o problema da aprendizagem, da construção do conhecimento e, em última instância da cognição. O campo dos estudos da cognição oferece um amplo espectro de abordagens teóricas, como o cognitivismo computacional, pautado no modelo da teoria da informação, e o construtivismo radical, que define o conhecimento como um processo de criação de si e do mundo.

A formação de professores que concebe a aprendizagem apenas na dimensão do cognitivismo computacional, tem forte tendência a reproduzir ações e práticas focadas

---

<sup>18</sup> Autopoiese: Poiesis é um termo grego que significa produção. Autopoiese quer dizer autoprodução. A palavra surgiu pela primeira vez na literatura internacional em 1974, num artigo publicado por Varela, Maturana e Uribe, para definir os seres vivos como sistemas que produzem continuamente a si mesmos (Mariotti, S/D). Disponível em: <http://www.dbm.ufpb.br/~marques/Artigos/Autopoiese.pdf>. Acesso em: 07-02-2019.

em “dar forma a”, operando apenas no nível relacionado ao modelo da representação<sup>19</sup>, que por sua vez, é carregado de previsibilidade e parâmetros cristalizados, concebendo a cognição como inteligência (inclusive Inteligência Artificial-IA), que se manifesta como num sistema de entradas e saídas, subjugado ao processamento de informações, característicos da resolução de problemas, e também da representação e interpretação do mundo (Kastrup, 2007; Dias, 2012).

O modelo da representação no campo da matemática está muito voltado ao uso dos conhecimentos matemáticos apenas para resolver problemas, comumente repassados de forma expositiva, que por sua vez, tendem a seguir parâmetros cristalizados, métodos prontos de resolução e a reprodução de modelos. Também está relacionado ao uso da matemática para interpretar e representar o mundo dado, concebendo sujeitos e objetos como polos prévios da atividade cognitiva, sem espaço para a utilização dos conhecimentos matemáticos em prol da invenção de problemas e invenção de mundos, que conseqüentemente podem desembocar na invenção de si.

Por outro lado, “o construtivismo radical de Humberto Maturana e Francisco Varela propõe que sujeito e objeto são efeitos emergentes, e não condição prévia da atividade cognitiva” (Dias, 2012, p. 26). Esse entendimento ligado as concepções de aprendizagem inventiva podem desencadear o desenvolvimento de ações e práticas que vão além da resolução de problemas e da representação, interpretação e adaptação ao mundo preexistente, tensionando a ideia de que sujeitos e objetos são polos prévios da atividade cognitiva.

Nesse cenário, consideramos que para uma formação inventiva dos professores de matemática, sujeito e objeto, são como efeitos emergentes de ações e práticas do conhecer matemático, ligados aos processos de invenção de problemas, invenção de mundo e invenção de si, dos quais podem emergir deslocamentos imprevisíveis em relação ao modelo da representação.

Pela via da aprendizagem inventiva podemos vislumbrar o uso da matemática durante os processos de invenção de problemas, invenção de si e invenção de mundos, que podem emergir do próprio contexto escolar, possibilitando a formação inventiva de

---

<sup>19</sup> Modelo da representação: “ideia de que conhecer é representar um mundo preexistente. Segundo essa concepção tradicional da cognição, que é conhecida como modelo da representação, existe um sujeito do conhecimento, um objeto e uma capacidade de representar, de produzir uma espécie de cópia, equivalente a correspondente mental do mundo externo” (KASTRUP, 2012, p.53).

professores que desenvolverão suas funções em um mundo altamente mutável. Nas palavras de Kastrup (2012, p. 52):

O conceito da aprendizagem inventiva é aquele que vai mais diretamente desembocar na ideia da formação inventiva. Seguindo a abordagem da cognição inventiva a aprendizagem não é apenas um processo de solução de problemas, mais inclui a invenção de problemas, a experiência de problematização. O aprender começa como uma experiência de problematização, de invenção de problemas ou de posição de problemas. E envolve também a invenção de mundo. Não é questão de adaptação a um mundo preexistente. Essa colocação, que pode parecer muito simples, na verdade não é nada trivial. Estamos dizendo que aprender é inventar mundos - e não só se adaptar a certo mundo existente.

Por meio das concepções compartilhadas por Kastrup (2000-2015) e Dias (2009 2012) em relação a aprendizagem inventiva, consideramos a mesma como um ponto de fuga em relação ao modelo da representação que tende a contribuir apenas para reprodução de práticas cristalizadas e pré-definidas, deixando de lado o potencial que os sujeitos possuem de inventarem a si próprios enquanto inventam problemas e mundos. Isto posto, refletimos sobre a necessidade de problematizar e tensionar o estágio-docência em matemática, a ponto de utilizá-lo como um espaço que não se limita ao cumprimento de ações e práticas reprodutivas, arraigadas apenas no modelo da representação.

Em se tratando da formação de professores de matemática também nos pautamos nas concepções de Dias (2011, p. 270-271) quando discorre que:

há um modo tradicional e “pedagogizante” de colocar a questão da formação de professores, dizendo que no momento em que o aluno e o professor se submetem ao conhecimento “desde sempre aí” eles se ligam ao conhecer que já está posto, ou à relação com o saber. Tal relação prende-os ao seu percurso de informação individualizante, que transmite e ensina um saber com o objetivo da manutenção e perpetuação do mesmo. Esta é a maneira cognitivista de colocar a questão da formação de professores, pensando-a como solução de problemas. É possível colocar o problema da formação de outro modo: não mais supondo inicialmente o direito ao acesso ao conhecimento, não mais estabelecendo de início essa ligação voluntária e contratual com a transmissão e com os especialismos “pedagogizantes”, mas colocando-a como um deslocamento do formar como solução de problemas que anima a invenção de problemas no campo da formação de professores. Tal análise evidencia-se na experiência, como um ethos, num campo de relação de forças.

Isto posto, provocar atitudes voltadas ao tema da invenção durante a formação de professores de matemática via estágio-docência, pode desencadear deslocamentos imprevisíveis em relação ao modelo da representação e tensionar as ações e práticas

reprodutivas, a ponto dos estagiários desenvolverem e aplicarem propostas educacionais originais, que emergem das necessidades específicas de aprendizagem de cada ambiente escolar, não se limitando a nenhum modelo padronizado, criado com o propósito de ser seguido e aplicado independentemente das especificidades de cada turma de alunos.

Carvalho (2012, p. 11-12) argumenta que:

Diferentes de outras profissões, em que o estagiário não conhece o campo de trabalho - o médico estagiário não conhece o campo de trabalho - o médico estagiário quase nunca tinha entrado em um hospital, assim como um aluno de direito não frequentou um escritório de advocacia - o futuro professor passou toda a sua vida escolar dentro do local em que irá trabalhar. Entretanto, esse conhecimento, em vez de ajudar, muitas vezes atrapalha, pois cria imagens, profissionais difíceis de serem removidas.

Percebemos a necessidade de problematizar e tensionar as ações e práticas relacionadas ao estágio-docência em matemática, para que o mesmo, não seja apenas um espaço reprodutivo. Deste modo, despertar atitudes ligadas a invenção no espaço-tempo do estágio-docência em matemática, pode ser significativo para a produção de ações e práticas inventivas voltadas ao desenvolvimento, a aplicação e a reflexão a respeito de propostas educacionais que emergem das especificidades de cada ambiente escolar, a ponto de produzirem deslocamentos em relação às práticas arraigadas no modelo da representação. Ao colocarmos aqui a necessidade de problematizar e tensionar os processos formativos no espaço-tempo do estágio-docência em matemática, consideramos como significativo o fato dos estagiários suplantarem a condição de usuários de métodos generalizados que não levam em consideração os contextos específicos de cada ambiente alcançar a condição de usina de ações e práticas inventivas com foco nas especificidades de cada comunidade escolar.

Estas ações e práticas inventivas podem emergir de diversos contextos específicos, principalmente do chão da sala de aula, colocando em pauta a necessidade de intensificação de encontros, a ponto das mesmas serem amplamente debatidas e frutos de decisões colegiadas, não limitando a formação dos professores de matemática ao modelo da representação.

### **Aspectos metodológicos**

A partir de uma abordagem qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994), nossa pesquisa buscou cartografar (Passos, Kastrup e Escóssia, 2015) as ações e as práticas de um grupo

de 11 estagiários relacionadas ao desenvolvimento e a aplicação de Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica educacional.

Concomitantemente os estagiários diagnosticaram as necessidades de aprendizagem em matemática dos alunos de duas escolas-campo de estágio, e construíram com o apoio de professores e alunos do Sesi-Senai, três robôs por meio dos kits de robótica LEGO EV3. Os robôs foram construídos e programados coletivamente durante alguns encontros realizados na unidade do Sesi-Senai e foram denominados como: Robô Seguidor de Linha (Figura 1), Robô Separador (Figura 2) e Robô Empilhadeira (Figura 3).

**Figura 1:** Educação Matemática Inventiva (EMI).



**Fonte:** Os autores (2019).

**Figura 2:** Robô Separador.



**Fonte:** Os autores (2019).

**Figura 3:** Robô Empilhadeira.



**Fonte:** Os autores (2019).

Após a construção e a programação dos robôs passamos aos encontros e seminários relacionados às discussões e reflexões a respeito da produção das Propostas Educacionais de Matemática com o uso destes robôs. Durante estes encontros que ocorreram em um Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Goiás (UEG), foram desenvolvidas as Propostas Educacionais de Matemática, pensadas com o propósito de atender as especificidades de aprendizagem em matemática dos alunos das escolas-campo de estágio durante as aulas de regência do estágio-docência.

Após a produção das Propostas Educacionais de Matemática desenvolvidas com o uso da robótica, acompanhamos sua aplicação em ambiente escolar durante a fase de regência do estágio-docência. Após o cumprimento desta fase, realizamos alguns encontros e seminários nos quais refletimos a respeito das experiências ocorridas em ambiente escolar.

Por fim, acompanhamos os estagiários participantes de nossa pesquisa durante a divulgação de suas experiências por meio da apresentação de suas Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica educacional em um evento científico de ensino, pesquisa e extensão.

### **Descrição e análise dos dados**

Observamos em nossa pesquisa que os robôs foram construídos e programados pelos estagiários por meio de manuais, o que não consideramos como produções

inventivas dos estagiários, pois ocorreram a partir de métodos prontos. Deste modo, o foco de nosso trabalho não esteve na construção e programação dos robôs, mas sim, em compreender: “Como a robótica educacional foi utilizada pelos estagiários durante o desenvolvimento e a aplicação de suas Propostas Educacionais de Matemática?”.

Neste contexto, descrevemos e analisamos como os estagiários utilizaram os robôs que foram construídos e programados no Sesi-Senai durante o desenvolvimento e a aplicação de suas Propostas Educacionais de Matemática no espaço-tempo do estágio docência.

Constatamos que o Robô Seguidor de Linha (Figura 1) foi utilizado pelos estagiários de duas formas distintas, como uma cadeira de rodas e como um táxi. Assim, o mesmo foi usado para compor duas situações inventivas diferentes, uma relacionada a um parque para pessoas com deficiência física denominado como Carpe Diem (Figura 4) e o outro envolvendo uma cidade inventiva (Figura 5) na qual alguns moradores tinham a necessidade de usar um táxi (Robô Seguidor de Linha) para se deslocarem.

**Figura 4:** Robô Seguidor de Linha no Mundo Inventivo “Carpe Diem”.



**Fonte:** Os autores (2019).

**Figura 5:** Robô Seguidor de Linha usado como táxi em uma cidade inventiva.



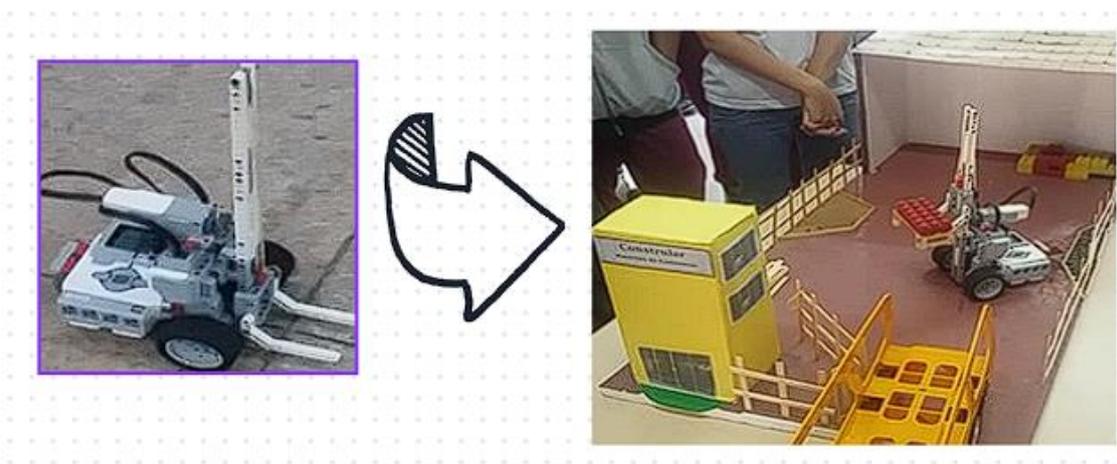
**Fonte:** Os autores (2019).

Por meio da Figura 4 e da Figura 5, percebemos à luz de nosso referencial teórico que o Robô Seguidor de Linha (Figura 01) foi utilizado pelos estagiários para compor dois mundos inventivos. Constatamos que os estagiários utilizaram a robótica para inventarem coletivamente dois mundos distintos, experimentando na prática momentos de aprendizagem inventiva. Kastrup, (2012, p. 52) corrobora:

a aprendizagem inventiva remete à invenção de mundos, à invenção de novas realidades. Trata-se de uma ideia que às vezes só entendemos aos poucos, é preciso que ela ressoe em nós. Pois a ideia de conhecimento e a própria ideia de aprendizagem ganha um sentido muito diferente quando perspectivadas pela invenção.

A ideia de aprendizagem e de conhecimento perspectivados pela invenção estão ligados às concepções que objetos e sujeitos são efeitos de ações e práticas do conhecer, são obras em construção, em vias de si fazer (Maturan e Valera, 1995; Dias, 2012; Kastrup, 2012). Neste sentido, constatamos em nossa pesquisa que os estagiários e os mundos inventivos produzidos a partir do contato com a robótica educacional, foram efeitos de ações e práticas ligadas as experiências de aprendizagem inventiva, ocorridas no espaço-tempo do estágio-docência em matemática. A utilização do Robô Empilhadeira por parte dos estagiários teve como efeito a invenção de um mundo (Figura 06) usado para compor uma Proposta Educacional de Matemática, que assim como as outras, também não foi prevista com antecedência:

**Figura 6:** Robô Empilhadeira em um mundo inventivo.



**Fonte:** Os autores (2019).

Durante a invenção de mundo e a problematização dos mesmos a partir de conhecimentos matemáticos, também foi possível perceber em nossa pesquisa, que os estagiários suplantaram a perspectiva de reproduzir um modelo pré-definido de aula ou adaptar-se a um método pronto de ensino, todavia, foram aos poucos inventando a si mesmos a partir de suas próprias experiências no espaço-tempo do estágio-docência.

Para Kastrup (2012) o aprender não é somente uma questão de adaptação ao mundo preexistente, a aprendizagem envolve também a invenção de mundo. Deste modo, assim como ocorreu com os outros estagiários que acompanhamos, foi possível perceber que os estagiários que utilizaram o Robô Empilhadeira, também experimentaram momentos de aprendizagem inventiva durante a invenção de um mundo, que neste caso, emergiu do contexto escolar dos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), que trabalhavam com empilhadeiras.

O Robô Separador (Figura 2) também foi utilizado por três estagiários durante a criação de um mundo inventivo no qual os alunos (Figura 7) se viram como integrantes de uma empresa na qual era necessário separar peças defeituosas de peças sem defeito:

**Figura 7:** Interação dos alunos com o Robô Separador.



**Fonte:** Os autores (2019).

Percebemos que o uso da robótica educacional desencadeou interações entre os alunos e os mundos inventivos que foram levados pelos estagiários para as salas de aulas das escolas-campo de estágio. Constatamos durante o acompanhamento de todas as experiências que os alunos se mobilizaram e interagiram com os mundos inventivos disponibilizados durante as aulas de matemática.

As Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica também foram compostas por problemas de matemática, inventados coletivamente pelos estagiários a partir das especificidades de cada sala de aula das escolas campo de estágio. Segundo a perspectiva da cognição inventiva (Kastrup, 2012), a aprendizagem não se resume a resolução de problemas, mas abarca também experiências de problematização e a invenção de problemas.

Durante toda a pesquisa os conhecimentos matemáticos dos estagiários foram utilizados durante a invenção de problemas e a invenção de mundos durante o contato com a robótica educacional. Os problemas de matemática inventados coletivamente pelos estagiários foram usados como botão de start para a abordagem de diversos conteúdos de matemática, como por exemplo, Funções, Geometria, Sequências Numéricas entre outros, que só podiam ser explorados pelos alunos das escolas-campo de estágio por meio do contato com os robôs em cada um dos mundos inventivos.

Diagnosticamos que os alunos das escolas-campo de estágio agiram como experimentadores dos mundos inventivos ao utilizaram instrumentos como régua, trena, transferidores, celulares entre outros, para produzirem dados durante o contato com a robótica educacional. Durante este movimento, identificamos que os estagiários desenvolveram ações e práticas com foco na mediação do conhecimento a partir das necessidades de aprendizagem que se manifestavam em cada sala de aula, o que

ocasionou deslocamentos significativos em relação às aulas pautadas apenas na transmissão dos conteúdos.

Constatamos por meio das reflexões feitas após a aplicação das Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica educacional, avaliadas pelos estagiários, que as mesmas provocaram estranhamentos nos alunos das escolas-campo de estágio, a ponto de mobilizá-los em prol da interação com a robótica educacional em cada um dos mundos inventivos. Os estagiários também discorreram que as atividades com o uso da robótica educacional proporcionaram aos alunos das escolas-campo de estágio momentos de investigações, experimentações, conjecturações e generalizações durante o contato com as Propostas Educacionais de Matemática.

Ao utilizarem a robótica educacional a partir dos contextos específicos de aprendizagem dos alunos das escolas-campo de estágio, constatamos em nossa pesquisa, que as Propostas Educacionais de Matemática foram compostas por meio da invenção de mundos e da invenção de problemas que só podiam ser exploradas pelos alunos das escolas-campo de estágio durante a interação com os robôs em cada um dos mundos inventivos.

Diagnosticamos no contexto de nossa pesquisa, que os estagiários utilizaram a robótica durante o cumprimento do estágio docência de maneira inventiva, experimentando na prática momentos de aprendizagem inventiva (Kastrup, 2000 2015) que por sua vez, desembocaram na formação inventiva de professores (Dias, 2008-2012).

Com base nas concepções da autopoiese (Maturana e Varela, 1995) constatamos que, cada estagiário, ao utilizar a robótica educacional durante a invenção e aplicação de suas Propostas Educacionais de Matemática, foi aos poucos inventando a si próprio durante o desenvolvimento de suas ações e práticas relacionadas ao estágio docência. Neste cenário tanto os estagiários (sujeitos), como as Propostas Educacionais de Matemática com o uso da robótica educacional (objeto), se manifestaram como efeitos das práticas que operam no campo cognitivo da invenção, podendo desencadear uma formação inventiva em constante devir, frutos de uma rede de processos que desembocam na invenção de problemas, na invenção de si e na invenção de mundos, que voltados ao campo educacional da matemática, vão constituir o que denominamos em nossa pesquisa de doutorado como Educação Matemática Inventiva.

## Considerações finais

Ao problematizarmos e tensionarmos as práticas relacionadas ao uso da robótica educacional no estágio-docência por meio da seguinte inquietação: “Como a robótica educacional foi utilizada pelos estagiários durante o desenvolvimento e a aplicação de suas Propostas Educacionais de Matemática?”. Foi possível vislumbrar que os estagiários utilizaram a robótica educacional de maneira inventiva, o que desencadeou deslocamentos significativos em relação ao modelo da representação, a ponto de experimentarem na prática as concepções que Dias (2008-2012) defende como formação inventiva de professores.

Ao experimentarem momentos de formação inventiva (Dias, 2008-2012) os estagiários elevaram-se acima de si mesmos por meio da aprendizagem inventiva (Kastrup, 2000-2012) desencadeada no espaço-tempo do estágio-docência. Neste cenário foi possível constatar que as ações e práticas docentes desenvolvidas pelos estagiários com o uso da robótica foram carregadas de originalidade.

Durante a invenção de problemas e a invenção de mundos que emergiram das especificidades de aprendizagem de cada sala de aula, foi possível perceber a partir das concepções da autopoiese (Maturana e Varela, 1995) que os estagiários se autoproduziram no espaço-tempo do estágio-docência, a ponto de inventarem a si mesmos durante o desenvolvimento de ações e práticas inventivas relacionadas ao uso da robótica educacional.

A partir da necessidade de continuarmos produzindo deslocamentos em relação às práticas pautadas no modelo da representação centradas apenas na resolução de problemas e na reprodução de práticas cristalizadas relacionadas à formação de professores, fomos impulsionados durante nossa pesquisa de doutorado a apostar no que denominamos como Educação Matemática Inventiva.

A Educação Matemática Inventiva que emergiu de nossa pesquisa de doutorado, não resume o uso da matemática as práticas de representação do mundo ou a resolução de problemas. Todavia, tensiona o uso dos conhecimentos matemáticos voltados apenas ao modelo da representação, deslocando sua utilização também para a invenção de problemas e a invenção de mundos.

Nesse cenário os experimentadores da Educação Matemática Inventiva, inventam a si mesmos, uma vez que são efeitos de suas próprias práticas inventivas, assim como também os objetos e as ações que são produzidos durante estes processos.

Nesse contexto, o uso dos recursos tecnológicos ocupa um lugar significativo no campo da Educação Matemática Inventiva, pois quando entrelaçado aos conhecimentos matemáticos não se resume a interpretação, a representação ou a resolução de problemas, mas por outro lado, pode desencadear e potencializar ações e práticas voltadas a invenção de problemas, invenção de si e de mundos, que não podemos prever com antecedência.

A Educação Matemática Inventiva pode emergir das mais diversas especificidades que se possa diagnosticar, tensionar e/ou problematizar, por este motivo, não pode ser encapsulada pelo modelo da representação. Assim, para a Educação Matemática Inventiva os conhecimentos matemáticos são como um pincel utilizado durante a invenção de problemas e a invenção de mundos durante a implementação de ações e práticas inventivas ligadas à vida, e as suas mais diversas formas de manifestações coletivas.

Com base nas concepções da aprendizagem inventiva, formação inventiva de professores e da autopoiese, defendemos que em se tratando de Educação Matemática Inventiva, tanto os sujeitos que utilizam os conhecimentos matemáticos durante os processos inventivos quanto os objetos produzidos, são efeitos de ações e práticas do conhecer.

Desse modo, os experimentadores da Educação Matemática Inventiva são como obras em processo de construção, inventando-se a si mesmos por meio de ações e práticas do conhecer matemático, que denominamos como auto-formação-inventiva, que por sua vez, desencadeiam nos sujeitos processos de elevação acima de si mesmos. Estas elevações podem se manifestar de forma coletiva, durante a vivência dos mais distintos processos inventivos, experimentados no tateio com a matéria e no contato com o meio.

## Referências

BARBOSA, F. C. **Rede de Aprendizagem em Robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. Uberlândia: UFU, 2016. 366 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN. S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Portugal: Porto, 1994.

CARVALHO, A. M. P. **Os estágios nos cursos de licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. (Coleção ideias em Ação).

CÉSAR, D. R. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. Salvador: UFB, 2013. 220 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Multidisciplinar e Multi-Institucional em Difusão do Conhecimento, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

DIAS, R. O. **Deslocamentos na formação de professores: aprendizagem de adultos, experiência e políticas cognitivas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 224 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

DIAS, R. O. Formação Inventiva de Professores e Políticas de Cognição. **Informática na Educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v.12, n.2, jul./dez. 2009. ISSN 1982-1654, ISSN impresso 1516-084X. Disponível file:///D:/Users/User/Downloads/9313-41758-1-PB.pdf. Acesso em 09-03-2018.

DIAS, R. O. Pesquisa–intervenção, cartografia e estágio supervisionado na formação de professores. **Fractal: Revista de Psicologia**. Niterói, v. 23 – n. 2, p. 269 290, Maio/Ago. 2011. ISSN digital 1984-0292. Disponível <http://www.scielo.br/pdf/fractal/v23n2/v23n2a04.pdf>. Acesso em 27-02-2019. em:

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

GONÇALVES, P. C. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Maringá: UEM, 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

KASTRUP, V. **A invenção de si e do mundo**: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

KASTRUP, V. Conversando sobre políticas cognitivas e formação inventiva. In. DIAS, Rosimeri de Oliveira. **Formação Inventiva de Professores**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2012. cap. p. 52-60.

KASTRUP, V. **O devir-criança e a cognição contemporânea**. Psicologia Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v. 13, n. 3, 2000.

KASTRUP, V; TEDESCO, S; PASSOS, E. **Políticas da cognição**. Porto Alegre: Sulina, 2015. 295 p.

MATARIC', Maja J. **Introdução à robótica** / tradução Humberto Ferasoli Filho, José

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

REINALDO SILVA, Silas Franco dos Reis Alves. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

# 10- Educação Matemática Inventiva no ensino remoto: uma formação inventiva de professores na residência pedagógica

---

*Gabriel Araújo Freitas*

*Arlindo José de Souza Júnior*

*Marcos Roberto da Silva*

## **Introdução**

Ao analisarmos o passado, veremos que o homem vem se (re)inventando desde sempre, buscando melhorar a sua qualidade de vida: desde a invenção da roda ao desenvolvimento de carros elétricos autônomos.

As TDIC ressignificaram a forma como o homem age e pensa na sociedade, sendo indispensáveis atualmente. Partindo do pressuposto de que vivemos em uma sociedade que está em constante (trans)formação (Dias, 2011b; Larrosa, 2004), vemos a necessidade de formarmos professores perspectivados pela invenção, visto que, no contexto atual, os alunos não se sentem motivados pelo modelo de representação.

O modelo da representação é muito forte no ensino e pouco questionado, isto é, tal modelo é naturalizado no campo dos estudos da cognição, em que a ideia é que, caso se consiga representar um mundo preexistente, logo, a pessoa “aprendeu”. Essa visão tradicional no estudo da cognição é nomeada como *modelo da representação*, de modo que tal visão emprega que, se o sujeito tem a capacidade de representar um objeto, isto é, de produzir uma cópia, ele domina aquele saber.

Resulta daí uma concepção lógica da cognição, o que significa seu resfriamento formal. Ela se limita a um processo de solução de problemas, sem espaço para a invenção de problemas. As informações chegam de um mundo preexistente e o sistema cognitivo opera com regras e representações, chegando a resultados previsíveis (Kastrup, 2005, p. 1275).

Diante do exposto, é preciso entendermos qual é o pensamento gerador da noção de políticas da cognição existente e que tal pensamento foi produzido, historicamente, por nós (Kastrup, 2012, p. 53). Um caminho a se tomar em relação ao modelo da representação é pensarmos em uma aprendizagem inventiva conexas à política da cognição de Kastrup, da teoria da autopoiese de Maturana e Varela, bem como da filosofia da diferença<sup>20</sup> de Deleuze.

Nossas ações e experiências vivenciadas durante o espaço-tempo da residência pedagógica, foram organizadas por meio de encontros e de seminários que eram realizados de maneira remota (online), devido ao distanciamento social, ocasionado pelo COVID-19.

Nossa pesquisa teve como objetivo analisar os limites e as possibilidades do trabalho educativo com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na *formação inventiva de professores* (Dias, 2008, 2009, 2011a, 2011b, 2012, 2014, 2018, 2019). Isto posto, procuramos responder à seguinte pergunta de pesquisa: “Quais são os limites e as possibilidades do trabalho educativo com TDIC na perspectiva da formação inventiva de futuros professores de Matemática?”.

## **As Tecnologias da Inteligência na construção dos saberes: o polo mediático-informático**

Ao relacionar as tecnologias intelectuais, Levy (1993, p. 75) apresenta três estágios, denominados por ele como “os três tempos do espírito”: o estágio da oralidade, o da escrita e o da informática. Apropriamo-nos dos saberes que utilizamos em nosso cotidiano de maneira oral, isto é, na grande parte do tempo em forma de narrativas: histórias de familiares, de amigos ou, até mesmo, de empresas (Levy, 1993, p. 84).

Levy assevera que nossas habilidades são apropriadas “observando, imitando, fazendo, e não estudando teorias na escola ou princípios nos livros”, ou seja, a escrita nos permite transcendermos as capacidades da memória, uma vez que, ao escrevermos algo, estaremos “gravando” essa informação na mente, e devido a isso, a escrita justifica a sua eficiência como uma tecnologia intelectual.

---

<sup>20</sup> Tal teoria tem como objeto de estudo a singularidade dos indivíduos, buscando compreender a mudança de conceitos por parte dos seus sujeitos.

Ao analisarmos as obras de Deleuze e Lévy podemos observar uma aproximação entre elas, visto que o último teórico, problematiza acerca do pensamento, em sua obra *“As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática”*. Nesse contexto, dois questionamentos se instauram: a) a gênese do pensamento e qual será o seu futuro; b) a problemática do aprendizado, isto é, analisando a imagem do pensamento, pelo olhar de duas metáforas: a do rizoma e a do hipertexto.

Ao refletirmos acerca do pensamento, é natural termos a imagem da árvore do conhecimento. Tal metáfora remete-nos à ideia de que o conhecimento parte das raízes que sustentam o tronco, isto é, do próprio saber. Neste sentido, o tronco deve estar firme, pois é dele que são levantadas todas as premissas vistas como verdadeiras e, posteriormente, ramificam-se formando as mais diversas áreas do conhecimento, os “galhos”.

Gallo levanta uma problemática acerca desta metáfora, apresentando o processo arborescente do saber, isto é, ao sair das raízes e ir até os galhos, emergem as ciências “específicas<sup>21</sup>” do conhecimento:

O tronco da ‘árvore do saber’ seria a própria Filosofia, que originalmente reuniria em seu seio a totalidade do conhecimento; com o crescimento progressivo da árvore, adubada intensamente pela curiosidade e pela sede de saber própria do ser humano, ela começa a desenvolver os galhos das mais diversas ‘especializações’ que, embora mantenham suas estreitas ligações com o tronco – nutrem-se de sua seiva e a ele devolvem a energia conseguida pela fotossíntese das folhas em suas extremidades, num processo de mútua alimentação/fecundação – apontam para as mais diversas direções, não guardando entre si outras ligações que não sejam o tronco comum, que não seja a ligação histórica de sua genealogia. Para ser mais preciso, as ciências relacionam-se todas com seu ‘tronco comum’ – pelo menos no aspecto formal e potencialmente -, embora não consigam, no contexto desse paradigma, relacionar-se entre si (Gallo, 2008, p. 73).

Porém, o rizoma se opõe à premissa da árvore do conhecimento, pois Gallo acredita que é possível existirem outras ligações que não perpassam pelo centro. Para o autor, as associações só ocorrem por meio do tronco. Tal concepção pressupõe que existam hierarquias, o que leva o autor a crer que o conhecimento só é adquirido se perpassado por estágios anteriores.

---

<sup>21</sup> Aqui utilizaremos aspas, pois sabemos que por mais que as ciências hoje foram segmentadas, elas possuem interação entre si, ou seja, não são caixinhas (ferramentas) de conhecimento para serem utilizadas somente em determinados contextos.

Neste sentido, a lógica da árvore remete à lógica da mesmice, isso porque “Toda lógica da árvore é uma lógica do decalque e da reprodução. [...] A árvore articula e hierarquiza os decalques, os decalques são como folhas da árvore” (Deleuze; Guattari, 2010, p. 21).

De acordo com a lógica deste pensamento da árvore do conhecimento, acredita-se que sempre deve haver uma unidade superior que determina as conexões, que estabelecem, previamente, e buscam dar significado. Por outro lado, o rizoma pode ser interrompido “em um lugar qualquer, e também retoma segundo uma outra de suas linhas e segundo outras linhas” (Deleuze; Guattari, 2010, p. 18).

Deleuze e Guattari nos apresentam alguns princípios do rizoma: 1º e 2º - Conexão e Heterogeneidade; 3º - Multiplicidade; 4º - Ruptura assignificante; e 5º e 6º - Cartografia e Decalcomania.

1º e 2º - Conexão e Heterogeneidade: o rizoma cresce se descentrando, fazendo conexões heterogêneas, por exemplo: o ciberespaço. Um hipertexto pode ligar-se a uma imagem, a um som, a uma plataforma digital, sem precisar respeitar nenhuma hierarquia.

Não existem pontos ou posições num rizoma como se encontra numa estrutura, numa árvore, numa raiz. Existem somente linhas (Deleuze; Guattari, 2010, p. 24).

3º - Multiplicidade: o rizoma é a multiplicidade lidada como sujeito que perpassa os objetos, modificando-os. Por exemplo: no RPG, a narrativa é guiada por um jogador denominado como “mestre”, em que ele dita a trama, apresenta os cenários, entre outras coisas. Os demais jogadores se movem e tomam suas decisões de forma livre.

4º - Ruptura: o rizoma pode ser desconectado em qualquer ponto sem ser extinto, pelo contrário, ele abre possibilidades de múltiplos caminhos a partir de suas rupturas. Por exemplo: “É impossível exterminar as formigas, porque elas formam um rizoma animal do qual a maior parte pode ser destruída sem que ele deixe de se reconstruir” (Deleuze; Guattari, 2010, p. 25).

[...] um rizoma não pode ser justificado por nenhum modelo estrutural ou gerativo. Ele é estranho a qualquer ideia de eixo genético ou de estrutura profunda (Deleuze; Guattari, 2010, p. 29).

5º e 6º - Cartografia e Decalcomania: o rizoma é o princípio da cartografia, pois não pode ser decalcado, isto é, representado por uma falsificação. Por exemplo: um mapa de uma

cidade tem múltiplas entradas e saídas para um determinado parque, permanecendo, assim, aberto a diversos usos, segundo a necessidade do sujeito.

O rizoma difere-se da árvore, pois não existem hierarquias, visto que ele não envolve alguma significação prévia ou é reduzido a uma única unidade. O rizoma se multiplica e atua em função de outros rizomas, os quais podem ser acessados de locais distintos, isto é, de infinitos pontos, segundo a sua cartografia. Em outras palavras, o rizoma “é uma antigenealogia” (Deleuze; Guattari, 2010, p. 28).

Diante do exposto, o rizoma um é devir, visto que “não tem começo nem fim, mas sempre um meio pelo qual ele cresce e transborda” (Deleuze; Guattari, 2010, p. 32).

Podemos observar que o atual momento evidencia um forte movimento de virtualização que “afeta hoje não apenas a informação e a comunicação, mas também os corpos, o funcionamento econômico, os quadros coletivos da sensibilidade ou o exercício da inteligência” (Lévy, 1997, p. 11). Sabemos que o ciberespaço é primordial para que ocorra este movimento, pois ele apresenta questões que remetem à amplitude, transcendendo, assim, o campo informático.

Nesse contexto, o hipertexto e o ciberespaço dialogam com a metáfora do rizoma, pois sabemos que o hipertexto é uma forma de apresentação de informações, em que se criam conexões por meio de links ou de hyperlinks, resultando, assim, em uma rede de associações complexas.

A metáfora do hipertexto dá conta da estrutura indefinidamente recursiva do sentido, pois já que ele conecta palavras e frases cujos significados remetem-se uns aos outros, dialogam e ecoam mutuamente para além da linearidade do discurso, um texto já é sempre um hipertexto, uma rede de associações (Lévy, 2002, p. 73).

O hipertexto exerce uma função de um sistema móvel que liga vários processos de significação. São assim que os *softwares* colaborativos (como o *GeoGebra*<sup>22</sup>, *Scratch*<sup>23</sup>, e-mail e wiki). Eles permitem variações e debates acerca dos temas propostos, acarretando uma diminuição da incompreensão, o que leva a uma prática significativa na construção dos conhecimentos no processo educacional.

---

<sup>22</sup> É um *software* educacional de matemática que combina recursos de geometria, álgebra e cálculo.

<sup>23</sup> É uma plataforma de programação visual desenvolvida para ensinar programação de forma lúdica e acessível a crianças, jovens e iniciantes.

Após discorrermos sobre o contexto da construção dos saberes na era da informática, apresentaremos a seguir concepções iniciais de Educação Matemática Inventiva (EMI).

## **Concepções iniciais de Educação Matemática Inventiva**

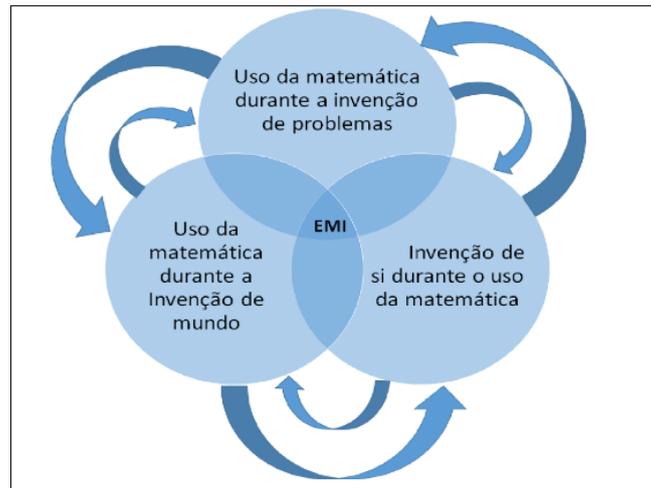
A *Educação Matemática Inventiva* (Silva; Souza Jr., 2019, 2020a, 2020b; Silva, 2020; Freitas, 2023; Freitas; Souza Jr.; Silva, 2022, 2023) fundamenta-se em referenciais teóricos ligados à aprendizagem inventiva (Kastrup, 2000; 2007; 2012; 2015), à formação inventiva de professores (Dias, 2008; 2011a; 2011b; 2012) e à autopoiese de Maturana e Varela (1995), entre outros.

A *Educação Matemática Inventiva* (EMI) tem como objetivo tensionar práticas cristalizadas e reprodutivas presentes no meio educacional, as quais limitam a Matemática a uma mera decoração de fórmulas e reprodução de exercícios. No entanto, a EMI propõe concepções que divergem desse modelo de ensino, pois reconhece que o tanto o sujeito quanto os objetos de aprendizagem são resultantes de ações e práticas do saber que vão além da simples adaptação ao mundo.

A EMI não restringe a aprendizagem da Matemática apenas à resolução de problemas, mas incentiva o deslocamento dos conhecimentos matemáticos para a invenção de problemas e a invenção de mundos. Esse processo inventivo emerge dos próprios sujeitos, os quais se autoproduzem e reinventam a si mesmos ao serem tensionados por experiências de estranhamento que provocam deslocamentos imprevisíveis em relação às práticas cristalizadas de reprodução.

Com base nas concepções da EMI, os conhecimentos matemáticos, quando aliados ao uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, são abordados na perspectiva da invenção de problemas, da invenção de si e da invenção de mundo, conforme apresentado por Silva e Souza Júnior (2020a) na imagem a seguir:

**Figura 1:** Educação Matemática Inventiva (EMI).



**Fonte:** Silva e Souza Júnior (2020a).

A EMI se materializa quando o sujeito se reinventa como educador, deslocando-se do modelo de representação e utilizando a Matemática para a invenção de mundo<sup>24</sup>, a invenção de problemas e exploração de diferentes contextos. Nesse processo, ele pode (re)inventar a si mesmo.

O campo de forças da Educação Matemática Inventiva pode ser composto por inúmeros vetores, como por exemplo, sujeitos, objetos, conhecimentos matemáticos, símbolos, palavras, resíduos, subjetividades, pensamentos, ideias, tecnologias e outros elementos do meio, que aquecidos e tensionados, provocam a experimentação de processos voltados à produção do que ainda não é conhecido por seus experimentadores que, por sua vez, são colocados em processo temporal e coletivo de auto-formação-inventiva, fazendo-os diferentes do que eram no início de suas experiências (Silva, 2020, p. 213).

Nesse contexto, a EMI é concebida a partir da visão que o sujeito possui e dos conhecimentos que ele traz consigo, uma vez que o sujeito é constituído por processos (trans)formativos, independentemente de estar ciente desses processos (Silva, 2020, p. 214).

## **Percurso metodológico**

Como estudar processos acompanhando movimentos, mais do que apreendendo estruturas e estados de coisas? Investigando processos, como lançar mão de um método igualmente processual? Como

---

<sup>24</sup> O termo “*mundo inventivo*” é utilizado por Silva (2020) para se referir aos cenários e/ou maquetes construídos pelos seus sujeitos de pesquisa (licenciandos em matemática), tal cenário é idealizado, inicialmente, pelo imaginário e, posteriormente, construído utilizando objetos concretos (e por que não digitais?).

assegurar, no plano dos processos, a sintonia entre objeto e método? (Passos; Kastrup; Escóssia, 2015, p. 8).

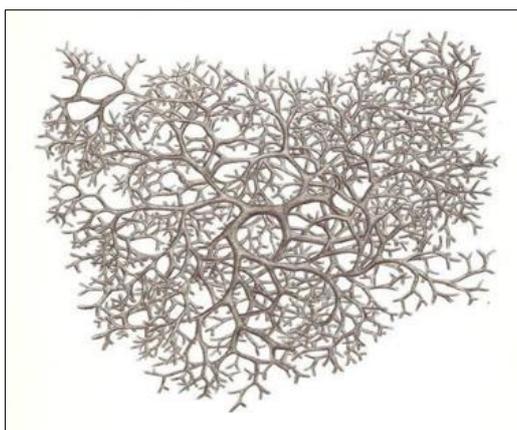
Essas problemáticas levaram à elaboração do “método da cartografia”, em que não seria possível elaborar regras ou protocolos (Passos; Kastrup; Escóssia, 2015, p. 8). Nesse sentido, não existia previamente uma espécie de hierarquia, assemelhando-se, assim, ao princípio do rizoma.

Ao referirmos ao termo Cartografia, não temos a intenção de remeter-nos à semântica geográfica. Ao utilizarmos esse termo, estamos fazendo alusão ao conceito apresentado pelos filósofos franceses Gilles Deleuze e Félix Guattari, em meados da década de noventa, que tem como objetivo acompanhar processos e não apenas representá-los ou simplesmente descrevê-los.

Em outras palavras, a cartografia é o “acompanhamento de percursos, implicação em processos de produção, conexão de redes ou rizomas” (Passos; Kastrup; Escóssia, 2015, p. 10).

Os filósofos Deleuze e Guattari apresentam o conceito de cartografia na Introdução de seu livro intitulado Mil Platôs ao relacioná-lo ao conceito de rizoma, termo utilizado na botânica e aplicado na filosofia. Entende-se o rizoma como uma extensão do caule que unifica sucessivos brotos, dele partem o caule, pseudobulbos e raízes, como é ilustrado na figura a seguir.

**Figura 2:** Rizoma.



**Fonte:** <<https://bit.ly/3qIR6J5>>.

Os procedimentos utilizados em nossa pesquisa consistiram em cartografar, no sentido proposto por Passos, Kastrup & Escóssia (2015), as ações e práticas dos bolsistas do Programa Residência Pedagógica (PRP) que perpassaram os seguintes momentos:

- Experimentações (criação de vídeos, cenários, situações etc.) e produção de problemas que buscaram provocar as singularidades de aprendizagem dos discentes das escolas-campos na residência pedagógica com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC);
- Compartilhamento das propostas educacionais de matemática com o uso das TDIC com os alunos das escolas-campos via Google Meet durante a residência pedagógica;
- Discussões e reflexões entre preceptores, residentes pedagógicos e professor orientador após as experiências vivenciadas nas escolas-campos, acerca das propostas educacionais com o uso das TDIC durante a residência pedagógica.

Vale ressaltar que essas experiências não seguem uma ordem cronológica ou um caminho fixo; desse modo, os bolsistas regressavam e/ou avançavam entre um momento e outro, quando fosse necessário. Todas as etapas foram produzidas no coletivo, e devido a isso, eles eram tensionados em relação às ações e às práticas inéditas no espaço-tempo do Programa Residência Pedagógica - CAPES.

Dito isso, nesta pesquisa foram analisados vídeos dos encontros que ocorreram via Google Meet, quando nós (professor-orientador, professores preceptores, residentes pedagógicos e professor-pesquisador) nos reuníamos para a experimentação e a produção do Mundo Inventivo (MI) e dos problemas inventivos, bem como das experiências em sala de aula, via ambiente virtual (momento do compartilhamento das propostas); relato<sup>25</sup> dos professores preceptores, atestando a formação inventiva dos residentes e os materiais produzidos (livros-híbridos, trabalhos de conclusão de curso, apresentações em eventos científicos, artigos publicados em eventos, etc.) como fruto de nossas experiências de ensino.

A seção a seguir busca analisar a materialização do imaginário dos residentes pedagógicos acerca do MI.

## **O rizoma do decalque do imaginário do robô seguidor de linha**

Buscando familiarizar o conceito de MI aos residentes, o professor-orientador apresenta dois exemplos: “todos aqui conhecem Gotham (a cidade do Batman)? Jogos

---

<sup>25</sup> Os relatos eram materializados em formas de artigos, e-books e relatório final do Programa Residência Pedagógica.

como Sonic e Super Mário World?” em todos têm um MI, então a ideia é que “vocês inventem um mundo também e pode ser do jeito que vocês quiserem”.

Para elucidar aos residentes, professor-orientador materializou, do seu imaginário, o seu MI e provocava-os a pensar problemáticas: “Qual é a altura e o volume deste prédio? Qual é a altura e o volume desta pirâmide?”. Tal problemática abre possibilidades para explorarmos a lei de seno, cosseno, volume, elementos dos sólidos geométricos, entre outros.

**Figura 3:** Mundo Inventivo (esboço do imaginário do professor orientador).



**Fonte:** Dados da Pesquisa (2021).

Inicialmente, foi organizado um cronograma no qual os residentes deveriam apresentar suas ideias iniciais, ou seja, o modo como iriam materializar o seu cenário inventivo<sup>26</sup>, conforme é apresentado no quadro 1.

**Quadro 1:** Organização e desenvolvimento da proposta de ensino.

Cronograma – 2021	
Data	Ações
13/05	Socialização das ideias que serão materializadas
20/05 e 27/05	Espaço de produções e orientações da proposta de ensino
10/06	Colégio Estadual Dr. Onério Pereira Vieira
17/06	Centro de Ensino em Período Integral Independência
24/06	Colégio Estadual Da Polícia Militar de Goiás – Dr. Pedro Ludovico

**Fonte:** Dados da pesquisa.

As etapas constituíam-se do seguinte modo: i) inicialmente, o residente idealiza em seu imaginário cenário inventivo, o que poderia ser materializado através de desenhos, vídeos, falas, ou qualquer outro modo que mais lhe agradasse; ii) o segundo momento era o debate das ideias, no qual as propostas eram postas à prova para verificar se seria possível materializá-las e se estavam relacionadas aos conceitos propostos para aquele

<sup>26</sup> Ao utilizarmos o temo “cenário inventivo” queremos nos referir ao “mundo inventivo”.

cenário inventivo; iii) por fim, acontecia a apresentação do cenário inventivo e das situações-problemas que seriam utilizadas nas escolas parceiras.

Nesse sentido, as ideias iniciais dos residentes pedagógicos foram materializadas em papéis por meio de projetos. Esses projetos foram produzidos coletivamente e discutidos em grupo, com foco na criação de propostas educacionais de Matemática que se distanciassem do que era comum em sala de aula, onde o professor passa exemplos e, posteriormente, aplica atividades parecidas. Não havia métodos ou manuais a serem seguidos, conforme destacado nas palavras de Kastrup (2012, p. 52).

Se a relação que mantemos com as formas cognitivas não nos fecha ao que nos chega de diferencial e problemático, se desenvolvemos a capacidade de nos manter trocados pelas afecções, a invenção não se esgota na solução, mas mantém sua processualidade. [...] os hábitos atuais não são tomados como a única fonte das ações, mas esta é também buscada naquilo que faz diferença e tensão com eles. Nessa medida, a cognição não funciona como se tivesse condições fechadas de possibilidades, mas acessa a complexidade de sua condição virtual, mantendo em tensão as antigas formas e aquilo que as problematiza. Trata-se de aprender a viver num mundo que não fornece um fundamento preestabelecido, num mundo que inventamos ao viver, lidando com a diferença que nos atinge (Kastrup, 1999, p. 194).

Diante do exposto, a aprendizagem inventiva transcende a adaptação a um mundo preexistente; ou seja, envolve ações e práticas que produzem novas experiências do conhecer, conexas à invenção de novas visões da realidade (Silva, 2020, p. 35). Além disso, a aprendizagem inventiva não limita à solução de problemas, mas expande os horizontes para a invenção de problemas, tornando-se, portanto, conexas à invenção de mundo (Silva, 2020, p. 53).

A Educação Matemática Inventiva se constitui como um campo de forças quente e ativo em processo de deslocamento, que provoca a mente humana a pensar e ao mesmo tempo encoraja o uso dos conhecimentos matemáticos para dar vida àquilo que habita e salta dos pensamentos. Nesse sentido, é composição e arte que tensiona a limitação das práticas educacionais aos meios de mecanização, padronização e representação que sufocam o poder inventivo da humanidade (Silva, 2020, p. 219).

Foram produzidos seis Mundo Inventivo<sup>27</sup>, dentre os residentes havia alguns que trouxeram suas ideias escritas e outros as produziram em esboços. A seguir, é possível

---

<sup>27</sup> Mundo Inventivo I. Disponível em: <https://youtu.be/Qq1ZD9tn18E&t=1s>. Acesso em: 8 jun. 2023.  
Mundo Inventivo II. Disponível em: <https://youtu.be/n6oRih4vtk>. Acesso em: 8 jun. 2023.  
Mundo Inventivo III. Disponível em: <https://youtu.be/I8iel7RxEvQ>. Acesso em: 8 jun. 2023.  
Mundo Inventivo IV. Disponível em: [https://youtu.be/bkdIz89r\\_oY](https://youtu.be/bkdIz89r_oY). Acesso em: 8 jun. 2023.

visualizar o esboço do possível MI 1, conforme explicitado no tópico Concepções iniciais de Educação Matemática Inventiva:

**Figura 4:** Mundo Inventivo I (esboço do imaginário dos residentes)



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Toda a explanação ocorria via Google Meet, devido ao distanciamento social ocasionado pelo vírus da COVID-19, quando foram gravadas e, posteriormente, analisadas.

Após apresentar o esboço a todos os residentes, o professor-orientador lhes fez o seguinte questionamento: “como vocês irão trabalhar esta ideia?”. Os residentes pontuaram que “se reuniram e pensaram fazer uma linha de trem, em que o presente veículo seria um trem cargueiro que saísse distribuindo cargas em alguns pontos do trajeto”; novamente o professor-orientador lhe fez o seguinte questionamento: “este trem seria o robô?” e eles responderam que “sim”. Inicialmente, pensaram em arrumar algum objeto para que o robô saísse puxando, dando a ideia de que seria um trem.

Os residentes destacaram: “podemos observar que nesta rodovia, ao seu redor, existem algumas placas sinalizando uma unidade de medida, em que, posteriormente, iremos defini-la, se será metros, quilômetros ou centímetros. Mas o presente trem irá percorrer por todo este trajeto demarcado de preto, onde irá fazer entregas de algumas cargas, como, por exemplo, no restaurante. Podemos inventar uma narrativa em que o trem deveria descarregar uma certa quantidade de carga em um certo depósito deste restaurante”.

---

Mundo Inventivo V. Disponível em: <<https://youtu.be/Rt59w5txJkM&t=16s>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

Mundo Inventivo VI. Disponível em: <<https://youtu.be/70yQW3MHN5Y&t=17s>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

Nesse momento, os residentes pedagógicos se lançaram à luz das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação e da Matemática para produzirem as suas propostas educacionais, em que buscavam, a todo momento, não resolver problemas, mas inventá-los (Silva, 2020, p. 81). Segundo Dias (2011a, p. 20) a “cognição é entendida distante do modelo da representação, pois ela não é apenas um processo de solução de problemas, mas inclui a problematização, ou seja, um processo de invenção”.

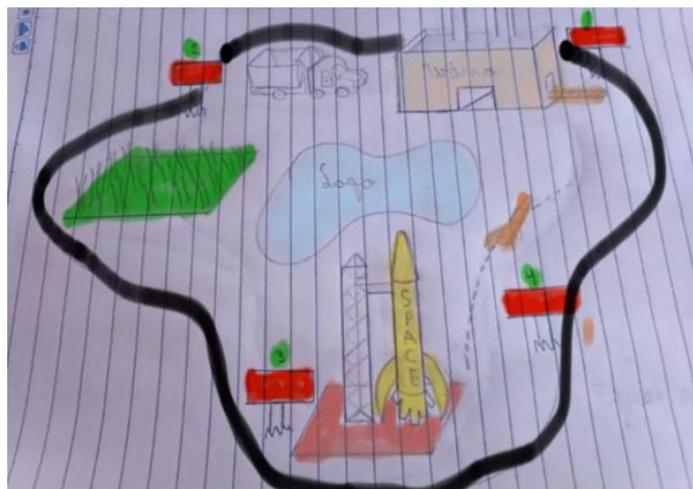
Os residentes expuseram uma ideia que se desenrolava na seguinte premissa: “imaginemos um depósito com as seguintes dimensões: dez metros de largura por vinte metros de comprimento, em que deverá deixar ‘x’ caixas, lembrando que essas caixas possuem uma área/superfície de dois metros quadrados. Sabendo que irão descarregar, quantas caixas serão possíveis para encher o depósito do restaurante?”.

Outras ideias que surgiram foram: “imaginemos um fazendeiro que precisaria construir uma cerca, qual a quantidade do material ‘x’ é necessária para tal projeto? Também surgiu a ideia de se explorar o conceito de perímetro, o que, nas palavras dos próprios residentes, “podemos utilizar uma unidade de medida e pedirmos a resposta em outra, como, por exemplo: dar a unidade de medida em centímetros e pedir a resposta em metros”.

O professor-orientador ressaltou a importância de não colocarmos todas as informações no enunciado das situações-problemas, pois isso diferenciaria das demais propostas já produzidas e, conseqüentemente, o aluno teria que se engajar nos vídeos materializados pelos residentes pedagógicos para que conseguisse solucionar a problemática proposta. Um exemplo disso é que, ao invés de dar a área da caixa que o trem irá descarregar no enunciado, poderíamos deixar esta informação no próprio vídeo. Seguindo adiante nas produções materializadas em esboços pelos residentes, temos o MI 2 retratado na figura 5.

A ideia inicial dos residentes que materializaram este cenário inventivo era trabalhar o conceito de funções (afim e quadrática). Nesse sentido, eles tiveram a ideia de construir uma narrativa que envolvesse um “contexto industrial e espacial, algo mais astronômico”, o que foi mencionado por eles, pois tal grupo se maravilhava com as descobertas astronômicas, especialmente a *SpaceX* do empresário Elon Musk.

**Figura 5:** Mundo Inventivo II (esboço do imaginário dos residentes)



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Posteriormente, apresentaram a seguinte situação-problema “se observarmos a usina, nota-se ao seu lado uma placa que está com o número 1. Tal placa estabelece a quantidade de determinado objeto que será transportado a partir daquele local”, e continuaram a sugerir ideias como: “é importante notarmos que há perda de carga no transporte rodoviário, devido a contratempos (rodovias ruins, chuvas etc.) e, decorrente disso, uma quantidade significativa da carga tende a se perder. Nesse sentido, poderíamos explorar o conceito de porcentagem”.

Os residentes relataram que buscaram criar um cenário inventivo condizente com a realidade dos discentes da cidade de Quirinópolis – GO. Nesse contexto, foi inventada uma narrativa que explorasse o plantio e a colheita de cana-de-açúcar, visto que existem empresas na região que trabalham com esta matéria-prima.

Referente ao foguete esboçado no cenário inventivo, os residentes tiveram a ideia de explorar o conceito de parábolas, pois, naquela época, estava popular o assunto referente à queda de um satélite chinês<sup>28</sup>.

É importante ressaltar que, devido ao fato de ser uma ideia inicial, os residentes não tinham toda a organização da problemática em mente, por isso muitos deixaram para o momento da aula a sugestão de ideias relacionadas ao seu cenário inventivo.

---

<sup>28</sup> Notícia referente a queda do satélite chinês. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2022/11/04/foguete-chino-descontrolado-cai-fecha-parte-do-espaco-aereo.ghtml>>. Acessado em 25 de jul. de 2023.

Após a explanação dos residentes, eles foram questionados sobre “onde estaria a robótica em tudo isto?”, ao que os residentes problematizaram que seria o trajeto feito pelo robô em torno desses objetos, os quais compunham o presente MI.

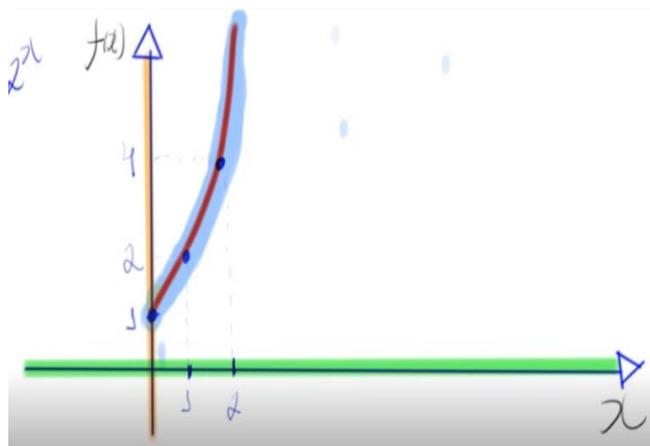
Ao provocarmos a relação dos residentes pedagógicos com os robôs, foi possível desencadear neles a invenção de mundos (Silva, 2020, p. 134), pois não existe somente uma perspectiva de mundo, “nem existe só um sistema cognitivo e nem uma representação melhor que a outra do mundo, mas próxima da realidade. Existem diferentes percepções e diferentes mundos” (Kastrup, 2012, p. 55).

A professora preceptora resolveu expor o que achou da ideia, elogiando: “gostei bastante da ideia, principalmente pelo fato de se explorar o conceito de função de primeiro grau e segundo grau, pois os alunos têm grandes dificuldades com este conteúdo matemático no 1º (primeiro) ano do Ensino Médio”, e continuou a sua explanação “podemos utilizar o robô como um caminhão; ele sai da usina com a matéria prima, até chegar ao foguete, quando poderíamos explorar a problemática levantada por vocês”.

Diante do exposto, os residentes tiveram outra ideia: “o caminhão pode transportar a matéria-prima (cana-de-açúcar) que, posteriormente, seria transformada em álcool e que serviria de combustível para o foguete em questão”. É importante dizer que o combustível utilizado em foguetes não é o álcool, mas, por se tratar de um MI, poderíamos utilizá-lo.

Seguindo adiante, temos outra produção materializada em esboço pelos residentes:

**Figura 6:** Mundo Inventivo III (esboço do imaginário dos residentes)



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Nesse esboço, os residentes tiveram a ideia de explorar o conceito de função exponencial, contextualizando a proliferação de bactérias em um organismo. Tal proposta se mostrou muito “potente” no sentido de que poderia ser trabalhada conjuntamente com a disciplina de Biologia, tornando, assim, a proposta interdisciplinar.

No entanto, devido ao contexto pandêmico, não foi possível que explorarmos essa proposta em conjunto com os professores de outras disciplinas. Posteriormente, as propostas puderam ser realizadas de maneira presencial.

Diante do que foi dito anteriormente, apresentamos, na seção seguinte, os cenários investigativos criados.

### **Rizoma das ações dos residentes pedagógicos: os cenários investigados criados**

Para a invenção dos problemas, era fator determinante que os professores preceptores dissessem quais conceitos gostariam de trabalhar com seus alunos. Um dos professores preceptores relatou que tinha a possibilidade de trabalharmos, no 1º (primeiro) ano, função exponencial ou logarítmica; no 2º (segundo) ano, análise combinatória; e, no 3º (terceiro) ano, poderiam ser os números complexos.

Diante do exposto, o professor-orientador relatou que seria complexo contextualizar algum desses conteúdos e que talvez fosse interessante escolhermos alguma turma com dificuldade em trigonometria, no ciclo trigonométrico. Nesse contexto, o professor preceptor relatou que já haviam estudado tal conteúdo, porém não tinham aprendido, devido ao ensino remoto.

Nesse momento, o orientador declarou que poderíamos fazer um ciclo trigonométrico e, posteriormente, colocá-lo para que o robô andasse e interagisse com os objetos que os residentes trouxessem, buscando sempre problematizar.

Os outros professores preceptores quiseram explorar em suas turmas de 7 (sétimas) séries algo relacionado a ângulos, podendo extrapolar para outros conceitos como área, circunferência, volume de figuras geométricas, etc.

Inicialmente, os residentes pedagógicos deveriam nomear os cenários inventivos e os robôs, mas, após alguns embates, chegamos à conclusão de que seria mais interessante que os alunos colocassem os nomes juntamente com os residentes, pois,

assim, poderíamos analisar se os discentes se identificariam e poderíamos ter uma ideia de pertencimento.

Com os vídeos pronto, os residentes buscaram problematizar a interação do robô com o cenário inventivo, é importante ressaltarmos que alguns residentes produziram problemas inventivos antes mesmo que o vídeo estivesse pronto e, na hora de analisá-los, tiveram que modificá-los para que ficassem mais adequados.

Tínhamos a possibilidade de colocarmos as situações-problemas em um formulário do Google Forms, o qual o aluno iria acessar e responder, ou poderíamos trabalhar de forma convencional com uma lista de problemas, que enviaríamos para eles responderem ao mesmo tempo em que os auxiliávamos.

Posteriormente, iniciou-se o processo de invenção de problemas. Ao pensar o robô em um contexto em que ele poderia carregar alguma carga, foram levantadas as primeiras problemáticas: “qual a distância que o robô está do objeto?”; “qual o volume que aquele objeto comporta?”; “quais formas geométricas estão presentes naquele objeto?”; “qual o valor de  $x$  quando o robô está em  $90^\circ$  (noventa) graus?”; “a distância entre dois ou mais objetos” e “qual o valor de  $x$  quando o robô está em  $30^\circ$  (graus)?”.

Recordamos, novamente, as concepções de Kastrup (2012) para quem a aprendizagem se dá por meio das experiências de problematização e de invenção de problemas, levando em conta a invenção de mundos (Silva, 2020, p. 135).

Na problematização dada, o robô está em movimento e assume o valor de  $x^{29}$ . Para os alunos, é difícil tal compreensão, mas com o robô tendo esta função, o valor da variável não passa a ser estático, o que é favorável. Assim:

[...] a relação entre o sujeito e o objeto técnico ocorreu de maneira que os dispositivos robóticos e os conhecimentos matemáticos foram usados pelos estagiários, como instrumentos para a produção de subjetividades, corporificadas por meio da invenção de mundos e da invenção de problemas (Silva, 2020, p. 134).

Os residentes pedagógicos, ao problematizarem os cenários inventivos, transcenderam a adaptação a um mundo preexistente (Silva, 2020, p. 134), o que pode ser percebido nas concepções de Kastrup (2012, p. 52): “as questões da aprendizagem e da

---

<sup>29</sup> Para um maior entendimento ver a Proposta 01 do Produto Educacional: “Educação Matemática Inventiva: Propostas de aprendizagem para a sala de aula”. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/732723>>. Acessado em: 13 jul. 2023.

formação não têm relação com a adaptação a um mundo preexistente, mas, ao contrário, com a problematização desse mundo”.

Outra problemática levantada pelos residentes era a respeito do carrinho que compunha o MI, pois nele continham inúmeras formas geométricas e, devido a isso, os residentes propuseram uma questão: “cite três formas geométricas que há neste carrinho”.

Era importante que contextualizássemos os problemas. Desse modo, os residentes inventaram alguns contextos para problematizarem, como, por exemplo: “aos dois segundos de vídeo, o robô passa ao lado de uma casa. Responda: a) Qual a distância que o robô está da casa? b) Qual a área da planta desta residência?”.

Um dos residentes pedagógicos que ficou responsável por problematizar um dos objetos, propôs a seguinte questão: “professor o que daria para perguntar com base neste balão?”. Nesse momento, o professor voltou o vídeo e problematizou, juntamente com residentes pedagógicos, os elementos (unidade de medida e formas geométricas) que compunham aquele objeto e ficou claro que daria para explorarmos as suas dimensões, assim como o conceito de área e de perímetro.

Posteriormente, foi levantado um contexto que problematizava o cesto do balão: “considerando um certo personagem que habita este mundo inventivo, leve em conta que ele ocupa x centímetros/metros quadrados da cesta do balão. Desse modo, cabem quantas pessoas neste balão?”.

Fica nítido, neste rizoma, que os residentes pedagógicos empregaram “os conhecimentos matemáticos como um instrumento para a invenção de problemas, que, por sua vez, foram utilizados para compor as propostas educacionais com robótica” (Silva, 2020, p. 135). Kastrup (2007a, p. 235) assevera que “a invenção é, em seu sentido primordial, invenção de problemas, pois é a invenção de problemas que coloca a cognição em devir”.

Todas as problemáticas se constituíam na interação do robô com os objetos (casa, piscina, carros, torres, bancos etc.) que compunham o MI. Nesse sentido, poderiam ser inventados inúmeros contextos das subjetividades dos sujeitos (professor e aluno).

Outro fato interessante é que vislumbrávamos que os alunos, após essa aula, fossem capazes de inventar situações-problemas, no entanto, não foi possível analisarmos isto, pois a questão demandava uma maior quantidade de tempo e tais alunos estavam em época de avaliações, ficando, assim, para ser analisada em outro momento.

## Considerações finais

Essa pesquisa possibilitou a implementação de dispositivos robóticos na formação de professores no contexto da residência pedagógica e, conseqüentemente, provocou experiências formativas que se diferenciam daquelas que os residentes e os alunos da Educação Básica estavam acostumados a vivenciar, proporcionando uma formação inventiva para eles.

É importante ressaltar que a discussão acerca da formação com o uso das tecnologias digitais deve ser um processo contínuo nas licenciaturas, ou seja, após passarmos todo este isolamento, ocasionado pela pandemia, não devemos nos afastar da utilização desses recursos tecnológicos, visto que eles são uma realidade em nossa sociedade.

As experiências de *aprendizagem inventiva* foram materializadas pelos residentes ao longo dos módulos da residência pedagógica e tiveram como resultado um trabalho coletivo, no qual um buscou auxiliar o outro em sua proposta, envolvendo três escolas-campos.

Devido à proposta ser utilizada em um ambiente remoto e com o pouco tempo disponível para provocarmos os estudantes da Educação Básica, deixamos de explorar a possibilidade de eles terem experiências inventivas, como a formulação de problemas e a criação de novos mundos. Nesse contexto, *Cronos* (tempo) foi um empecilho para o trabalho com a perspectiva da invenção, já que isso demanda mais tempo para a criação de cenários e problemas.

Os decalques produzidos pelos residentes são uma cartografia de seus imaginários, ou seja, primeiro a mente pensa e, posteriormente, materializa (por meio de escrita e/ou desenhos), como apresentado anteriormente. Nesse sentido, o sujeito, ao apresentar o decalque do seu imaginário, do qual emergem suas subjetividades, essas não convergem para um único ponto central, mas se expandem e se dividem em diversas direções e/ou lugares, ou seja, não se limitam a padrões ou modelos predefinidos, assemelhando-se, assim, a um rizoma, conceito apresentado por Deleuze e Guattari (2010).

Kastrup (2007a) utiliza as ideias de Lévy (1999) para designar o computador como um recurso tecnológico capaz de produzir subjetividades e cognição. Nesse aspecto, ao

utilizarmos esses recursos, podemos transcender a representação de mundo, a resolução de problemas e a transmissão de conteúdos facilmente encontrados no ciberespaço (Silva, 2020, p. 218).

Nesta pesquisa, abriu-se possibilidades para explorar em trabalhos futuros o Mundo Inventivo (MI) com outros recursos, como *H5P*<sup>30</sup> e *EdPuzzle*<sup>31</sup>, de vídeos interativos, pois os cenários podem sofrer alterações conforme as subjetividades dos sujeitos. Também é interessante, em trabalhos futuros, explorarmos os objetos que compõem o nosso MI, com *softwares* como *GeoGebra* e *Scratch*, e (re)inventar novas situações-problemas, além de utilizarmos plataformas online para a materialização de novos cenários inventivos, como, por exemplo, *Minecraft Education*<sup>32</sup> ou *Inkarnate*<sup>33</sup>.

Nesse contexto, podemos explorar os computadores como uma máquina capaz de aumentar o nosso “poder cognitivo e operacional humano – em outras palavras, usarmos computadores e redes de computadores, para aumentarmos nossa produtividade, inventividade e criatividade” (Blikstein, 2008).

Diante do exposto, compreendemos que agora devemos desenvolver novos trabalhos e pesquisas perspectivados pela invenção em cursos de licenciatura em matemática, buscando a multiplicidade, as diferenças e as variações do Ser (Gallo, 2008, p. 32-33).

## Referências

BLIKSTEIN, P. **O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação.** *Education & Courses*, v. 1, 2008.

DELEUZE, G. Diferença e repetição. Trad. Luís Orlandi e Roberto Machado. 2ª edição. Rio de Janeiro, Graal, 2006.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia.** São Paulo: Editora 34, 2010, (v. 1).

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

DIAS, R. O. **Modos de trabalhar uma formação inventiva de professores: escrita de si, arte, universidade e escola básica.** In: DIAS, Rosimeri de Oliveira; RODRIGUES, Heliana de Barros Conde. *Escritas de si.* Rio de Janeiro: Lamparina, 2019. 256 p.

---

<sup>30</sup> é uma estrutura de colaboração de conteúdo gratuita e de código aberto baseada em JavaScript.

<sup>31</sup> é uma ferramenta online que permite editar e modificar vídeos próprios ou disponíveis na rede, como Youtube e Khan Academy, adaptando-os às necessidades da sua aula.

<sup>32</sup> É uma plataforma de aprendizagem baseada em jogo que incentiva a criatividade, a colaboração e a solução de problemas em um ambiente digital imersivo.

<sup>33</sup> É uma ferramenta de construção de mapas de Role-playing game (RPG).

\_\_\_\_\_. Vida e resistência: formar professores pode ser produção de subjetividade? **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 415-426, jul./set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-73722233705>. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pe/v19n3/a07v19n3.pdf>. Acesso em 10 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **Formação Inventiva de Professores**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2012.

\_\_\_\_\_. **Deslocamentos na formação de professores: aprendizagem de adultos, experiência e políticas cognitivas**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa-intervenção, cartografia e estágio supervisionado na formação de professores**. *Fractal: Revista de Psicologia*, v. 23 – n. 2, p. 269-290, Maio/Ago. 2011b. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fractal/v23n2/v23n2a04.pdf>. Acesso em 17 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Formação Inventiva de Professores e Políticas de Cognição. In: **Informática na Educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v.12, n.2, jul./dez. 2009. ISSN digital 1982-1654 ISSN impresso 1516-084X. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/9313>. Acesso em 11 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **Deslocamentos na formação de professores: aprendizagem de adultos, experiência e políticas cognitivas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. 224 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://encurtador.com.br/hDOT4>. Acesso em 20 jul. 2023.

FREITAS, G. A. **Formação Inventiva de professores com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto do Programa Residência Pedagógica**. 2023. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.273>. Acesso em 22 jul. 2023.

FREITAS, G.; SILVA, M. R.; SOUZA JÚNIOR, A. J. Educação Matemática inventiva: a robótica como dispositivo provocador da aprendizagem em geometria. **RCeEM: Revista Cearense de Educação Matemática**, v. 1, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.56938/rceem.v1i2.3149>. Disponível em: <http://sbemrevista.kinghost.net/revista/index.php/rceem/article/view/3149/2172>. Acesso em 26 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Experiência com robótica na Residência Pedagógica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 1–19, 2023. DOI: 10.26843/rencima.v14n1a20. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3853>. Acesso em: 3 jun. 2023.

FOUCAULT, M. "A ética do cuidado de si como prática da liberdade". In: **Ditos & Escritos V - Ética, Sexualidade, Política**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004. Disponível em: <http://encurtador.com.br/htwK6>. Acesso em 18 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **História da Sexualidade 2–o uso dos prazeres**. 13ª ed., 2ª impressão. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2012.

GALLO, S.. **Deleuze & a Educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

GUATTARI, F. **Caosmose: um novo paradigma estético**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992.

\_\_\_\_\_. **Revolução molecular: pulsações políticas do desejo**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1987.

GUATTARI, F. ROLNIK, S. **Micropolítica: cartografias do desejo**. 11. ed. rev. – Petrópolis: Vozes, 2011.

KASTRUP, V. **A cognição contemporânea e a aprendizagem inventiva**. In: KASTRUP, Virginia.; TEDESCO, Silvia; PASSOS, Eduardo. Políticas da cognição. Porto Alegre: Sulina, 2015. 295 p.

\_\_\_\_\_. **Conversando sobre políticas cognitivas e formação inventiva.** In: DIAS, Rosimeri de Oliveira. Formação Inventiva de Professores. Rio de Janeiro: Lamparina, 2012.

\_\_\_\_\_. **A aprendizagem inventiva. Entrevista por Juliano Reis Silveira.** Edição Fábio Purper Machado. In: PASSOS, Eduardo. KASTRUP, Virgínia; ESCÓSSIA, Liliana da. Pistas do método da cartografia: pesquisa intervenção e produção de subjetividade. Porto Alegre: Sulina, 2010. 207 p.

\_\_\_\_\_. **A invenção de si e do mundo - uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição.** Campinas: Papirus, 1999.

\_\_\_\_\_. **A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição.** Belo Horizonte: Autêntica, 2007a. 256 p.

\_\_\_\_\_. A invenção na ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual. **Psicologia em Revista, Belo Horizonte v. 13 n. 1, jun. 2007b.** disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/psicologiaemrevista/article/view/261>>. Acesso em 26 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Políticas cognitivas na formação do professor e o problema do devir-mestre. **Educação & Sociedade, Campinas, vol. 26, n. 93, p. 1273-1288, Set./Dez. 2005.** DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302005000400010>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v26n93/27279.pdf>. Acesso em 12 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem da atenção na cognição inventiva. **Psicologia & Sociedade, Porto Alegre, v. 16, n. 3, set./dez. 2004.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/psoc/v16n3/a02v16n3.pdf>. Acesso em 23 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Aprendizagem, arte e invenção. **Psicologia em Estudo, Maringá, v. 6, n. 1, p. 17-27, jan./jun. 2001.** DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-73722001000100003>>. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pe/v6n1/v6n1a03.pdf>>. Acesso em 13 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. O devir-criança e a cognição contemporânea. **Psicologia Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v. 13, n. 3, 2000.** DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-79722000000300006>. Disponível em: <[encurtador.com.br/aryAF](http://encurtador.com.br/aryAF)>. Acesso em 20 jul. 2023.

KASTRUP, V.; TEDESCO, S. PASSOS, E.. **Políticas da cognição.** Porto Alegre: Sulina, 2015. 295 p.

LARROSA, J.. A operação ensaio: sobre o ensaiar e o ensaiar-se no pensamento, na escrita e na vida. **Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 27-46, jan./jun. 2004.** Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/25417/14743>. Acesso em 20 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias do Eu e Educação.** In: SILVA, Tomaz T. (org) O Sujeito da Educação. Estudos Foucaultianos. Rio de Janeiro.Vozes. 1994. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/4259144-Tecnologias-do-eu-e-educacao.html>>. Acesso em 12 jul. 2023.

LÉVY, P. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999. (Coleção trans.). Disponível em <<https://mundonativodigital.files.wordpress.com/2016/03/cibercultura-pierre-levy.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **As tecnologias da inteligência – o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993. (Coleção trans.) Disponível em <<https://lucianabicalho.files.wordpress.com/2014/02/as-tecnologias-da-inteligencia.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **O que é o virtual?.** São Paulo: Editora 34, 1997.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento.** Tradução Jonas Pereira dos Santos. São Paulo: Editorial Psy II, 1995.

\_\_\_\_\_. **De Máquinas e seres vivos: autopoiese** – a organização do vivo. 3.ed.; trad. Juan Acuna Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas. 2002 2ª reimpressão.

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 JUNIOR, A. J. O uso da robótica na perspectiva da educação matemática inventiva. **ETD - Educação Temática Digital**, **22(2)**, 406-420. 2020a. <https://doi.org/10.20396/etd.v22i2.8654828>. Disponível em: <encurtador.com.br/hyT07>. Acesso em 20 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Educação Matemática Inventiva: interfaces entre universidade e escola. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 11, p. 212-224, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.2463>. Disponível em: <encurtador.com.br/insDX>. Acesso em 21 jul. 2023.

SILVA, M. R. **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: <http://orcid.org/0000-0003-2028-7099>. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.222>. Acesso em: 8 jun. 2023.

## Sobre os autores

---

### **Douglas Marin** (organizador/autor)

Professor da Universidade Federal de Uberlândia e atua nos cursos do Instituto de Matemática e Estatística e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade de São Paulo (USP), Campus de São Paulo. Doutor e Mestre em Educação Matemática, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Campus de Rio Claro. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando com as seguintes temáticas: história da educação matemática; proposição e resolução de problemas; tecnologias digitais de informação e comunicação; e relações entre educação do campo e educação matemática.

[lattes.cnpq.br/6734500640303971](https://lattes.cnpq.br/6734500640303971)

[orcid.org/0000-0002-5798-5176](https://orcid.org/0000-0002-5798-5176)

[douglasmarin@ufu.br](mailto:douglasmarin@ufu.br)

### **Fernando da Costa Barbosa** (organizador/autor)

Professor efetivo da Universidade Federal de Catalão no Instituto de Matemática e Tecnologia, atuando como docente dos cursos de Matemática Licenciatura presencial e EAD, atuando também desde 2023 na coordenação do Curso de *Lato Sensu* em Especialização em Robótica Educacional e suas Tecnologias no Ensino de Matemática. Doutorado em Educação (2016) na linha Educação em Ciências e Matemática, Mestrado em Educação (2011) na linha Saberes e Práticas, Especialização em Ensino de Ciências (2010) e graduação em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (2007). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente com Robótica Educacional.

[lattes.cnpq.br/8953646779705648](https://lattes.cnpq.br/8953646779705648)

[orcid.org/0000-0001-8558-3521](https://orcid.org/0000-0001-8558-3521)

[fbarbosa@ufcat.edu.br](mailto:fbarbosa@ufcat.edu.br)

### **Giselle Moraes Resende Pereira** (organizadora)

Professora associada do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Doutora em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na linha de Educação em Ciências e Matemática (2019). Mestre em Matemática pela UFU (2012). Bacharel em Matemática pela (UFU) (2009) e Licenciada em Matemática pela Universidade de Franca (2011). Possui curso de extensão universitária em Educação a Distância pelo Centro Educacional Sul Mineiro LTDA-ME, CESM (2016). Tem experiência na área de Matemática e de Educação, com ênfase em Educação Matemática.

[lattes.cnpq.br/0155299909204810](https://lattes.cnpq.br/0155299909204810)

[orcid.org/0000-0001-8154-0540](https://orcid.org/0000-0001-8154-0540)

[gisellemoraes@ufu.br](mailto:gisellemoraes@ufu.br)

**Arlindo José de Souza Junior** (autor)

Professor titular do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Uberlândia. Realizou o curso de graduação de Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - Campus São José do Rio Preto); mestrado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - Campus Rio Claro) e doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: saberes docentes, educação popular e cultura digital.

[lattes.cnpq.br/9047733954063404](http://lattes.cnpq.br/9047733954063404)

[orcid.org/0000-0002-5175-6129](http://orcid.org/0000-0002-5175-6129)

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

**Crhistiane da Fonseca Souza** (autora)

Professora no Instituto de Matemática e Tecnologia (IMTec) da Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Realizou a licenciatura e Especialização em Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Mestrado em Matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística (UFG). Doutorado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em cotutela com a Universidade de Lisboa pelo Instituto de Educação. Foi professora da educação básica por 12 anos em escolas da rede pública e particular. Tem experiência na área de Educação com ênfase em Educação Matemática, atuando nos seguintes temas: TDIC, Robótica Educacional, Saberes docentes e Estudo de Aula.

<http://lattes.cnpq.br/2644021103197123>

<https://orcid.org/0000-0002-0185-3967>

[crhisfsouza@ufcat.edu.br](mailto:crhisfsouza@ufcat.edu.br)

**Daniel da Silveira Guimarães** (autor)

Professor associado do Instituto de Matemática e Tecnologia da Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Regional de Catalão da Universidade Federal de Goiás (2002), mestrado em Matemática pela Universidade de Brasília (2005) e doutorado em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (2015). Atuou como vice coordenador e atualmente é docente da Especialização em Robótica Educacional e suas Tecnologias no Ensino de Matemática, ofertada na modalidade a distância. Desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de Matemática e Educação Matemática, com ênfase em Geometria Diferencial e Robótica Educacional.

[lattes.cnpq.br/3520357439188664](http://lattes.cnpq.br/3520357439188664)

[orcid.org/0000-0003-1973-9609](http://orcid.org/0000-0003-1973-9609)

[danielguimaraes@ufcat.edu.br](mailto:danielguimaraes@ufcat.edu.br)

**Deive Barbosa Alves** (autor)

Professor do Instituto de Matemática e Tecnologia (IMTec) da Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (2006), mestrado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (2012) e doutorado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (2017). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: educação matemática, modelagem matemática, cultura digital, objetos de aprendizagem e etnomatemática.

<http://lattes.cnpq.br/9350240158010161>

<https://orcid.org/0000-0002-0850-7362>

[deive.alves@ufcat.edu.br](mailto:deive.alves@ufcat.edu.br)

**Francisco Vieira dos Santos** (autor)

Técnico em Assuntos Educacionais do Instituto Federal do Maranhão, Campus Coelho Neto. Realizou o curso de graduação de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Piauí (UFPI); mestrado em Ensino de Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE – Campus Fortaleza). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Mobilização de conceitos matemáticos com a Robótica e cultura digital.

[lattes.cnpq.br/8925218629859718](http://lattes.cnpq.br/8925218629859718)

[orcid.org/0000-0002-1335-4524](http://orcid.org/0000-0002-1335-4524)

[franciscovieira.santos@ifma.edu.br](mailto:franciscovieira.santos@ifma.edu.br)

**Gabriel Araújo Freitas** (autor)

Professor de Matemática da Secretaria de Estado da Educação de Goiás. Mestre (2023) em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia; Especialista em Metodologia do Ensino da Matemática (2019) pela Faculdade de Educação São Luís; e, Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Goiás (2018). É membro do Núcleo de Pesquisas em Mídias na Educação (NUPEME/UFU) e, do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática Inventiva com Robótica (EMIR/UEG). Tem experiência na educação básica e no ensino superior, desenvolve trabalhos de ensino, pesquisa e extensão, com ênfase nos processos de ensino e de aprendizagem e, formação docente, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Educação Maker; Informática e Ensino; Aprendizagem Criativa; Movimento Maker; Softwares Educacionais; Objetos de Aprendizagem; Gamificação; Robótica Educacional; Pensamento Computacional; Modelagem Matemática e Cultura Digital.

[lattes.cnpq.br/2924435423922861](http://lattes.cnpq.br/2924435423922861)

[orcid.org/0000-0002-8706-0254](http://orcid.org/0000-0002-8706-0254)

[gabrielueg@outlook.com](mailto:gabrielueg@outlook.com)

### **Hutson Roger Silva** (autor)

Professor no Instituto Federal do Amapá – Campus Oiapoque e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (IFTM). Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (UFU). Graduação em Licenciatura em Matemática (UFU), graduação em Licenciatura em Computação (IFTM), Bacharel em Física (UNINTER) e Licenciatura em Física (UFTM). Especialista em Supervisão, Gestão e Inspeção Escolar (Passo 1, 2019). Especialista em Tecnologia, Linguagens e Mídias em Educação (IFTM). Especialista em Educação Especial, Inclusiva e Libras pela (ESTRATEGIO). Especialista em Neuropsicopedagogia (ESTRATEGIO). Especialista em Tecnologias Digitais e Educação a Distância (ESTRATEGIO). Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária (IFTM). Desenvolve pesquisa no campo da Robótica Educacional e Astronomia, com foco na interculturalidade e Astronomia Indígena.

[lattes.cnpq.br/8375800855598366](https://lattes.cnpq.br/8375800855598366)

[orcid.org/0000-0002-1319-9296](https://orcid.org/0000-0002-1319-9296)

[hutson.silva@ifap.edu.br](mailto:hutson.silva@ifap.edu.br)

### **Ludmilla Lourenço da Silva** (autora)

Professora da educação básica. Realizou o curso de graduação de Licenciatura em Física pela Universidade Federal de Goiás (UFG – Campus Catalão), e Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Catalão (UFCat); pós-graduada em Robótica Educacional e suas Tecnologias no Ensino de Matemática pela Universidade Federal de Catalão (UFCat) e psicopedagogia pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI) mestranda em Ensino de Física pela Universidade Federal de Catalão (UFCat). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Robótica e Cultura Maker, atuando principalmente como técnica e mentora de equipes de robótica.

[lattes.cnpq.br/8493191816946834](https://lattes.cnpq.br/8493191816946834)

[orcid.org/0009-0000-5894-1477](https://orcid.org/0009-0000-5894-1477)

[ludmillalourenco.silva@gmail.com](mailto:ludmillalourenco.silva@gmail.com)

### **Marcos Roberto da Silva** (autor)

Professor Adjunto da Universidade Estadual de Goiás (UEG) no curso de Licenciatura em Matemática do Câmpus Sudoeste - Sede Quirinópolis, e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências- Câmpus Central - Anápolis. Pós-doutorado em Educação, Processos Formativos e Desigualdades Sociais pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro- UERJ. Doutorado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na linha de Educação em Ciências e Matemática. Mestrado em Educação para Ciências e Matemática, pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás. Especialista em Matemática e Estatística pela Universidade de Rio Verde (UNIRV). Graduado em Ciências- Licenciatura Plena em Matemática, pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) Câmpus Sudoeste - Sede Quirinópolis. Atuou por 22 anos como professor de Matemática na Educação Básica (2002-2024) e atua na formação de professores desde 2011. Coordenou o subprojeto do Programa Federal de Residência Pedagógica (Bolsista CAPES, 2020-2023). Atua como coordenador do subprojeto interdisciplinar do PIBID (Biologia, Letras e Matemática) (Bolsista CAPES, 2024-2026). É pesquisador integrante do grupo de pesquisa NUPEME-Núcleo de

Pesquisa em Mídias na Educação. Coordena o projeto de extensão "Matemática com Robótica: interfaces entre UEG e Educação Básica". Também coordena o projeto de pesquisa "MARC- Matemática Aplicada à robótica e às Ciências". Organizador das Olimpíadas de Formação Inventiva com Robótica (OFIR). É autor do livro Educação Matemática Inventiva pela editora UEG e de vários materiais didáticos com o uso da robótica educacional.

[lattes.cnpq.br/2326609660013482](https://lattes.cnpq.br/2326609660013482)

[orcid.org/0000-0003-2028-7099](https://orcid.org/0000-0003-2028-7099)

[marcos.silva@ueg.br](mailto:marcos.silva@ueg.br)

#### **Maurício Antônio da Costa Neto (autor)**

Professor da Educação Básica na cidade de Uberlândia. Atualmente, atua como professor de Matemática do nono ano do Ensino Fundamental 2 e do Ensino Médio. Possui licenciatura plena em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia e é Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela mesma universidade. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando com as seguintes temáticas: história da educação matemática; proposição e resolução de problemas; tecnologias digitais de informação e comunicação.

[lattes.cnpq.br/7390032819320443](https://lattes.cnpq.br/7390032819320443)

[orcid.org/0009-0003-3371-4296](https://orcid.org/0009-0003-3371-4296)

[mauricioneto00@gmail.com](mailto:mauricioneto00@gmail.com)

#### **Muriell Francisco da Costa (autor)**

Professor efetivo na Área de Matemática do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Uberlândia (CAp-UFU) desde o ano de 2024. Doutorando em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (2023-presente) e minha tese de doutoramento abrange o uso de Tecnologias de Inteligência Artificial e os Temas Contemporâneos Transversais na formação inicial de professores(as) de Matemática por meio do pressuposto metodológico das Coreografias Didáticas. Concluí o mestrado em Educação pela mesma instituição em 2023 e minha trajetória inclui uma graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Goiás (2020), complementada por uma mobilidade acadêmica internacional no Instituto Politécnico de Bragança (IPB), em Portugal (2019). Também sou formado em Pedagogia pela Universidade de Uberaba (2024). Desde 2019, faço parte do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME) da Universidade Federal de Uberlândia, onde participo do grupo de pesquisa e realizo estudos voltados para a formação de professores(as), com foco no uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), Modelagem Matemática, as diversas Coreografias Didáticas para o ensino e aprendizagem de Matemática, a Equidade Social na Educação, o Ensino Híbrido e a edificação de espaços formais e não-formais plurais e multiculturais para o aprendizado interdisciplinar da Matemática.

[lattes.cnpq.br/7219826476250061](https://lattes.cnpq.br/7219826476250061)

[orcid.org/0000-0003-3019-3977](https://orcid.org/0000-0003-3019-3977)

[muriell.francisco@ufu.br](mailto:muriell.francisco@ufu.br)

**Sheley Cristina Corrêa da Silva** (autora)

Professora Pedagoga da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF) atuante na área de Educação Especial e nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB) na área de Currículo, onde também participa do Grupo de Pesquisa (CNPQ) “Currículo e Processo Formativo: Inovação e Interdisciplinaridade”. Especialista em Educação em/e para Direitos Humanos no Contexto da Diversidade Cultural pelo Instituto de Psicologia e Graduada em Pedagogia pela Faculdade de Educação, ambas pela Universidade de Brasília.

[lattes.cnpq.br/0474774321408678](http://lattes.cnpq.br/0474774321408678).

[orcid.org/0000-0002-6019-4922](http://orcid.org/0000-0002-6019-4922)).

[sheley.correa@gmail.com](mailto:sheley.correa@gmail.com)

**Suselaine da Fonseca Silva** (autora)

Professora de Matemática e Robótica da rede particular de ensino. Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araguari/MG, mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação pela Universidade Federal de Uberlândia/MG e doutorado em Educação nessa mesma instituição de ensino (UFU). Realiza pesquisas na área de ensino de Matemática com foco na Robótica Educacional como recurso auxiliar para o desenvolvimento do pensamento lógico e computacional.

[lattes.cnpq.br/2665306137709720](http://lattes.cnpq.br/2665306137709720)

[orcid.org/0000-0002-7634-7903](http://orcid.org/0000-0002-7634-7903)

[suses23@hotmail.com](mailto:suses23@hotmail.com)

**Walteno Martins Parreira Junior** (autor)

Professor do Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberlândia Centro. Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia (1992) e Pedagogia pela Universidade Federal de Ouro Preto (2013). Especialista pela Universidade Federal de Lavras (2000) em Informática em Educação e Especialista em Design Instrucional para EAD na Universidade Federal de Itajubá (2009). Mestre em Educação na área de Saberes e Práticas Educativas pela Universidade Federal de Uberlândia (2012). Doutorando em Educação pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (2021). Tem desenvolvido pesquisas nas áreas de Informática aplicada à Educação, Saberes e Práticas Educativas e em Formação de Professores. Desenvolve projetos de extensão nas áreas de Saberes e Práticas Educativas, Tecnologia Educacional e Software Livre. Vice-líder do grupo de pesquisa "GPETEC - Grupo de Pesquisa em Educação, Tecnologia e Ciências" na linha de pesquisa "Desenvolvimento de aplicativos tecnológicos e softwares educacionais" do Campus Uberlândia-Centro do IFTM e é membro do "Forproca - Grupo de Pesquisa Formação de Professores, Cultura digital e Aprendizagem" do PPGE/UFTM. E sócio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) desde 1988.

[lattes.cnpq.br/4647904741241414](http://lattes.cnpq.br/4647904741241414)

[orcid.org/0000-0002-5041-3781](http://orcid.org/0000-0002-5041-3781)

[waltenomartins@iftm.edu.br](mailto:waltenomartins@iftm.edu.br)

**Wesley Pereira da Silva (autor)**

Professor Efetivo da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF). Doutor em Educação em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (UnB). Bacharel e Licenciado em Química (UnB). É membro do Grupo de Investigação em Ensino de Matemática (GIEM) e do Grupo Aprendizagem Lúdica - Pesquisas e Intervenção em Educação e Desporto (GEPAL), ambos da Universidade de Brasília (UnB).

[lattes.cnpq.br/6730444309229315](http://lattes.cnpq.br/6730444309229315).

[orcid.org/0000-0003-4198-0837](http://orcid.org/0000-0003-4198-0837).

[wesleynh3@gmail.com](mailto:wesleynh3@gmail.com)

