

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**MAYARA BONIFÁCIO DE OLIVEIRA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**MAYARA BONIFÁCIO DE OLIVEIRA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Viçosa para obtenção do título de Licenciada em Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

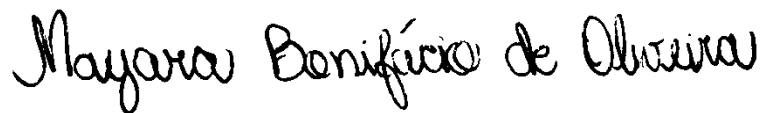
**MAYARA BONIFÁCIO DE OLIVEIRA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Viçosa como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Matemática.

APROVADO:

ASSENTIMENTO:



Mayara Bonifácio de Oliveira  
Autora



Profa. Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria  
Orientadora

**MAYARA BONIFÁCIO DE OLIVEIRA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Viçosa como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Matemática.

**BANCA AVALIADORA:**



Profa. Dra. Caroline Mendes dos Passos  
(UFV)



Profa. Dra. Marli Duffles Donato Moreira  
(UFV)



Profa. Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria  
(Orientadora)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, perseverança e força concedidas ao longo desta jornada.

Aos meus amados pais, José Natalino de Oliveira e Maria Januária Bonifácio dos quais me orgulho imensamente, e que não pouparam esforços para me ajudar a realizar meus objetivos.

Aos meus irmãos, que sempre foram fonte de inspiração, incentivando e apoiando minhas decisões e realizações.

Aos meus amados e encantadores sobrinhos, que me proporcionaram momentos de alegria e tranquilidade durante esta intensa jornada.

Aos meus amigos, pelos conselhos, companheirismo e apoio. A presença de cada um foi, sem dúvida, essencial para que eu pudesse concluir esta jornada de forma mais descontraída e agradável.

Aos professores que contribuíram para meu desenvolvimento pessoal e profissional, e que, de diferentes maneiras, foram fundamentais para a minha formação.

À minha professora orientadora Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho, pela paciência e dedicação ao longo do trabalho, além das valiosas contribuições para a minha formação acadêmica.

Às professoras da banca, Marli Duffles Donato Moreira e Caroline Mendes dos Passos, pelo aceite e disponibilidade para avaliar e contribuir com este trabalho, bem como pelos ensinamentos durante toda minha jornada de formação.

O presente trabalho ocorreu de forma concomitante com minha pesquisa de iniciação científica que, por sua vez, foi realizada com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, a qual sou grata pelo apoio.

## RESUMO

OLIVEIRA, Mayara Bonifácio de, Universidade Federal de Viçosa, 2024. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.**

Orientadora: Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria.

Este trabalho de conclusão de curso objetiva analisar as implicações da Robótica Educacional, por meio de atividades investigativas, na aprendizagem de funções no Ensino Médio. Para isso, está estruturado, inicialmente, pelos embasamentos teóricos necessários para o desenvolvimento da pesquisa: Robótica Educacional e Investigação Matemática, seguido da exploração do conteúdo de Funções, sobretudo de Função Afim, por ser esse o foco das atividades. Trata-se de uma pesquisa qualitativa por concentrar-se nos dados produzidos, buscando compreender as experiências coletivas e perspectivas individuais. O público alvo foram alunos do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. Mariano da Rocha, localizada em Teixeira – MG. Para coletar os dados da pesquisa, utilizamos uma combinação de instrumentos: fotografias, folhas das atividades respondidas pelos alunos e registros da pesquisadora em um caderno de campo. A análise realizada nos permite afirmar que a Robótica Educacional foi relevante na construção significativa e intuitiva dos conhecimentos relacionados ao conceito de função afim. Por meio de práticas investigativas com o uso de LED e sensor, os alunos se mostraram motivados a investigar. Essa abordagem permitiu-lhes desenvolver ideias sobre funções, compreendendo a relação de dependência entre variáveis, construindo e identificando representações gráficas, e formulando a lei que rege o tipo de função trabalhada. Dessa forma, os alunos puderam estabelecer bases cognitivas para o aprendizado de funções subsequentes, além de explorar esse conteúdo de maneira integrada e contextualizada. A Robótica Educacional desempenhou, portanto, um papel fundamental ao criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e engajador, afigurando-se como elo entre o conteúdo curricular e a realidade tecnológica e digital que permeia a vida dos estudantes. Ao proporcionar um contexto mais tangível para o aprendizado, inferimos que a Robótica cumpriu seu papel, abrindo espaço e fornecendo as condições necessárias para que os alunos construam e formalizem conhecimentos.

Palavras-chave: Função Afim. Ensino Médio. Investigações Matemáticas. Educação Matemática. Tecnologias Digitais.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Mayara Bonifácio de, Federal University of Viçosa, 2024. **INVESTIGATIVE ACTIVITIES OF FUNCTIONS THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS**. Advisor: Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria.

This course conclusion work aims to analyze the implications of Educational Robotics, through investigative activities, in learning functions in High School. To achieve this, it is structured, initially, by the theoretical foundations necessary for the development of the research: Educational Robotics and Mathematical Investigation, followed by the exploration of the content of Functions, especially Related Functions, as this is the focus of the activities. This is qualitative research as it focuses on the data produced, seeking to understand collective experiences and individual perspectives. The target audience were first-year High School students at Escola Estadual Dr. Mariano da Rocha, located in Teixeiras – MG. To collect research data, we used a combination of instruments: photographs, activity sheets completed by students and the researcher's records in a field notebook. The analysis carried out allows us to affirm that Educational Robotics was relevant in the meaningful and intuitive construction of knowledge related to the concept of related function. Through investigative practices using LED and sensors, students were motivated to investigate. This approach allowed them to develop intuitions about functions, understanding the dependency relationship between variables, constructing and identifying graphical representations, and formulating the formation law that governs the type of function worked on. In this way, students were able to establish cognitive bases for learning subsequent functions, in addition to exploring this content in an integrative and contextualized way. Educational Robotics therefore played a fundamental role in creating a dynamic and engaging learning environment, acting as a link between the curricular content and the technological and digital reality that permeates students' lives. By providing a more tangible context for learning, we infer that Robotics fulfilled its function, opening up space and providing the necessary conditions for students to construct and formalize knowledge.

Keywords: Affine Function. High School. Mathematical Investigations. Mathematics Education. Digital Technologies.

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	8
2.TECNOLOGIAS DIGITAIS, ROBÓTICA E EDUCAÇÃO .....	10
3.INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA.....	12
4.FUNÇÕES: OBJETO MATEMÁTICO EM ESTUDO.....	14
5.PERCURSO METODOLÓGICO.....	16
6.ANÁLISE DE DADOS.....	21
6.1 Primeiro Encontro.....	21
6.2 Segundo Encontro.....	26
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
REFERÊNCIAS .....	42
APÊNDICES .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A educação é um processo complexo, cujas finalidades incluem a promoção do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas, assegurando aos educandos a formação necessária para o exercício da cidadania (Brasil, 1996). Entretanto, efetivar essas finalidades tem sido uma tarefa desafiadora, dada às abordagens tradicionais de ensino, que tendem a enfatizar a memorização em detrimento da compreensão efetiva, bem como ao crescente desinteresse de muitos alunos pelo que é ensinado em sala de aula.

De um lado temos aulas expositivas nas quais os alunos são tratados como sujeitos passivos na produção de conhecimento, sendo incentivados a memorizar, reproduzir e repetir o que lhes é transmitido. Esse modelo carrega resquícios da educação iniciada pelos portugueses no século XVI e é semelhante ao que Freire denominou como 'Educação Bancária', no qual o conteúdo é depositado no aluno sem que ele se aproprie efetivamente do conhecimento (Freire, 1996, p. 80). Nesse contexto de desafios educacionais, a abordagem tradicional de ensino de Matemática, centrada na memorização de fórmulas e resolução de problemas estáticos, têm contribuído para distanciar ainda mais a educação de seus objetivos (Faria; Maltempi, 2020).

Apesar dos discursos recorrentes e contínuos que enfatizam a importância da Matemática na vida cotidiana, tais como 'a Matemática é fundamental na formação de um cidadão', 'a Matemática está presente no dia a dia' e 'a Matemática é a linguagem que descreve o universo', utilizados para justificar a relevância da aprendizagem Matemática, seu ensino frequentemente contrapõe-se a essas afirmações, com aulas fragmentadas e descontextualizadas da realidade, que não privilegiam a aprendizagem efetiva e tampouco despertam o interesse dos alunos, resultando na alienação em relação aos conteúdos e dificultando a aplicação prática de seus conceitos.

Um exemplo dessa contradição é observado no ensino do conteúdo de funções no Ensino Médio. Apesar de ser um dos temas mais importantes da Matemática atual, com principal potencial de conceber e estudar modelos aplicáveis em diversas situações, numéricas ou não, muitas vezes sua abordagem na sala de aula não favorece sua natureza integradora (Ponte, 1990). Corroborando esta ideia, Menezes (2017) salienta que, muitas vezes as funções são abordadas de forma distanciada do cotidiano e de outros conteúdos matemáticos. O autor discute que tal abordagem não aproveita seu potencial integrador e interdisciplinar, prejudicando a formação dos alunos para lidar com problemas do mundo real que exigem uma visão abrangente e conectada das diferentes áreas do conhecimento.

Essa dificuldade é agravada pela desafiadora realidade do ensino contemporâneo, que inclui não apenas a dificuldade em efetivar seus objetivos educacionais diante das abordagens tradicionais, mas também o impacto significativo do acesso facilitado às tecnologias digitais pelos alunos. Nossos alunos têm usado, cada vez mais, dispositivos móveis como celulares e plataformas digitais que oferecem uma diversidade de atrativos que, para uma parcela significativa de alunos, é mais cativante do que o conteúdo escrito na lousa pelo professor durante a aula (Costa; Faria, 2024).

A presente pesquisa propõe um estudo de função afim, com uma abordagem ancorada nas Investigações Matemáticas, metodologia que enfatiza a exploração ativa, a aplicação prática e a criação de conjecturas, como meio de alcançar o engajamento dos alunos e possibilitar a produção de conhecimento significativo. Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2003, p. 24) as investigações matemáticas ajudam “[...] a trazer para sala de aula o espírito da atividade genuína, constituindo, por isso, uma poderosa metáfora educativa.”

Em consonância com as Investigações Matemáticas e os avanços tecnológicos, a Robótica Educacional surge como uma possibilidade promissora para inserir de forma significativa as tecnologias digitais na sala de aula, as quais contribuem para a criação de situações de aprendizagem envolventes e significativas. Para Campos (2011, p.100) “[...] o conhecimento e o mundo são construídos e constantemente reconstruídos através da experiência pessoal”, portanto, devemos nos adequar às demandas e mudanças contemporâneas para promover a educação.

O interesse em investigar as potencialidades da implementação da Robótica Educacional, como possibilidade de integração efetiva das tecnologias digitais na sala de aula, juntamente com a constatação das dificuldades enfrentadas por alunos na aprendizagem de conteúdos de funções em aulas de Matemática, é o que motiva a realização desta pesquisa.

Dessa forma, ao delimitar o tema, propomos uma pesquisa baseada na metodologia qualitativa, buscando compreender: *Quais implicações da Robótica Educacional na aprendizagem de funções no Ensino Médio?*

Neste sentido, este trabalho objetiva: *Analisar as implicações da Robótica Educacional, por meio de atividades investigativas, na aprendizagem de funções no Ensino Médio.* Para isso, está estruturado, inicialmente, pelos embasamentos teóricos necessários para o desenvolvimento: Robótica Educacional e Investigação Matemática, seguido da exploração do conteúdo de Funções. Descrita a metodologia e os procedimentos que envolveram a realização desta pesquisa, apresentamos a análise dos dados e as considerações finais obtidas a partir do trabalho realizado.

## 2. TECNOLOGIAS DIGITAIS, ROBÓTICA E EDUCAÇÃO

Uma revolução silenciosa tem ocorrido ao redor do mundo. À medida que os avanços das tecnologias digitais permeiam cada vez mais diferentes espaços da sociedade, nossos alunos também mudam. Essa transformação tem influenciado na dinâmica de aprendizado e ensino, pois a simples presença de dispositivos tecnológicos e recursos digitais nas escolas não é garantia de melhoria na qualidade da educação (Gatti, 1993).

No nosso dia a dia, utilizamos uma variedade de tecnologias que, ao longo da história, foram essenciais para o progresso humano. A forma como cada tecnologia é utilizada e o impacto que elas geram (sejam eles positivos ou não), diferem conforme a cultura e o período histórico de cada sociedade (Kenski, 2003). Por exemplo, a criação do relógio mecânico no século XIV transformou a maneira como as pessoas percebiam e organizavam o tempo, gerando impactos tanto na vida diária como na estrutura social da época. Dessa forma, é possível reconhecer que o avanço tecnológico não apenas facilita nossas tarefas cotidianas, mas também modifica profundamente nosso “modo de pensar, sentir e agir” (Kenski, 2003).

Portanto, não é estranho que a era tecnológica, baseada na cultura digital, tenha tanto impacto na sociedade, especialmente sobre as crianças e os jovens, que crescem cercados por esses recursos e dispositivos tecnológicos que evoluem a uma velocidade incomparável. Diante dos impactos e potencialidades que as tecnologias digitais podem proporcionar, e levando em consideração as novas demandas sociais e produtivas, não há dúvidas de que elas influenciam diretamente no ensinar e no aprender. Ignorá-las no contexto escolar não é mais uma opção viável. Cabe, portanto, ao professor incorporar essas tecnologias no ambiente escolar e aproveitar suas potencialidades, visto que caracterizá-las como boas ou não “depende da relação que estabelecemos com ela, do uso que fazemos dela” (Maltempi, 2008, p. 62).

Adotar uma abordagem intencional e consciente ao integrar tecnologias digitais na educação pode então maximizar seus benefícios. Nesse contexto, a Robótica Educacional emerge como uma possibilidade de potencializar a efetiva inserção da tecnologia no ambiente escolar, oferecendo uma abordagem envolvente e prática de aprendizado.

A Robótica é a área que se dedica ao estudo de robôs. A terminologia “robô” foi popularizada pela literatura de ficção científica, na obra “R.U.R. (Rossum's Universal Robots)”, do escritor tcheco Karel Čapek, em 1921 (Matarić, 2014). Em “R.U.R.”, Čapek explora as implicações sociais e morais da criação de seres artificiais, chamados robôs, para realizar trabalhos humanos, difundindo, portanto, o entendimento de robôs como máquinas capazes de realizar tarefas humanas. Com o passar do tempo e o avanço das tecnologias, o conceito de robô evoluiu, sendo atualmente compreendido como “um sistema autônomo que existe no mundo

físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos” (Matarić, 2014, p. 19).

Essa área foi introduzida no contexto educacional por volta da década de 1960 por Seymour Papert, um renomado pesquisador e professor que defendia o uso do computador nas salas de aula e apostava na aprendizagem das crianças por meio da construção e programação. Ele desenvolveu a teoria do construcionismo, que enfatiza que as crianças aprendem melhor quando estão ativamente envolvidas na criação de objetos concretos e significativos, como programas de computador e robôs (Campos, 2011). Agindo de forma pioneira na interseção da educação com a tecnologia, Papert acreditava que essa abordagem poderia promover um aprendizado mais profundo e envolvente. Essas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento e a popularização do campo atualmente conhecido como Robótica Educacional. Segundo Gomes *et al.* (2010) a Robótica Educacional, pode ser entendida como:

[...] um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, em que o aprendiz tem acesso a computadores e softwares, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores, rodas e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. Além de envolver conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô, são utilizados recursos pedagógicos para que se estabeleça um ambiente de trabalho escolar agradável. (Gomes *et al.*, 2010, p. 206).

Nesse sentido, a Robótica como componente educacional, visa desenvolver no aluno um conhecimento significativo por meio da prática, autonomia e criatividade. A integração de recursos tecnológicos com conhecimentos de informática, programação, eletrônica e mecânica na educação permite que os estudantes não só compreendam os fundamentos teóricos, mas também apliquem esses conceitos de maneira prática na construção de conhecimentos escolares (Gomes *et al.*, 2010).

### 3. INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA

Investigar caracteriza um processo intimamente ligado à condição humana, presente em diversas situações do cotidiano e em diferentes ramos do conhecimento. Envolve desde atividades mais rigorosas, como a investigação de um cientista na busca pela compreensão de fenômenos naturais ou a exploração de objetos matemáticos em busca de regularidades por um matemático profissional, até ações mais simples, como a procura por informações ao fazer uma pesquisa na internet (Ponte, 2003). A investigação é, portanto, uma ação inerente à existência humana. Dentre as suas características podemos destacar a sistematização e rigor na busca por respostas, a procura por compreensão ou descoberta.

No contexto educacional, investigar não significa, necessariamente, lidar com problemas complexos, significa partir de questões que despertam o interesse e que buscamos compreender melhor. Nessa perspectiva, espera-se que o aluno adquira conhecimentos por meio de experimentações, realizando um estudo de maneira organizada (Ponte, 2003). Dessa forma, ensinar por investigação pode envolver estratégias que mobilizem a atitude do aprendiz, incentivando a participação ativa no processo de aprendizagem, em vez da passividade (Vieira, 2012). Concordamos que:

Investigar em Matemática assume características muito próprias, conduzindo rapidamente à formulação de conjecturas que se procuram testar e provar, se for o caso. As investigações Matemáticas envolvem, naturalmente, conceitos, procedimentos e representações Matemáticas, mas o que mais fortemente as caracteriza é este estilo de conjectura-teste-demonstração (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 10).

Se assemelha, portanto, com as atividades de um matemático profissional, mas não se resume a isso. Trata-se de um conceito amplo, que para Ponte, Brocardo e Oliveira (2003, p.13) “Investigar é procurar conhecer o que não se sabe”. Isso significa que investigar em Matemática nem sempre precisa assumir características tão sofisticadas quanto a criação, o teste e a prova de conjecturas como fazem os matemáticos. Deste modo, na abordagem proposta pelas Investigações Matemáticas, os alunos também podem atuar como investigadores. Colocando o aluno como sujeito ativo e protagonista de seu próprio aprendizado, a abordagem da Investigação Matemática alinha-se aos princípios de Freire (1996) e D'Ambrosio (1998), que defendem a importância da participação ativa do aluno na construção de conhecimento mais profundo e contextualizado, alinhado com suas experiências e realidades. Na perspectiva de que a sala de aula deve ser um espaço dialógico e de descoberta, onde os alunos não apenas absorvem informações, mas também as questionam, exploram e constroem suas próprias conjecturas e conhecimentos.

Como metodologia de ensino, as Investigações Matemáticas têm adquirido notoriedade nas últimas décadas e grande adesão de pesquisadores e profissionais da educação que buscam por metodologias ativas para o ensino da Matemática. Seu potencial consiste na possibilidade de proporcionar aos alunos um ambiente de envolvimento na busca, descoberta e compreensão de conceitos matemáticos, o que possibilita um diferente olhar para o ensino de Matemática do que o proposto na aplicação de exercícios e problemas (Ponte, 2003).

Consoante a essa concepção, Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 29) caracterizam aulas investigativas como “aquelas que mobilizam e desencadeiam, em sala de aula, tarefas e atividades abertas, exploratórias e não diretivas do pensamento do aluno e que apresentam múltiplas possibilidades de alternativa de tratamento e significação”. Em outras palavras, a investigação Matemática envolve a realização de tarefas que incentivam o pensamento dos alunos e apresentam várias possibilidades de abordagem e interpretação, sem um resultado previamente determinado. Nesse contexto, todo o processo é importante e faz parte da construção do conhecimento. O sucesso dessa abordagem depende, portanto, de fatores como a motivação dos alunos, o preparo do professor e a adequação da atividade ao público-alvo.

Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), o processo de investigação Matemática pode ser desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa, o professor é responsável por introduzir a atividade, seja de forma oral ou escrita. Essa etapa é essencial para motivar os alunos e despertar neles o espírito de investigação. Na segunda etapa, é realizada a investigação, de forma individual, em duplas, em pequenos grupos ou com toda a turma. É nessa fase que podem surgir conjecturas, através de observações ou manipulações, seguidas do registro dos resultados encontrados. Isso permite ao aluno se expressar de forma escrita e organizar seu raciocínio. Por fim, ocorrem as discussões e relatos da investigação. Nesse momento, os alunos têm a oportunidade de compartilhar os resultados, criando um ambiente de reflexão sobre a prática e possibilitando a construção dialógica do conhecimento matemático.

#### 4. FUNÇÕES: OBJETO MATEMÁTICO EM ESTUDO

O conteúdo de funções representa um dos pilares fundamentais da Matemática. Segundo Ponte (1990), seu conceito remonta a séculos de estudos e contribuições de diversos estudiosos, surgindo a partir da necessidade de compreender e descrever a relação entre grandezas variáveis, presente, principalmente, em estudos de fenômenos naturais.

Desde as primeiras tentativas de resolver problemas práticos na antiguidade até a formulação mais rigorosa do conceito de função no século XVII, por matemáticos como Isaac Newton (1642-1727) e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), as funções têm sido objeto de intensa pesquisa e aplicação dentro e fora da Matemática (Mattoso, 2017). Dentre suas possibilidades, destaca-se a concepção de modelos matemáticos, que permitem analisar desde fenômenos naturais até humanos e sociais. Esses modelos são ferramentas essenciais para o estudo, a previsão e o controle de comportamentos em diferentes áreas do conhecimento (Ponte, 1990).

Devido à sua ampla aplicabilidade e relevância histórica no desenvolvimento da própria Matemática, a compreensão do conteúdo de funções é muito importante na formação escolar, e essa importância é refletida nos currículos visto que:

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento. (Brasil, 1998, p. 255).

No contexto educacional brasileiro, as diretrizes estabelecidas pelas normas e leis que regem a Educação Básica destacam a importância do ensino de funções como parte integrante do currículo matemático. Durante os anos finais do Ensino Fundamental, algumas noções relacionadas ao conteúdo das funções já são abordadas, com a sistematização recomendada para o 9º ano.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2000) destacam a importância de contextualizar o ensino de funções, não apenas no que tange a Matemática, mas também em outras áreas do conhecimento, como Física, Geografia ou Economia. No entanto, a falta de integração curricular e a ênfase isolada no conceito de função acabam por limitar sua compreensão e aplicação prática.

A Base Nacional Comum Curricular orienta que os alunos nessa série compreendam as funções como relações unívocas entre duas variáveis, bem como suas representações numéricas, algébricas e gráficas, utilizando esse conceito para analisar situações que envolvem relações de dependência entre duas variáveis (Brasil, 2018).

Especificamente no estado de Minas Gerais, os Conteúdos Básicos Comuns recomendam que a inserção efetiva e aprofundada dos conteúdos de funções ocorra a partir do primeiro ano do Ensino Médio, pontuando que

O conceito de função é um dos temas centrais e unificadores da Matemática, podendo ser usado em diversas situações, mesmo não numéricas, por exemplo, na geometria, quando falamos em transformações geométricas. As funções elementares estudadas no Ensino Médio - afim, polinomial, exponencial e trigonométrica permitem a análise de fenômenos que envolvam proporcionalidade, crescimento, decaimento e periodicidade, que são bastante comuns no cotidiano. (Minas Gerais, 2007, p. 36).

No decorrer dos três anos do Ensino Médio, espera-se que os alunos aprofundem e generalizem os conhecimentos relacionados às funções. O estudo de funções polinomiais, exponenciais, trigonométricas e logarítmicas permite desenvolver habilidades que contribuem para uma formação mais abrangente. Isso inclui competências que possibilitam aos alunos utilizar estratégias, conceitos e técnicas matemáticas para analisar, criar modelos e resolver problemas em diversos contextos, incluindo atividades cotidianas, questões de Ciências da Natureza e Humanas, além de questões socioeconômicas e tecnológicas (Brasil, 2018).

A fim de alcançar essas competências, essa trajetória de aprofundamento frequentemente começa com o estudo de um caso particular, as funções polinomiais de grau um também conhecidas como Funções Afim. Essas funções desempenham um papel essencial no currículo matemático devido à sua aplicabilidade e possibilitam que os alunos estabeleçam uma base para a compreensão de funções posteriores (Silva, 2019).

E foi essa função escolhida para ser estudada no âmbito dessa pesquisa. A Função Afim, é conceituada como “qualquer função  $f$  de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$  dada por uma lei da forma  $f(x) = ax + b$ , onde  $a$  e  $b$  são números reais dados e  $a$  é diferente de zero.” (Iezzi, *et al.*, 1997, p.36). Ela também pode ser escrita da forma  $y = ax + b$ , em que  $y$  e  $x$  representam na equação as variáveis da função, sendo  $y$  a variável dependente dos valores de  $x$ . Assim, para cada valor de  $x$ , existe sempre um único valor correspondente de  $y$ . Na definição apresentada, o termo  $a$  representa o coeficiente angular, e está relacionado a inclinação da reta que representa geometricamente esse tipo de função. Quanto ao termo  $b$ , é denominado coeficiente linear, e corresponde a interseção entre o gráfico da função e o eixo  $y$  do Plano Cartesiano.

Devido ao objetivo da pesquisa, nas atividades que realizamos, optamos por não trazer definições robustas e detalhadas da função afim. Baseamos a construção do conceito científico dessa função na perspectiva intuitiva de relação e dependência entre variáveis, buscando facilitar a aplicação e compreensão para os estudantes nesse primeiro contato com o conteúdo.

## 5. PERCURSO METODOLÓGICO

Os pressupostos de pesquisa qualitativa serviram para nortear esta pesquisa que tem por objetivo *analisar as implicações da Robótica Educacional, por meio de atividades investigativas, na aprendizagem de funções no Ensino Médio*. Deste modo, focamos na compreensão dos assuntos em relação à problemática desta pesquisa, o que não poderia ser realizado se fosse voltada pela representatividade numérica dos dados.

A pesquisa qualitativa foi escolhida por sua capacidade de proporcionar uma compreensão profunda dos fenômenos, ao invés de se limitar à representatividade numérica dos dados. Conforme Minayo (1994, p. 21-22):

A pesquisa qualitativa responde a questões muito peculiares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Portanto, a pesquisa qualitativa enfatiza a compreensão detalhada de fenômenos sociais, culturais e educacionais em seus contextos específicos. Diferente da pesquisa quantitativa, que foca na quantificação dos dados, a abordagem qualitativa explora as nuances das experiências humanas (Minayo, 1994). Utilizando métodos como observações, entrevistas e análises de documentos, essa abordagem permite um entendimento aprofundado dos fenômenos estudados. Ademais, a flexibilidade do design da pesquisa qualitativa é fundamental para que novas ideias surjam durante o processo de investigação, enriquecendo a compreensão sobre os significados, motivos, aspirações e atitudes presentes nos contextos estudados.

Para analisar as implicações da Robótica no aprendizado de funções, foram elaboradas atividades investigativas explorando a interdependência entre duas variáveis (apêndice 1). Além disso, foi produzido o plano de aula, com o intuito de organizar e estruturar a realização das atividades a serem abordadas, contribuindo para que os objetivos de ensino fossem alcançados de maneira eficiente (apêndice 2).

A atividade consistiu em controlar a intensidade dos LEDs com base na distância calculada por um sensor ultrassônico, abordando conceitos fundamentais de Robótica e permitindo criar um modelo matemático dessa relação por meio de uma função afim. Para isso, foi necessário introduzir os conceitos fundamentais de Robótica e Robótica Educacional, o que culminou na divisão da atividade em dois momentos principais, denominados Encontro 1 e Encontro 2, realizados, respectivamente, nos dias 7 e 9 de maio de 2024.

No Encontro 1, foram introduzidas as noções fundamentais e realizadas as atividades iniciais de Robótica. Já no Encontro 2, foram desenvolvidas as questões que compõem a atividade focada no estudo da função afim. Essa divisão tem como propósito facilitar tanto a organização e a análise dos dados quanto a compreensão por parte dos leitores, considerando que esses encontros são complementares e profundamente interligados, sendo ambos indispensáveis para o processo de aprendizagem dos alunos. Posteriormente, os dados foram analisados à luz dos pressupostos teóricos das Investigações Matemáticas, empregando uma abordagem qualitativa.

A pesquisa foi realizada com alunos da Educação Básica, mais especificamente, alunos do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Mariano da Rocha, localizada na cidade de Teixeiras-MG. A escolha por esses alunos foi pertinente devido à orientação dos Conteúdos Básicos Comuns de Minas Gerais para inserção do conteúdo de funções nesta série. Quanto à escolha da escola, justifica-se pelo fato de já ter tido contato prévio com a mesma enquanto bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) no período de novembro de 2022 a agosto de 2023.

Os encontros ocorreram no contraturno, no laboratório de informática da escola, cada um com duração de duas horas. Vale ressaltar que o laboratório de informática da escola possui boa estrutura, com aproximadamente 20 computadores com conectividade a internet e recursos de data show, estrutura que facilitou o desenvolvimento das atividades.

Sobre os sujeitos envolvidos na pesquisa, os alunos que estudam nas três turmas de primeiro ano da escola foram convidados, mas somente cinco alunos participaram efetivamente dos dois dias de encontro. É importante ressaltar que, os alunos foram convidados a participar da pesquisa, e o convite foi feito pela professora de Matemática da escola, Grazielle Souza Páscoa Gomes, estando ela também presente e colaborando na realização das atividades nos dois dias de encontro.

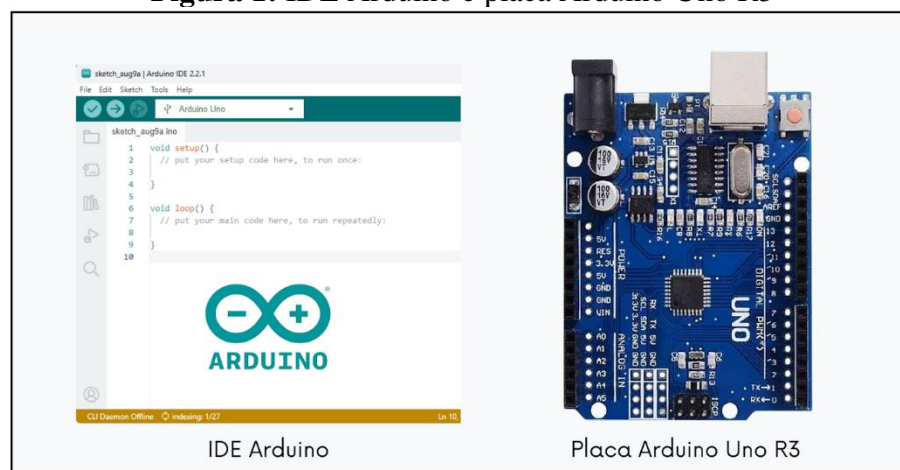
As atividades foram conduzidas com a colaboração da orientadora desta pesquisa, a professora Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria e da aluna de iniciação científica do curso de Licenciatura em Matemática Gabrielly Cristina de Souza Ferreira, e do colaborador voluntário, também aluno do curso de Licenciatura em Matemática, Erick Gabriel Caiafa Gonçalves. As atividades elaboradas para esta pesquisa contaram com o apoio dos membros do NERO - Núcleo de Especialização em Robótica da Universidade Federal de Viçosa - MG, coordenado pelo professor Dr. Alexandre Santos Brandão. O NERO é uma iniciativa dedicada à formação de profissionais especializados nas áreas de controle, automação, eletrônica e

informática, componentes essenciais da Robótica. Criado em 2010, o grupo desenvolve pesquisas e projetos em diversas áreas de aplicação da Robótica, incluindo a educação.

É pertinente relatar que antes da coleta de dados, esta pesquisa recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CAAE 75828523.3.0000.5153). Todos os participantes da pesquisa eram menores de 18 anos, por isso, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) foi entregue, lido e aceito pelos alunos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue e assinado pelos seus responsáveis. Com essas aprovações, foi autorizada a divulgação científica dos dados da pesquisa.

Para o desenvolvimento das atividades, utilizamos o kit de Robótica para Arduino disponível na escola. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica composta por uma placa (hardware) e um ambiente de programação (software), que permite a execução de diversas operações eletrônicas, como o controle de LEDs, motores e sensores. Nesta atividade, utilizamos a placa Arduino Uno R3, que conta com um microcontrolador responsável por executar programas e gerenciar entradas e saídas, estabelecendo a conexão entre o mundo físico e o digital. O ambiente de programação utilizado, o Arduino IDE (Integrated Development Environment), é um software de código aberto baseado na linguagem de programação C ++. A combinação de hardware e software torna o Arduino uma ferramenta acessível e eficaz para a prototipagem e desenvolvimento de projetos eletrônicos (figura 1)

**Figura 1:** IDE Arduino e placa Arduino Uno R3



Fonte: Elaborada pela autora

O kit inclui uma variedade de componentes eletrônicos, mecânicos e de software que viabilizam a construção de protótipos eletrônicos. Tipicamente, ele possui peças como placas de circuito, motores, sensores, cabos e ferramentas, juntamente com um microcontrolador e

software específico para programação. Além da placa Arduino, para as atividades foram utilizados os componentes eletrônicos descritos na tabela 1.

**Tabela 1:** Componentes do kit de Robótica utilizados nas atividades

COMPONENTES	FUNCIONALIDADE
Protoboard (placa mini) 	Placa de prototipagem que permite a conexão dos componentes de forma simples, sem necessidade de soldas.
Sensor Ultrassônico (HC-SR04) 	Sensor que mede a distância que um objeto se encontra dele por meio da emissão de ondas.
LED difuso 	Diodo emissor de luz – conhecido como LED, é responsável pela iluminação ou indicação visual de ambientes ou dispositivos.
Resistor (10K 1/4W) 	Componentes eletrônicos que limitam a corrente elétrica nos circuitos.
Jumpers (macho-macho) 	Fios utilizados para realizar a conexão entre os componentes elétricos.
CABO USB A-B 	Cabo que permite a conexão entre o computador e a placa Arduino, além de fornecer energia para o funcionamento da placa.

**Fonte:** Elaborada pela própria autora

Para a realização das atividades, utilizamos ainda o aplicativo Web gratuito TinkerCad, uma plataforma online de design e modelagem 3D, desenvolvida pela Autodesk, utilizada para realizar simulações de projetos eletrônicos. Essa plataforma permite criar circuitos e executar simulações antes da montagem física dos protótipos, possibilitando a correção de possíveis erros de conectividade entre componentes eletrônicos, além da visualização e exploração dos códigos de programação. Ademais, a plataforma conta com uma ferramenta de criação de salas de aula, permitindo ao professor um ambiente de compartilhamento rápido dos projetos com a turma, tendo acesso também às atividades desenvolvidas pelos seus alunos. É importante ressaltar, que o ambiente de simulação TinkerCad e o software de programação IDE Arduino, foram anteriormente baixados e testados nos computadores do laboratório de informática, otimizando assim o início das atividades.

Por fim, esclarecemos que, para registro desta pesquisa, foram utilizadas folhas de atividades respondidas pelos alunos, fotografias e um caderno de campo. Buscando a interpretação abrangente das contribuições da Robótica, consideramos todos os dados descritivos, o ambiente e os alunos como elementos importantes a serem observados e analisados, não individualmente, mas de modo coletivo. Ao trazer os registros dos alunos participantes, optamos por não divulgar seus nomes, a fim de resguardar suas identidades. Além disso, escolhemos analisar apenas duas respostas por item, podendo analisar respostas de um mesmo aluno em questões diferentes, triangulando-os com autores referência nas áreas de estudo.

## **6. ANÁLISE DE DADOS**

A observação, empregada como instrumento para a produção de dados, permitiu compreender a dinâmica das interações, o engajamento dos alunos e o impacto das atividades propostas. Além dessas observações, nesta seção também foram analisados os registros realizados pelos próprios alunos nas folhas de atividade, os dados salvos na plataforma TinkerCad e as fotos tiradas ao longo do desenvolvimento das atividades. Esses registros visuais e escritos ofereceram uma visão complementar sobre como os alunos interagiram com o conteúdo e entre si, possibilitando uma compreensão das implicações da Robótica para o aprendizado dos alunos no conteúdo de função.

### **6.1 Primeiro Encontro**

Inicialmente, realizou-se uma conversa introdutória com os alunos, na qual foram apresentados a pesquisadora e os colaboradores da pesquisa. Utilizando slides como recurso auxiliar (apêndice 3), os alunos foram familiarizados com os conceitos básicos de robô, Robótica e Robótica Educacional. Em seguida, foram apresentados os materiais do kit de Robótica, o TinkerCad e a IDE Arduino, juntamente com a explicação de suas funcionalidades. Esse momento inicial ocorreu de forma breve, expositiva e explicativa, e percebemos que os alunos demonstraram grande interesse e expectativa para iniciar as atividades de Robótica. Um dos conteúdos que despertou particular interesse entre os alunos tornando-os mais participativos na discussão, foi o funcionamento do sensor ultrassônico, cuja operação se assemelha à ecolocalização utilizada por animais como golfinhos e morcegos. Esses animais emitem ondas sonoras para identificar obstáculos, como presas ou predadores, fato que alguns alunos já conheciam.

A participação nessa conversa inicial demonstrou que, quando o conteúdo se conecta com o conhecimento prévio ou interesse dos alunos, o engajamento é significativamente aumentado. De acordo com Dewey (1959), a disposição para seguir aprendendo é a atitude mais valiosa que se pode desenvolver. Assim, o autor destaca a importância de cultivar a curiosidade e o compromisso com o aprendizado contínuo, sugerindo que a disposição para aprender constantemente é uma das atitudes mais valiosas que alguém pode desenvolver, pois o conhecimento e as habilidades estão em constante evolução, e a capacidade de continuar aprendendo permite que as pessoas se adaptem e cresçam ao longo da vida. Deste modo, o interesse não só estimula o desenvolvimento de práticas educacionais efetivas, mas também é fundamental para alcançar uma aprendizagem realmente significativa.

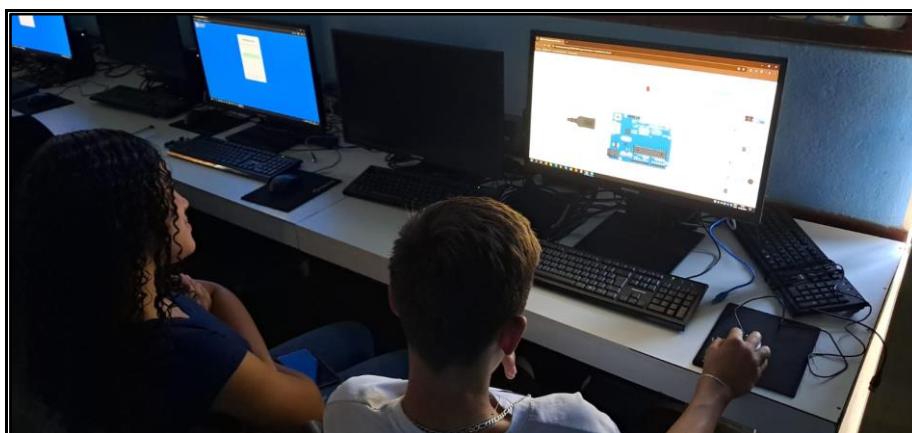
Após a introdução, os alunos iniciaram as atividades práticas. Por meio da ferramenta Classes do TinkerCad. Eles foram orientados a acessar a sala de aula virtual e a abrir a primeira simulação das atividades. Nomeada “Simulação 1” (quadro 1) essa atividade tinha por objetivo possibilitar que os alunos configurassem a programação em um circuito simples para piscar um LED (figura 2).

Quadro 1: Instruções para a primeira simulação presentes folha de atividades

<p style="text-align: center;"><b>SIMULAÇÃO 1: Acender e apagar um LED</b></p> <p>I. Conecte o LED na protoboard, com um terminal no pino digital do Arduino e o outro no GND usando resistor;</p> <p>II. O código define o pino escolhido como saída digital. Para acender o led define o pino escolhido como HIGH e LOW para apagar;</p> <p>III. Mude o tempo do delay para que o LED fique aceso ou apagado o tempo que desejar.</p>
---

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2: Alunos desenvolvendo a simulação 1 no TinkerCad

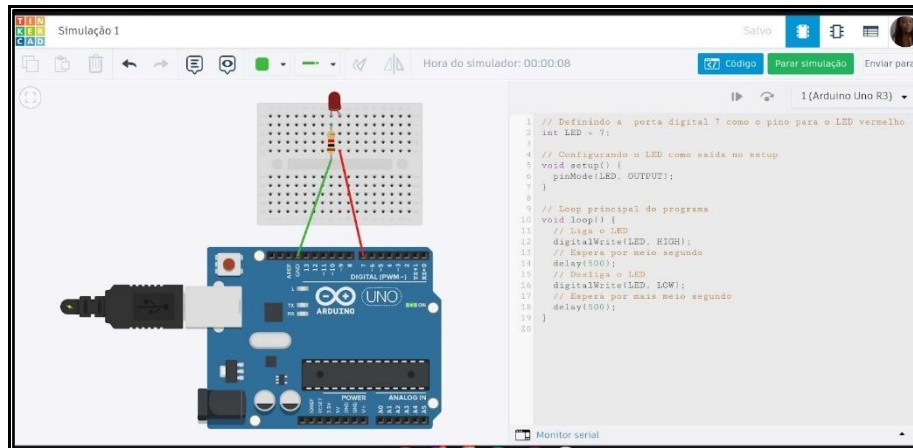


Fonte: Dados da Pesquisa

Ao acessar a atividade, os alunos foram apresentados a uma tela de simulação e a um código de programação pré-elaborado. Considerando que o objetivo principal não era desenvolver habilidades de programação, e que os alunos tinham pouca familiaridade com conteúdos de informática dessa natureza, decidiu-se não criar os códigos junto com eles. No entanto, foram explicadas as funções básicas de programação do Arduino, e a estrutura do código foi explorada para que eles pudessem compreender seu funcionamento.

Na tela inicial, os alunos puderam buscar e selecionar os materiais necessários para a atividade: resistor, LED, protoboard (placa mini) e a placa Arduino Uno R3 (figura 3). Para garantir o funcionamento correto do circuito, era fundamental que fizessem as conexões dos componentes de maneira adequada e realizassem as modificações necessárias no código, conforme as instruções.

Figura 3: Simulação 1 no TinkerCad



Fonte: Elaborada pela autora

Após a simulação realizada no TinkerCad, os alunos importaram a simulação, copiando o código de programação do TinkerCad para a tela do software IDE Arduino e, em seguida, reproduzindo conectando as peças do Kit Arduino. Para que o circuito funcionasse, era necessário conectar a placa Arduino ao computador por meio de um cabo USB A-B. Ainda na tela inicial da IDE, os alunos podiam revisar o código e, em seguida, enviá-lo ao microcontrolador, permitindo que o LED piscasse conforme a programação.

Durante essa atividade, os alunos demonstraram grande empenho e interesse pelos conteúdos de Robótica. Sendo o primeiro contato com esse tipo de tecnologia para a maioria, alguns enfrentaram dificuldades para realizar as conexões, mas essas foram prontamente resolvidas com a ajuda dos colaboradores da pesquisa e dos próprios colegas (figura 4).

Figura 4: Pesquisadora auxiliando os alunos na ligação dos componentes eletrônicos.



Fonte: Dados da Pesquisa

Todos os alunos realizaram a atividade conforme esperado, conseguindo fazer o LED piscar conforme planejado. Alguns, ainda, aventuraram-se a modificar o tempo em que o LED permanecia aceso e apagado, ajustando os valores em microssegundos, na função delay, no código de programação. Essas ações evidenciam a autonomia e o espírito investigativo dos alunos proporcionados pela Robótica. Esse fato corrobora com a argumentação de que a Robótica na escola possibilita a autonomia do aluno, permite que ele saia da carteira para atuar em atividades práticas e atuar como observador e inventor, “Ele passa a aprender através de seus próprios erros e acertos, sendo autônomo na construção do seu conhecimento, investigando, explorando, planejando e dando forma a suas ideias” (Almeida; Silva; Amaral, 2013, p. 181).

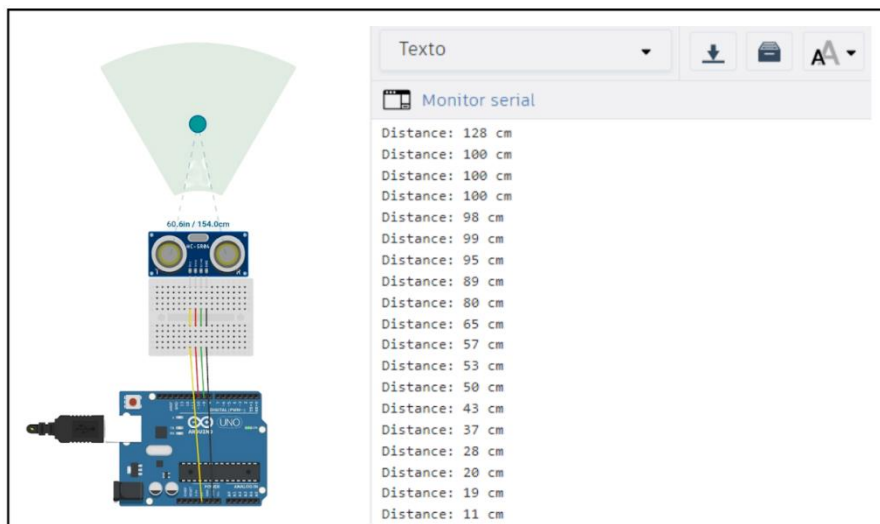
A segunda simulação (quadro 2), consistiu na experimentação e compreensão do funcionamento do sensor ultrassônico (figura 5). Repetindo os procedimentos da primeira atividade, os alunos executaram, inicialmente, a simulação no TinkerCad e em seguida de forma física. Para esta atividade eles utilizaram na simulação uma placa Arduino, uma protoboard, um sensor, os jumpers e o cabo USB para realizar a atividade de forma física. Para o funcionamento do sensor, os alunos deveriam conectar corretamente seus quatro pinos. Sendo os pinos Echo (fio verde) e Trigger (fio vermelho) conectados a portas digitais PWM, a potência do sensor VCC (fio amarelo) ligada ao 5V e o GND (fio preto) ao respectivo GND do Arduino.

Quadro 2: Instruções para a segunda simulação presentes folha de atividades

<b>SIMULAÇÃO 2:</b> Sensor Ultrassônico
I. Conecte o sensor ultrassônico à protoboard, com VCC a 5V, GND ao fio terra e os pinos Trigger e Echo a pinos digitais específicos no Arduino;
II. Posicione o protótipo de modo que não tenham objetos em frente ao sensor;
III. Conecte a placa Arduino ao computador utilizando um cabo de conexão USB;
IV. Ao executar o programa, coloque um objeto em frente ao sensor e varie sua distância inicial. Observe os valores dessa variação no <i>Monitor Serial</i> .

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 5: Simulação 2 - Funcionamento do sensor e distância no Monitor serial



Fonte: Elaborada pela autora

Diferentemente da atividade do LED, que envolvia o envio de sinais para o ambiente externo por meio da iluminação, a atividade com o sensor consistia em captar informações do ambiente e enviá-las para o computador. Ao aproximar e afastar objetos do sensor (tanto na simulação digital quanto no ambiente externo), os alunos puderam acompanhar, por meio do Monitor Serial<sup>1</sup>, a distância em centímetros do objeto em relação ao sensor, conforme mostrado na figura 5. Todos os alunos concluíram essa segunda atividade conforme esperado.

Dando continuidade, passamos a utilizar o sensor para medir distâncias. Essa etapa proporcionou aos estudantes um contato mais próximo com uma característica essencial dos robôs: a capacidade de sentir e coletar informações do ambiente (Matarić, 2014). Esse aspecto explorado por meio do sensor ultrassônico, juntamente com a prática de piscar o LED, possibilitou aproximar os alunos de princípios básicos da Robótica e despertar neles o interesse e desejo por mais atividades.

Para encerrar o primeiro encontro, os alunos foram questionados, oralmente, sobre a possibilidade de relacionar o funcionamento do LED ao do sensor. Alguns responderam afirmativamente, mas não souberam explicar como isso poderia ser feito. Outros sugeriram que conectar o sensor e o LED na mesma placa Arduino e copiar os dois códigos seria suficiente para que funcionassem juntos.

As respostas dos alunos demonstram que o questionamento proposto atingiu o objetivo de criar uma problemática a ser investigada, característica essencial de uma atividade investigativa. Como sugere Ponte (2003), uma aula investigativa precisa do convite do professor para explorar uma questão, despertando no estudante o interesse e o espírito investigativo, incentivando-o a formular hipóteses a serem testadas, e é essa a primeira de três etapas das investigações matemáticas. Além disso,

O sucesso de uma investigação depende também, tal como de qualquer outra proposta do professor, do ambiente de aprendizagem que se cria na sala de aula. É fundamental que o aluno se sinta à vontade e lhe seja dado tempo para colocar questões, pensar, explorar as suas ideias e exprimi-las, tanto ao professor como aos seus colegas. (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 28).

Essa parte foi, portanto, importante para que os alunos pudessem expressar suas ideias, promovendo um ambiente de aprendizagem em que se sentissem participantes ativos na construção do próprio conhecimento, afinal:

Nada mais entusiasmante que o professor lançar um desafio em que os alunos se vejam como os coautores de seu aprendizado. Que possam manipular os objetos e formas reais na obtenção das respostas para o que foi proposto resolver. E a Robótica é uma ferramenta sazonal para esse tipo de atividade. (Gomes *et al.*, 2010, p.215).

Esse espaço de troca de ideias não apenas reforça a valorização de suas contribuições, mas também os motiva a continuar engajados nas atividades seguintes.

## **6.2 Segundo Encontro**

O segundo encontro iniciou-se com a revisão das questões levantadas anteriormente, proporcionando suporte e direcionamento para o desenvolvimento das atividades subsequentes. Os alunos receberam a folha de atividades intitulada "Investigando Funções por meio da Robótica Educacional", que continha orientações específicas para a terceira atividade, destacadas no início do material impresso (quadro 3).

Esse planejamento visava fomentar a autonomia dos alunos, permitindo-lhes assumir a responsabilidade pela conexão dos componentes, ajustes no código de programação, e execução das simulações, tanto digitais quanto físicas. A abordagem promovia maior independência na realização da atividade e na resposta às questões propostas, como proposto nas atividades investigativas (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003).

**Quadro 3: Instruções para a terceira simulação presentes folha de atividades****SIMULAÇÃO 3:** Variando a Intensidade da Luz

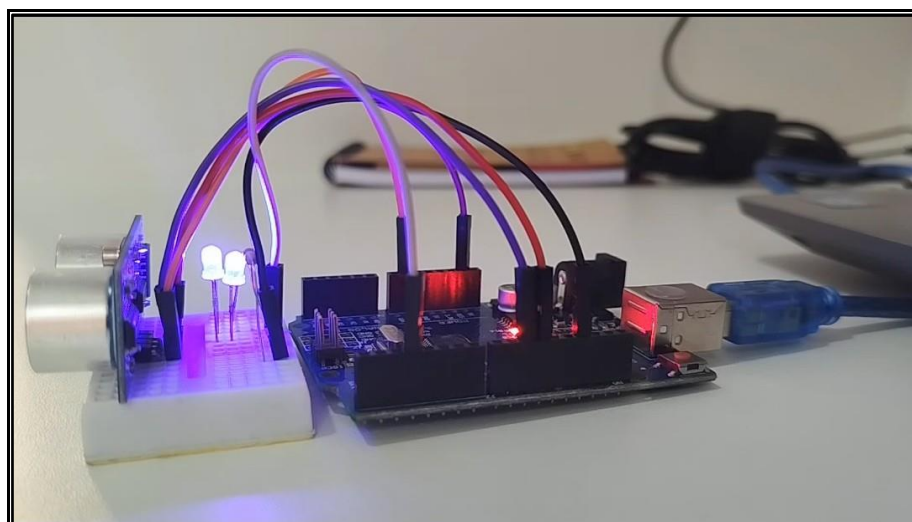
- I. Posicione o protótipo de modo que não tenham objetos em frente ao sensor em um raio de pelo menos um metro e meio (150cm);
- II. Conecte a placa Arduino ao computador utilizando um cabo de conexão USB;
- III. Ao executar o programa, coloque um objeto em frente ao sensor com uma distância de pelo menos 150cm. Vá diminuindo a distância e observe a mudança na intensidade da luz.
- IV. Abra o *Monitor Serial* na IDE Arduino e observe as mudanças nos valores da distância e respectiva intensidade que aparecem no monitor.
- V. Após rodar o programa, anote valores da distância e da respectiva intensidade que aparecem no monitor serial.

Fonte: Elaborado pela autora

A prática consistiu na integração das duas simulações realizadas no encontro anterior, relacionando a intensidade do LED à distância medida entre um obstáculo e o sensor. Para essa integração, um código foi desenvolvido, estabelecendo relação entre a distância e a intensidade do LED, de modo que para distâncias superiores a 100 cm, a intensidade do LED era mantida em zero (desligado) e a partir de 100 cm, à medida que a distância entre o obstáculo e o sensor diminuía, o LED acendia, com intensidade variando de 0 lm a 255 lm.

A explicação sobre o funcionamento do código de programação foi omitida neste encontro, visando incentivar os alunos a analisarem a relação entre as variáveis intensidade e distância por meio de seus conhecimentos matemáticos prévios. Seguindo as instruções fornecidas na folha de atividades, as conexões para o sensor e o LED anteriormente aprendidas, foram recriadas em um único circuito, como mostra a figura 8. Durante a execução prática, os alunos puderam observar visualmente as mudanças na intensidade do LED à medida que variavam a distância entre o objeto e o sensor.

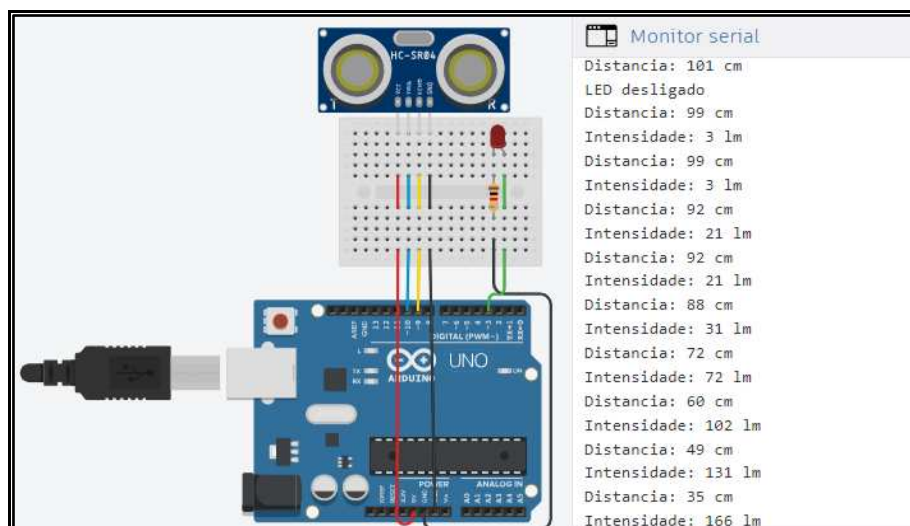
**Figura 8:** Simulação 3 - Circuito físico



Fonte: Elaborado pelo autor

Simultaneamente, o Monitor Serial exibia em tempo real os valores da distância (em cm) medidos pelo sensor, bem como a intensidade correspondente do LED (em lm) naquele instante (figura 9). Essas informações, juntamente com os conhecimentos prévios dos estudantes, possibilitaram a resolução das atividades. As nove questões propostas na atividade foram desenvolvidas com base nessa prática e abordaram conceitos relacionados ao conteúdo de função afim.

**Figura 9:** Dados obtidos no Monitor Serial



**Fonte:** Dados da pesquisa

Na primeira questão, os alunos foram questionados sobre a percepção de variações na intensidade da luz em resposta às mudanças na distância entre o obstáculo e o sensor (quadro 4). Essa questão buscava explorar a capacidade dos alunos de identificar e descrever a relação entre a distância do obstáculo e a intensidade da luz do LED, incentivando a observação e análise dos dados obtidos na simulação e na prática experimental.

**Quadro 4:** Questão 1 da atividade de funções

1) Você conseguiu perceber alguma mudança na intensidade da luz à medida que aproximava e afastava um objeto do sensor?

**Fonte:** Dados da pesquisa

Por meio da experimentação e da discussão com os colegas, os alunos concluíram que, à medida que a distância entre um objeto e o sensor diminuía, a intensidade da luz aumentava. Esta conclusão é exemplificada pelas respostas registradas na Figura 10, onde o primeiro aluno descreve o aumento da intensidade do LED à medida que o objeto se aproximava do sensor.

Além disso, na segunda resposta, outro aluno empregou argumentos numéricos para explicar sua observação, detalhando que, entre as distâncias de 3 a 70 cm, a intensidade do LED era superior a 50 lm, enquanto que para distâncias maiores que 80 cm, a intensidade caiu para

valores menores que 30 lm. Com abordagens distintas, os alunos demonstraram explicação clara das observações feitas e das hipóteses formuladas em relação à prática realizada.

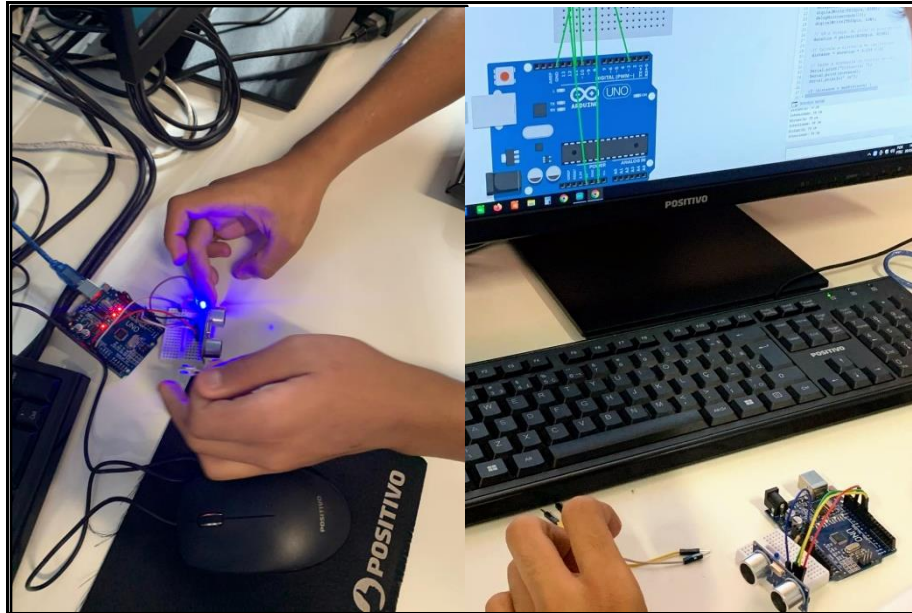
**Figura 10:** Respostas da questão 1 da atividade de função

<p><i>Sim, quanto mais perto um objeto chega do sensor maior é a intensidade de sua luz.</i></p>
<p><i>Sim, a partir dos 3-70 cm o led apresentou lm superior à 50, a partir dos 80 cm o led apresentou lm inferior à 30</i></p>
<p><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p>I. Sim, quanto mais perto um objeto chega do sensor, maior é a intensidade de sua luz.</p> <p>II. Sim, a partir dos 3 - 70 cm o LED apresentou lm superior a 50, a partir dos 80 cm o LED apresentou lm inferior a 30.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

A experiência prática de observar a relação entre a distância e a intensidade do LED em um experimento concreto despertou nos alunos um interesse por investigar mais profundamente (figura 11). Essa abordagem, viabilizada pela Robótica, cria um ambiente ideal para a introdução de conceitos mais abstratos, como o de função, de forma natural e envolvente. Ao passo que os alunos se comprometem com a tarefa, são despertadas novas habilidades e construídos novos conhecimentos, refletindo que o aprender fazendo se enraíza de forma muito mais profunda do que qualquer explicação verbal possa alcançar (Papert, 1980).

**Figura 11:** Alunos investigando o circuito físico



**Fonte:** Dados da pesquisa

Na segunda questão, foi solicitado aos alunos que completassem uma tabela, na qual deveriam registrar os valores correspondentes à distância medida pelo sensor e à intensidade marcada pelo LED naquele instante de tempo (quadro 5).

**Quadro 5:** Questão 2 da atividade de funções

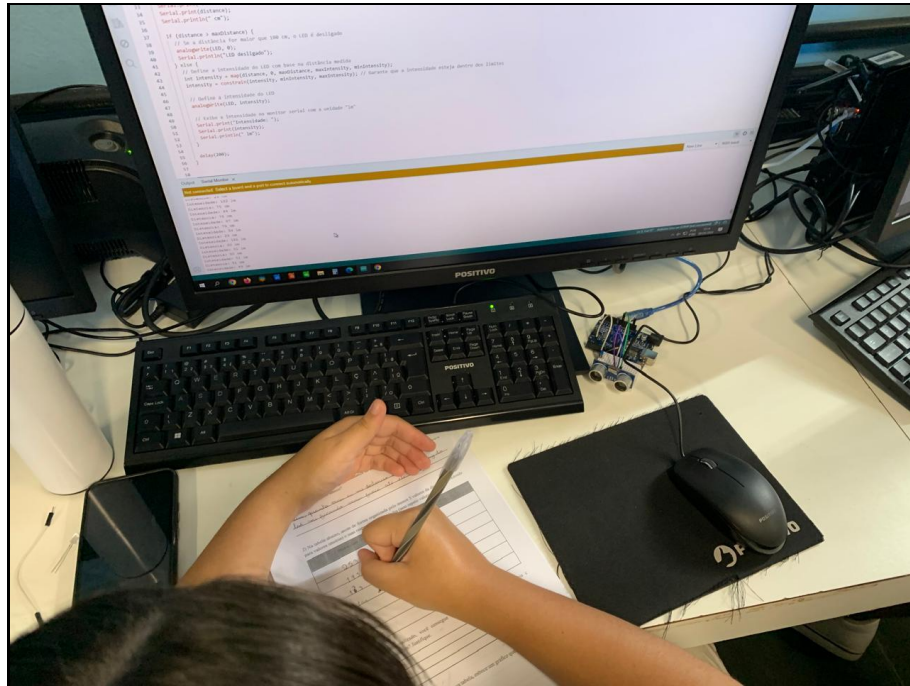
2) Na tabela abaixo, anote de forma organizada pelo menos 5 valores da distância (arredonde para valores inteiros) e suas respectivas intensidades (sem repetir valores).

Intensidade (lm)	Distância (cm)

**Fonte:** Dados da pesquisa

Para preencher a tabela, os alunos consultaram os valores exibidos no Monitor Serial da IDE Arduino enquanto aproximavam e afastavam um objeto do sensor (figura 12). A atividade tinha como objetivo levá-los a observar as mudanças nas variáveis intensidade e distância sob uma nova perspectiva, incentivando o desenvolvimento de uma visão crítica em relação aos conceitos matemáticos envolvidos.

**Figura 12:** Aluna consultando valores obtidos no Monitor Serial da IDE



**Fonte:** Dados da pesquisa

Adicionalmente, a atividade ofereceu a oportunidade de confrontar as considerações que haviam estabelecido na questão anterior, pois, por meio dos dados coletados, os alunos puderam observar que os valores da intensidade aumentavam à medida que os valores da distância diminuían (figura 13).

**Figura 13:** Respostas da questão 2 da atividade de função

253 km	1 em	36	86
243 km	5 em	23	89
230 km	10 em	46	91
217 km	15 em	54	49
204 km	20 em	64	75
128 km	50 em	38	93
0 km	100 em	0	100

**Fonte:** Dados da pesquisa

A possibilidade de comprovar ou refutar as hipóteses é uma característica fundamental das Investigações Matemáticas, e consiste na segunda de três etapas necessárias ao seu desenvolvimento. Como sugerem Ponte, Brocardo e Oliveira (2003, p. 36) “[...] a escrita dos resultados ajuda os alunos a clarificarem as suas ideias, nomeadamente a explicitar as suas conjecturas, e favorece o estabelecimento de consensos e de um entendimento comum quanto às suas realizações”.

Na questão 3, apesar de mais uma vez indagar sobre a relação entre a intensidade do LED e a distância do obstáculo, o objetivo implícito era que os alunos desenvolvessem conhecimentos intuitivamente sobre relação, identificando as variáveis envolvidas na situação, e compreendendo como a variação de uma delas impacta a outra. Assim, ao discutir a relação observada no experimento, buscava-se que os alunos estabelecessem conexões entre a prática realizada e noções Matemáticas fundamentais para a compreensão do conteúdo função, como a dependência entre duas variáveis (quadro 6).

**Quadro 6:** Questão 3 da atividade de função

3) No experimento realizado, você consegue identificar como as variáveis distância e intensidade se relacionam? Justifique.

**Fonte:** Dados da pesquisa

As respostas obtidas nesta questão, presentes na Figura 14, revelam o surgimento de noções intuitivas sobre o conceito de função por parte dos alunos. A primeira resposta destacada afirma que, enquanto uma variável aumenta, a outra diminui, sugerindo uma compreensão inicial da relação funcional entre as variáveis. Além disso, o aluno acrescenta que ‘o mesmo acontece se observarmos a outra variável’, resposta que sugere a percepção de dependência mútua entre as variáveis, onde a alteração em uma variável resulta em uma mudança correspondente na outra. Esse tipo de raciocínio é fundamental para o entendimento de funções, pois embasa a ideia de uma função como uma relação entre duas grandezas.

**Figura 14** Respostas da questão 3 da atividade de função

<p><i>Sim enquanto uma variável aumenta a outra diminui e mesmo acontece se <del>com observamos a outra variável</del></i></p>
<p><i>Sim, a intensidade do LED varia dependendo da distância que se encontra o objeto a sua frente. Ex: quanto mais perto o objeto estiver, mais alta será a intensidade da luz do LED.</i></p>
<p><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p>I. Sim, enquanto uma variável aumenta a outra diminui, o mesmo acontece se observar a outra variável.</p> <p>II. Sim, a intensidade do LED varia dependendo da distância que se encontra o objeto a sua frente. Ex.: Quanto mais perto o objeto estiver, mais alta será a intensidade da luz do LED.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Ainda na Figura 14, na segunda resposta, o aluno demonstra uma compreensão explícita do conceito de variável dependente. Ele reconhece corretamente que a intensidade do LED varia

em função dos valores da distância, identificando a intensidade como a variável dependente e a distância medida pelo sensor como a variável independente. A assertividade dessa resposta reflete uma compreensão inicial dos conceitos fundamentais de função, alinhando-se à ideia de que

[...] problemas de aplicação não devem ser deixados para o final desse estudo, mas devem ser motivo e contextos para o aluno aprender funções. A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas. (BRASIL, 2000, p. 121).

Portanto, a análise das respostas dos alunos não apenas confirma a eficácia de um ensino contextualizado, mas também reforça a importância de integrar práticas significativas ao aprendizado de funções.

Dando continuidade, na questão 4 os alunos foram orientados a construir um gráfico utilizando os dados registrados na tabela da questão 2 (quadro 7). Integrando-se ao processo investigativo, eles realizaram a atividade de maneira autônoma, incentivando a troca de ideias e promovendo a colaboração entre si. Durante todo o processo, a pesquisadora esteve disponível para esclarecer dúvidas e orientar, mediando as ações com o objetivo de minimizar sua influência direta sobre a prática dos estudantes, permitindo-lhes explorar e descobrir conceitos por conta própria.

#### **Quadro 7:** Questão 4 da atividade de função

4) Utilizando os dados anotados em sua tabela, esboce um gráfico que represente a relação entre essas variáveis.

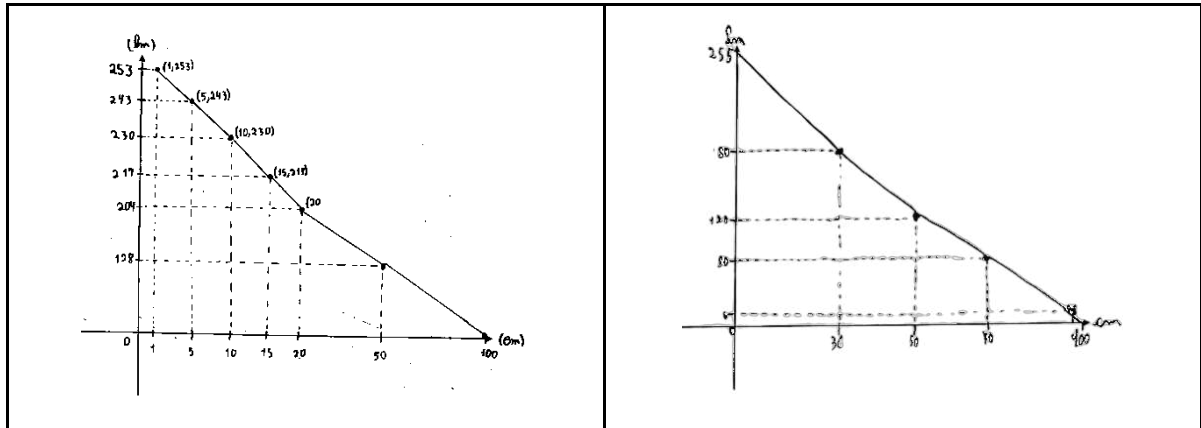
**Fonte:** Dados da pesquisa

Como na segunda questão da atividade (quadro 5) foi solicitado que os alunos anotassem valores inteiros para a distância, e ambas as variáveis, intensidade e distância, só assumem valores positivos, as grandezas consideradas pertencem ao conjunto dos números naturais. Isso implica que o gráfico que representa a função seja discreto, composto por um conjunto de pares ordenados no plano cartesiano.

Nas respostas apresentadas pelos alunos é evidente que eles possuíam conhecimentos prévios sobre a representação de pontos no plano cartesiano (figura 15). Embora a construção de escalas não tenha sido realizada com rigor matemático em alguns casos, a maioria dos alunos demonstrou habilidades de representação gráfica. Observa-se que, mesmo que de maneira parcial, os alunos aplicaram as habilidades previstas pela BNCC para essa etapa de escolaridade, que incluem “Reconhecer as diferentes representações de uma função polinomial

do 1º e do 2º graus e utilizar essas representações na resolução de problemas, incluindo a construção e interpretação de gráficos.” (Brasil, 2018, p.536).

**Figura 15:** Respostas da questão 4 da atividade de função



**Fonte:** Dados da pesquisa

Na questão 5, apresentada no quadro 8, os alunos foram convidados a refletir sobre o comportamento do gráfico obtido na quarta questão da atividade, descrevendo suas observações sobre a forma do gráfico e identificando possíveis funções Matemáticas que pudessem apresentar um padrão gráfico semelhante. A pergunta instigava os alunos a analisar se o gráfico desenhado poderia ser associado a uma função específica, considerando a relação entre as variáveis envolvidas.

**Quadro 8:** Questão 5 da atividade de função

5) O que você observa ao analisar o comportamento deste gráfico? É possível identificar uma função que apresente um gráfico semelhante ao que você acabou de desenhar? Se sim, qual função você relaciona com esse padrão gráfico?

**Fonte:** Dados da pesquisa

Como resultado, alguns alunos descreveram suas percepções sobre o comportamento do gráfico e foram capazes de identificar o tipo de função correspondente a esse padrão gráfico (figura 16). Outros, no entanto, se limitaram a descrever a percepção visual obtida, evidenciando as diferenças nos conhecimentos prévios entre os alunos. Na primeira resposta, por exemplo, um aluno utilizou uma analogia com uma montanha-russa para descrever o comportamento de decrescimento da reta que representa a função trabalhada. Além disso, ele identificou corretamente esse comportamento como característico de uma função do primeiro grau. Dessa forma, o aluno demonstrou a habilidade prevista na questão anterior, ao reconhecer e interpretar a função trabalhada, conforme indicado na BNCC (Brasil, 2018).

Na segunda resposta exemplificada no Figura 16, o aluno descreveu o comportamento da função como uma linha reta na diagonal. Embora não tenha identificado explicitamente o tipo de função que o gráfico representa, sua descrição está correta, pois o gráfico de uma função

afim, conforme abordado nesta atividade, é de fato uma linha reta e, no caso, com uma inclinação que remete a uma diagonal de um polígono.

**Figura 16:** Respostas da questão 5 da atividade de função

<p><i>Quando a distância aumenta. O gráfico é apresentado em uma reta em descida com a forma semelhante a uma montanha-russa. Ele também tem semelhança com uma função de 1º grau.</i></p>
<p><i>Uma linha reta na diagonal.</i></p>
<p align="center"><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p><b>I.</b> O gráfico é apresentado em uma reta em descida com a forma semelhante a uma montanha russa. Ele também tem semelhança com uma função de 1º grau;</p> <p><b>II.</b> Uma linha reta na diagonal.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Finalizando a etapa de desenvolvimento da investigação, a questão 6 da atividade de funções, questionou os alunos sobre a possibilidade de obter novos valores para distância e intensidade com base nos dados já registrados. O principal objetivo desta pergunta era analisar como os estudantes utilizavam o padrão observado durante a atividade experimental para determinar novos valores. A questão buscava avaliar se eles adotariam uma abordagem intuitiva ou se conseguiriam transitar do conhecimento concreto para o abstrato, sugerindo soluções algébricas (quadro 9).

**Quadro 9:** Questão 6 da atividade de função

6) Considerando os valores para distância e intensidade registrados na tabela, discuta: Seria possível obter mais valores para as variáveis distância e intensidade sem repetir o processo com o sensor e o led? Se sim, como?

**Fonte:** Dados da pesquisa

Nesta atividade, a maioria dos alunos tiveram dificuldade em expressar como os valores poderiam ser obtidos. Conforme ilustrado na primeira resposta da figura 17, alguns explicaram que seria possível obter novos valores para a intensidade a partir das distâncias registradas, sem explicitar de forma clara como esse processo poderia ser realizado. Muitos alunos enfrentaram dificuldades ao expressar como poderiam obter novos valores para a intensidade e distância sem repetir o procedimento experimental. Alguns alunos mencionaram que seria possível determinar novos valores para a intensidade a partir das distâncias já anotadas, mas não forneceram uma explicação clara sobre o processo para alcançar esses valores. Essa dificuldade em explicar o raciocínio pode ser atribuída à falta de conhecimento prévio dos alunos sobre funções, levando-os a justificar os procedimentos de forma intuitiva. No entanto, esse

conhecimento não deve ser subestimado, pois o aprendizado intuitivo através de experiências práticas tende a ser significativo e duradouro (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003).

Já a resposta do segundo aluno sugere que ele conseguiu integrar seus conhecimentos sobre funções com o que foi proposto na questão. Ele indicou que, por meio da lei da função, é possível determinar os valores desejados. Isso é correto, pois uma função é definida pela relação entre as variáveis, permitindo atribuir valores à variável independente e, conseqüentemente, possibilitando calcular os valores correspondentes da variável dependente.

**Figura 17:** Respostas da questão 6 da atividade de função

<i>Sim, calculando o quanto o lm varia de acordo com a distância registrada</i>
<i>Sim, através da lei da função</i>
<b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b>
I. Sim, calculando o quanto o lm varia de acordo com a distância registrada.
II. Sim através da lei da função.

**Fonte:** Dados da pesquisa

A terceira e última etapa da investigação Matemática, caracteriza o momento de discussão e divulgação dos resultados, contando também uma sistematização acerca da investigação realizada (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003). Como muitos alunos não possuíam conhecimento a respeito do conceito de funções, antes de iniciar essa etapa da aula investigativa, a pesquisadora aproveitou o momento em que os alunos se mostravam interessados e motivados, para introduzir a definição de função afim e explicar como obter sua lei. Após a explicação, os alunos foram incentivados a expressar esse conhecimento, determinando a lei da função que descreve a relação entre as variáveis distância e intensidade (quadro 10).

**Quadro 10:** Questão 7 da atividade de função

<p>7) Utilizando os dados da tabela, investigue uma lei de formação que descreva a relação entre a distância medida pelo sensor e a intensidade da luz do led por meio de uma função afim.</p> <p>Definição:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Chama-se função afim, a qualquer função <math>f</math> de <math> \mathbb{R}</math> em <math> \mathbb{R}</math> dada por uma lei da forma <math>f(x) = ax + b</math>, onde <math>a</math> e <math>b</math> são números reais dados e <math>a</math> é diferente de zero.”</i></p> <p style="text-align: center;"><i>(Lezaj, et al., 1997, p.36).</i></p>
---

**Fonte:** Dados da pesquisa

Como resultado, alguns alunos conseguiram sistematizar o conhecimento, desenvolvendo a expressão que representa a função trabalhada, enquanto outros optaram por explicar como a lei poderia ser obtida (figura 18).

**Figura 18:** Respostas da questão 7 da atividade de função

$\begin{cases} f(x) = a \cdot x + b \\ x = a \cdot x + b \\ 255 = a + b \\ a + b = 255 \\ 6a + b = 302 \quad (-1) \end{cases}$ $\begin{aligned} 0, 255 \\ 255 = 2,55a + b \\ 0 \\ 255 = b \\ a = 255 - 255 = b \\ y = -2,55x + 255 \end{aligned}$	<p>A partir de dois valores do gráfico (intensidade e distância) calculamos para chegarmos a lei de formação.</p>
<p><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p><b>I.</b> Resposta final obtida: <math>y = -2,55x + 255</math></p> <p><b>II.</b> A partir de dois valores do gráfico (intensidade e distância), calculamos para chegarmos na lei de formação.</p>	

**Fonte:** Dados da pesquisa

A diversidade nas respostas dos alunos demonstra diferentes níveis de compreensão e aplicação dos conceitos de funções. Aqueles que conseguiram desenvolver corretamente a expressão que representa a lei da função, como observado na primeira resposta da figura 18, ao obter a expressão  $y = -2,55x + 255$ , sugerem que assimilaram os conhecimentos algébricos apresentados pela pesquisadora. Essa assimilação permitiu a sistematização da relação entre as grandezas

Por outro lado, as respostas que explicavam que a fórmula poderia ser obtida a partir de dois pontos do gráfico, como mostrado na segunda resposta da Figura 18, sugerem uma compreensão mais intuitiva e visual do conceito. Embora não tenham exposto diretamente a lei, essa abordagem ainda é relevante, pois aponta que o aluno identificou corretamente o processo para a construção de uma função de primeiro grau. A ausência da lei de formação explícita pode estar relacionada à maior dificuldade dos alunos em lidar com a parte algébrica das funções. Esse desafio é evidenciado por Ponte (1990), ao apontar que muitos alunos chegam ao final do Ensino Médio com grandes dificuldades no raciocínio abstrato, tornando tarefas como lidar com expressões algébricas e até mesmo com o plano cartesiano extremamente difíceis para eles. Dando continuidade, os alunos iniciaram a resolução e discussão das questões 8 e 9, conforme apresentadas no quadro 11.

**Quadro 11:** Questões 8 e 9 da atividade de função

- 8) Existem diferentes tipos de sensores, como os de distância, de presença humana, de temperatura, de som, entre outros. Você conhece alguma situação do dia a dia em que sensores são utilizados? Se sim, como? Qual a importância dos sensores no cotidiano das pessoas e nas diversas áreas da tecnologia?
- 9) Você considera que a Robótica estudada por meio das experiências com sensores e leds contribuíram para o seu entendimento sobre função afim?

**Fonte:** Dados da pesquisa

Na questão 8, os alunos foram questionados a respeito da importância de um sensor e se conheciam outros tipos além do sensor de distância. As respostas trouxeram exemplos como termômetros, sensores de presença humana, entre outros (figura 19). A formulação desse questionamento proporcionou discussões além dos conceitos matemáticos, relacionando o dispositivo eletrônico utilizado na atividade a outras perspectivas e aplicações práticas.

**Figura 19:** Respostas da questão 8 da atividade de função

<p><i>Dispositivos são utilizados como meio de proteção de invasores, já que assim que o movimento de alguém que não deveria estar lá ele é acionado.</i></p>
<p><i>Sim, termômetro que é necessário para medir a temperatura de diversos ambientes, até do corpo humano, no caso do termômetro é necessário para medir a temperatura por ex: alguém que tenha febre.</i></p>
<p><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p><b>I.</b> Sim, são utilizados como meio de proteger de invasores, já que assim que o movimento de alguém que não deveria estar lá ele é acionado.</p> <p><b>II.</b> Sim, termômetro que é necessário para medir a temperatura de diversos ambientes, até do corpo humano. No caso do termômetro, é necessário para medir a temperatura, por exemplo, caso alguém tenha febre.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Essas considerações foram essenciais na investigação, pois a educação não deve se limitar aos conteúdos escolares tradicionais, ela também deve promover o desenvolvimento de habilidades que preparem os alunos para enfrentar desafios reais de forma crítica e inovadora. A Robótica Educacional, nesse contexto, é uma ferramenta que possibilita a integração de diferentes áreas do conhecimento, incentivando o pensamento criativo e o desenvolvimento de soluções tecnológicas que vão além da sala de aula. Acreditamos que:

Essa é uma das formas pelas quais as tecnologias desafiam a educação e a desestabilizam, pois oferecem a oportunidade de uma prática que potencialmente pode ser melhor que a praticada, considerando a sociedade em que vivemos. (Maltempi, 2008, p. 60).

Na última questão da atividade, quando questionados se o uso da Robótica, através de experimentos com LEDs e sensores, contribuiu para o entendimento da função afim, os alunos responderam positivamente (questão 9 apresentada no quadro 11).

A primeira resposta revela que o aluno sentiu que a experiência lhe proporcionou novos conhecimentos. Já na segunda resposta, o aluno afirma que a atividade foi fundamental para

sua compreensão sobre a função afim, indicando que a abordagem prática facilitou a assimilação dos conceitos teóricos (figura 20).

**Figura 20:** Respostas da questão 9 da atividade de função

<p><i>sim, pois eu entendi e aprendi coisas das quais eu não conhecia.</i></p>
<p><i>sim porque eles me ajudaram a compreender como a função afim é usada e como funciona.</i></p>
<p><b>DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS COM CORREÇÃO ORTOGRÁFICA</b></p> <p>I. Sim, pois eu entendi e aprendi coisas das quais eu não conhecia.</p> <p>II. Sim porque eles me ajudaram a compreender como a função afim é usada e como funciona.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Encerrando o segundo encontro, a terceira etapa da investigação gerou discussões significativas sobre a definição formal da função afim, sua representação algébrica, e o papel das tecnologias tanto dentro quanto fora da sala de aula. Essas discussões foram enriquecidas pelas reflexões sobre sensores e pelo relato dos alunos sobre a influência positiva da Robótica no aprendizado de funções.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ancorada nas Investigações Matemáticas, a presente pesquisa propôs-se a analisar as implicações da implementação da Robótica Educacional para a aprendizagem de funções no Ensino Médio. Consideramos como a integração de tecnologias, como o Kit de Robótica Arduino, influenciava na construção de conhecimentos sobre função afim por meio de atividades investigativas.

Considerando a necessidade de uma interpretação pessoal e subjetiva dos dados dentro de uma abordagem qualitativa, foram utilizados como instrumentos principais as fotografias, as folhas de atividade respondidas pelos alunos e o caderno de campo. Esses materiais foram essenciais para capturar com maior fidedignidade as interações e percepções dos alunos durante as atividades. A análise desses elementos permitiu compreender como a motivação, os conhecimentos prévios e as dificuldades dos alunos influenciaram no desenvolvimento e na construção de novos conhecimentos. Essa combinação de dados foi fundamental para inferir sobre as possíveis implicações da Robótica Educacional no aprendizado de funções.

Como resultado, a pesquisa realizada evidenciou que a Robótica foi relevante na construção significativa e intuitiva dos conhecimentos relacionados ao conceito de função afim. Por meio de práticas investigativas com o uso de LED e sensor, os alunos se mostraram motivados a investigar. Essa abordagem permitiu-lhes desenvolver intuições sobre funções, compreendendo a relação de dependência entre variáveis, construindo e identificando representações gráficas, e formulando a lei que rege o tipo de função trabalhada. Dessa forma, os alunos puderam estabelecer bases cognitivas para o aprendizado de funções subsequentes, além de explorar esse conteúdo de maneira integradora e contextualizada.

Contudo, é importante destacar que a Robótica, embora seja uma ferramenta poderosa, não resolve todos os problemas de forma isolada (Melo; Miranda; Elisiário, 2019). Como qualquer ferramenta e metodologia educacional, ela possui suas limitações e não garante automaticamente que os alunos desenvolvam um aprendizado autônomo e abstrato, no contexto da pesquisa. No entanto, a Robótica desempenha um papel fundamental ao criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e engajador, afigurando-se como elo entre o conteúdo curricular e a realidade tecnológica e digital que permeia a vida dos estudantes. Ao proporcionar um contexto mais tangível para o aprendizado, inferimos que a Robótica cumpre sua função, abrindo espaço e fornecendo as condições necessárias para que os alunos construam e formalizem conhecimentos.

Ademais, a Robótica Educacional, embora já consolidada em muitos países, tem sido apropriada de maneira tímida nas escolas do Brasil, necessitando, portanto, de mais pesquisas

e iniciativas que contribuam com avanços no contexto educacional brasileiro (Campos, 2011). Como evidenciado ao longo da pesquisa, a utilização da Robótica na sala de aula revela tanto potencialidades quanto desafios. Por isso, sua implementação deve ser feita de maneira consciente e bem planejada. Espera-se, portanto, que assim como esta pesquisa, outras investigações sejam desenvolvidas com o objetivo de viabilizar e incentivar a integração da Robótica nas aulas de matemática, promovendo um ensino mais inovador e eficaz.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luma Cardoso Ferro de; SILVA, Jhonatan Sérgio Diniz Marques da; AMARAL, Haroldo José Costa do. **Robótica Educacional: Uma Possibilidade para o Ensino e Aprendizagem.** Revista Escola Regional de Informática de Pernambuco, v. 2. n. 2, p. 178-184, 2013. Disponível em: <https://sergio.mendonca.pro/publication/2013-eripe-proceedings/2013-eripe-proceedings.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

BRASIL. **Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 19 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática.** Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica. **Tese** (Programa Educação: Currículo). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2011. Disponível em: [https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/PUC\\_SP-1\\_e1ecfd2f3b1e50f9d91907b1e9937c46](https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/PUC_SP-1_e1ecfd2f3b1e50f9d91907b1e9937c46). Acesso em: 19 de ago. de 2024.

COSTA, Dielle Cruz da; FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho. USO DO CELULAR NO ENSINO DE MATEMÁTICA: relato de uma experiência com Atividade Investigativa de Função Exponencial. **Revista Inter-Ação**, Goiânia, v. 49, n. 1, p. 178–195, 2024. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/interacao/article/view/76002>. Acesso em: 8 ago. 2024.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar ou conhecer.** 5a Edição. São Paulo: Ática, 1998. 88 p.

DEWEY, John. **Como Pensamos – Como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo:** uma reexposição. Tradução Haydée de Camargo Campos. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Raciocínio proporcional na Matemática escolar. **Revista Educação em Questão**, Natal, v.58, n. 57, 2020. Disponível em: <http://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/20024>. Acesso em: 6 de nov. de 2023.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação Matemática:** percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, Bernadete. **Os agentes escolares e o computador no ensino**. São Paulo: FDE/SEE, 1993.

GOMES, Cristiane Grava; SILVA, Fernando Oliveira da; BOTELHO, Jaqueline da Costa; SOUZA, Aguinaldo Robinson de. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. In: PIROLA, Nelson Antônio. **Ensino de Ciências e Matemática IV**: Temas e Investigações. São Paulo: Editora UNESP, 2010. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bpkg/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2024.

IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; DEGENSZAJN, David; PÉRIGO, Roberto. **Matemática - Volume Único**. São Paulo: Atual, 1997.

KENSKI, Vani Moreira. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003. Disponível em: [http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/novas-tecnologias/pde/pdf/vani\\_kenski.pdf](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/novas-tecnologias/pde/pdf/vani_kenski.pdf). Acesso em: 19 de ago. de 2024.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação Matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. **Acta Scientiae**, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2008. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/78>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

MATARIĆ, Maja. **Introdução à Robótica**. Tradução de Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva, Silas Franco dos Reis Alves. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MATTOSO, Tuane Gomes de Oliveira Fuly de. O estudo das funções polinomiais no Ensino Médio. 2017. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Licenciatura em Matemática) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2017.

MELO, Ivie Johnson Ribeiro de; MIRANDA, Andréa da Silva; ELISIÁRIO, Larissa Sato. A robótica como ferramenta interdisciplinar no processo educativo de pessoas com neurodiversidade. In: SILVA, Juarez Bento da; BILESSIMO, Simone Meister Sommer; ALVES, João Bosco da Mota. **Integração de tecnologias na educação**: práticas inovadoras na educação básica. v.3. Araranguá/SC: Hard Tech Informática Ltda., 2019. 497 p. (pp. 295-312). Disponível em: [https://rexlabs.ufsc.br/wpcontent/uploads/2019/08/ebook\\_vol\\_3\\_final.pdf](https://rexlabs.ufsc.br/wpcontent/uploads/2019/08/ebook_vol_3_final.pdf). Acesso em: 19 de ago. de 2024.

MENEZES, Silvia Teixeira Coelho. Ensino e aprendizagem de função: desafios e perspectivas. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2017. Disponível em: <https://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/1829>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

MINAS GERAIS. **Currículo Referência de Minas Gerais**. 2021. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos\\_estados/documento\\_curricular\\_mg.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos_estados/documento_curricular_mg.pdf). Acesso em: 20 de ago. de 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **PESQUISA SOCIAL: teoria, método e criatividade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1994.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1980.

PONTE, João Pedro. Investigação sobre investigações Matemáticas em Portugal. **Revista Investigar em Educação**, 2, p. v.93-169. 2003. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4071/1/03-Ponte%20%28Rev-SPCE%29.pdf>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

PONTE, João Pedro. O conceito de função no currículo de Matemática. **Revista Educação e Matemática**, n.15, p.3-9. 1990. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4473/1/90%20Ponte%20EM%2015.pdf>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

PONTE, João Pedro; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações Matemáticas na sala de aula**. Autêntica Editora, 2003.

SILVA, Edna Machado. O conceito de função e suas linguagens. 2019, 179f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino da Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/597753/1/EDNA%20MACHADO%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 19 de ago. de 2024.

VIEIRA, Emanuel Meireles. Aprendizagem significativa na formação universitária: uma experiência do plantio psicológico da UFPA. In: LEMOS, Flávia Cristina Silveira; SILVA, Ana Lúcia Santos da; SANTOS, Cristiane de Souza; SILVA, Débora Linhares da (Orgs.). **Transversalizando no ensino, na pesquisa e na extensão**. Curitiba: CRV, 2012. p. 441-451.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE I – ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA  
ROBÓTICA EDUCACIONAL**



## Investigando funções por meio da Robótica Educacional

Professora em Formação: Mayara Bonifácio de Oliveira

Coordenação: Profa. Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria

Aluno(a): \_\_\_\_\_

### SIMULAÇÃO 1: Acender e apagar um LED

- I. Conecte o LED na protoboard, com um terminal no pino digital do Arduino e o outro no GND usando resistor;
- II. O código define o pino escolhido como saída digital. Para acender o led define o pino escolhido como HIGH e LOW para apagar;
- III. Mude o tempo do delay para que o LED fique aceso ou apagado o tempo que desejar.

### SIMULAÇÃO 2: Sensor Ultrassônico

- I. Conecte o sensor ultrassônico à protoboard, com VCC a 5V, GND ao fio terra e os pinos Trigger e Echo a pinos digitais específicos no Arduino;
- II. Posicione o protótipo de modo que não tenham objetos em frente ao sensor;
- III. Conecte a placa Arduino ao computador utilizando um cabo de conexão USB;
- IV. Ao executar o programa, coloque um objeto em frente ao sensor e varie sua distância inicial. Observe os valores dessa variação no *Monitor Serial*.

### SIMULAÇÃO 3: Variando a Intensidade da Luz

- I. Posicione o protótipo de modo que não tenham objetos em frente ao sensor em um raio de pelo menos um metro e meio (150cm);
- II. Conecte a placa Arduino ao computador utilizando um cabo de conexão USB;
- III. Ao executar o programa, coloque um objeto em frente ao sensor com uma distância de pelo menos 150cm. Vá diminuindo a distância e observe a mudança na intensidade da luz.
- IV. Abra o *Monitor Serial* na IDE Arduino e observe as mudanças nos valores da distância e respectiva intensidade que aparecem no monitor.
- V. Após rodar o programa, anote valores da distância e da respectiva intensidade que aparecem no monitor serial.

1) Você conseguiu perceber alguma mudança na intensidade da luz à medida que aproximava e afastava um objeto do sensor?

---

---

---

2) Na tabela abaixo, anote de forma organizada pelo menos 5 valores da distância (arredonde para valores inteiros) e suas respectivas intensidades (sem repetir valores).

Intensidade (lm)	Distância (cm)

3) No experimento realizado, você consegue identificar como as variáveis distância e intensidade se relacionam? Justifique.

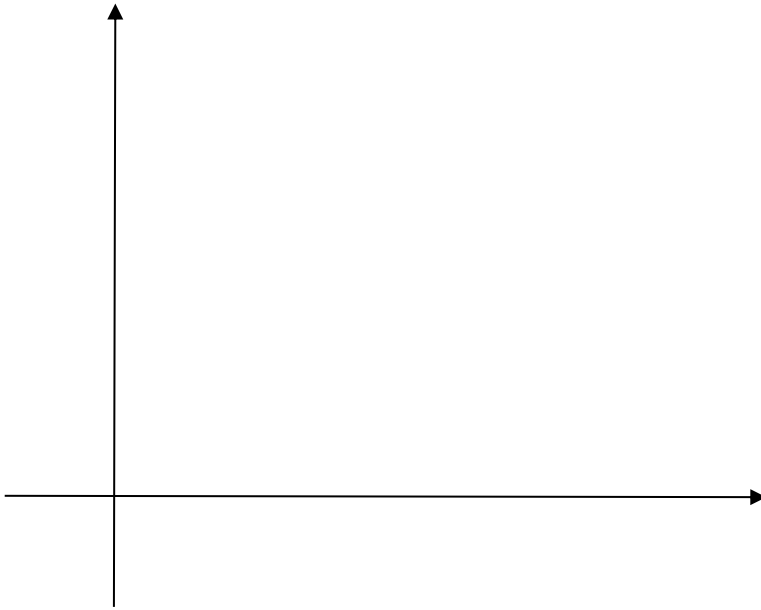
---

---

---

---

4) Utilizando os dados anotados em sua tabela, esboce um gráfico que represente a relação entre essas variáveis.



5) O que você observa ao analisar o comportamento deste gráfico? É possível identificar uma função que apresente um gráfico semelhante ao que você acabou de desenhar? Se sim, qual função você relaciona com esse padrão gráfico?

---

---

---

6) Considerando os valores para distância e intensidade registrados na tabela, discuta: Seria possível obter mais valores para as variáveis distância e intensidade sem repetir o processo com o sensor e o led? Se sim, como?

---

---

---

7) Utilizando os dados da tabela, investigue uma lei de formação que descreva a relação entre a distância medida pelo sensor e a intensidade da luz do led por meio de uma função afim.

Definição:

*“Chama-se função afim, a qualquer função  $f$  de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$  dada por uma lei da forma  $f(x) = ax + b$ , onde  $a$  e  $b$  são números reais dados e  $a$  é diferente de zero.”*  
(Iezzi, et al., 1997, p.36).



8) Existem diferentes tipos de sensores, como os de distância, de presença humana, de temperatura, de som, entre outros. Você conhece alguma situação do dia a dia em que sensores são utilizados? Se sim, como? Qual a importância dos sensores no cotidiano das pessoas e nas diversas áreas da tecnologia?

---

---

---

---

9) Você considera que a Robótica estudada por meio das experiências com sensores e leds contribuíram para o seu entendimento sobre função afim?

---

---

---

Referência:

IEZZI G.; DOLCE O.; DEGENSZAJN D.; PÉRIGO R. Matemática - Volume Único. São Paulo: Atual, 1997.

**APÊNDICE II – PLANO DE AULA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



**Plano de aula**  
**Investigação de Função Afim por meio da Robótica Educacional**

**Professora em Formação:** Mayara Bonifácio de Oliveira

**Coordenação:** Profa. Dra. Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho Faria

**Público Alvo:** Alunos do 1º ano do Ensino Médio da escola Estadual Dr. Mariano da Rocha.

**Duração:** 4 horas/aula divididas em 2 encontros.

**OBJETIVOS:**

- Estudar funções por meio de atividades investigativas com Robótica Educacional.
- Programar e controlar a intensidade de um led a partir da distância estimada por um sensor e investigar a relação existente entre as variáveis distância e intensidade.
- Conectar o estudo da função afim com a experiência realizada, analisando a relação entre as variáveis distância e intensidade.

**RECURSOS:** Computadores com internet, slides, projetor multimídia, placa Arduino UNO, protoboard, fios de conexão, sensor ultrassônico HC-SR04, LEDs, resistores e USB tipo 2.0 A/B.

**DESCRIÇÃO:** A atividade será dividida em dois momentos. No primeiro, os alunos serão introduzidos ao Kit de Robótica Arduino UNO, ao ambiente de simulações TinkerCad e à programação básica. Eles farão uma simulação inicial acendendo e apagando um LED usando peças do Arduino. Na segunda simulação, usarão o sensor ultrassônico, na qual será criado um circuito em que este sensor controlará a intensidade de um LED com base na distância entre ele e um obstáculo. A programação será realizada de modo que, quando a distância for maior ou igual a 100 cm, o LED estará apagado (intensidade zero); quando for menor que 100 cm, o LED acenderá e sua intensidade aumentará à medida que a distância entre o sensor e o obstáculo diminuir. Os alunos explorarão a relação Matemática entre intensidade e distância por meio deste circuito. Enquanto professora em formação, minha atuação será a de mediadora entre os recursos e os alunos, além de orientadora quanto às funções que devem ser criadas ou exploradas por eles. Com o intuito de dar mais clareza a as interações, durante a aula serão utilizados slides.

**PROCEDIMENTOS:**

**1° ENCONTRO:** Introdução ao projeto de Robótica Educacional.

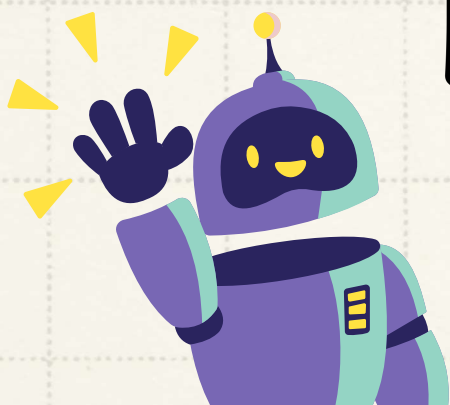
- Apresentação do Kit Arduino UNO, TinkerCad e IDE Arduino.
- Funcionamento das peças do Arduino.
- Simulação 1: [Acender e apagar um led](#).
- Simulação 2: [Sensor ultrassônico](#); Funcionamento do sensor.

**2° ENCONTRO:** No segundo encontro, será proposto aos alunos a atividade investigativa sobre funções a partir de uma experimentação da relação entre distância e intensidade, descrita na simulação 3.

- Simulação 3: [Intensidade da luz](#)
- Atividade Investigativa - Parte 1
- Estudo da função afim, analisando a relação entre as variáveis distância e intensidade.
- Atividade Investigativa - Parte 2
- Discussão e conclusões sobre a investigação realizada.

**APÊNDICE III – SLIDES**

# Robótica EDUCACIONAL



## MONOGRAFIA

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE FUNÇÕES POR MEIO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL



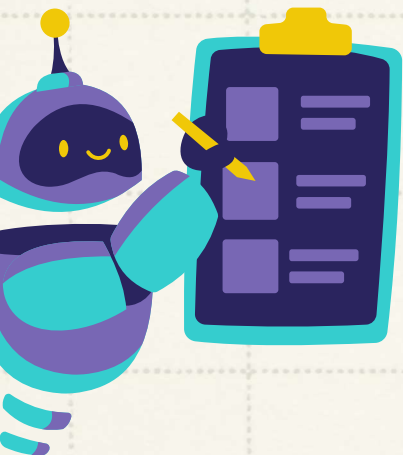
### **Mayara Bonifácio**

Graduanda do curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Viçosa. Integrante do projeto Robótica e Ensino de Matemática na Educação Básica.

**Orientadora: Profa. Dra. Rejane Waiandt**

# Sumário

1. Introdução
2. Arduino
3. Tinkercad
4. Simulações
5. Atividade



# 1

## Introdução

# ROBÔ

Maquina autônoma capaz de sentir o ambiente, realizar computações para tomar decisões e executar ações no mundo real.

## Autônomo

- Eles são capazes de receber informações e instruções de seres humanos, mas não são completamente controlados por eles.

## Perceber

- Um robô é capaz de perceber características do ambiente, por meio de seus sensores.

# ROBÔ

## Pensar

- Por meio de processadores ou microcontroladores, um robô é capaz de processar a informação obtida do ambiente e tomar uma decisão.

## Mundo Físico

- Possui um hardware, portanto, são componentes físicos que existem no mundo real.

## Agir

- A partir da decisão tomada, um robô é capaz de executar ações no mundo real, a fim de atingir seus objetivos.

# O que é robótica ?

Robótica é uma prática interdisciplinar que mescla eletrônica, mecânica e computação. Da qual, o desenvolvimento e estudo de robôs está incluído.

## Robótica Educacional

A robótica educacional é uma forma de ensino que usa robôs e tecnologias relacionadas para engajar os alunos em atividades, promovendo o aprendizado através da experimentação.

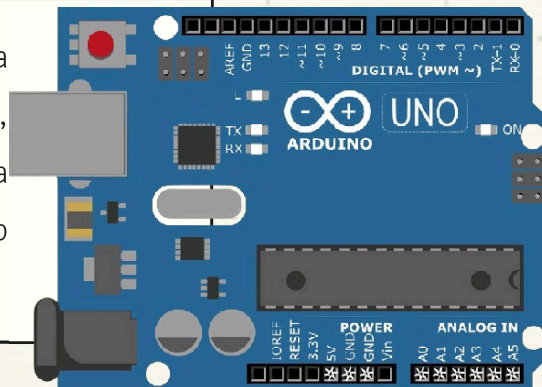


# 2 Arduino



## Placa Arduino UNO

Possibilita a criação de uma variedade de projetos eletrônicos, estabelece conexões e executa programas, facilitando a interação entre o mundo físico e o digital.



## IDE Arduino



## Sensor Ultrassônico

É capaz de medir a distância que um obstáculo se encontra dele, ou seja, é capaz de perceber o ambiente.



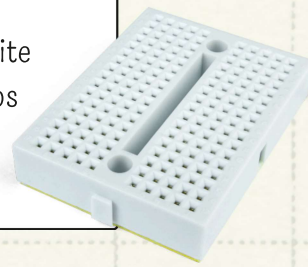
## LEDs

O diodo emissor de luz, é usado para a emissão de luz em locais e instrumentos.



## Protoboard

Placa de conexão que permite montar circuitos eletrônicos de forma simples.



## Resistor

Limita o fluxo de cargas elétricas por meio da conversão da energia elétrica em energia térmica.



## Cabo USB tipo A-B

Permite a gravação da placa através da USB do computador de forma simplificada.

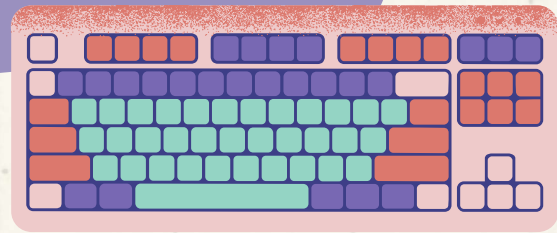


## Jumpers

São pequenos dispositivos utilizados em eletrônica e informática para conectar dois pontos ou componentes em um circuito.

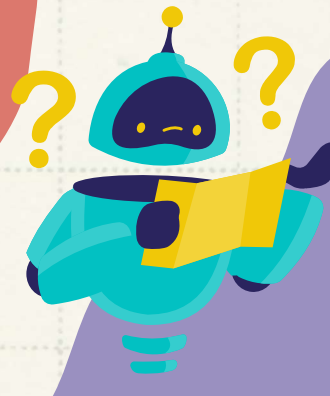


# 3 Tinkercad



O Tinkercad é uma plataforma online de modelagem 3D que permite aos usuários criar designs e protótipos de objetos usando ferramentas simples e intuitivas. É popular entre estudantes, hobistas e profissionais para criar modelos 3D para impressão, projetos de eletrônica, arquitetura e muito mais.

# 4 Simulações



## Simulação 1: Acender e apagar um LED

Materiais:

- Placa Arduino Uno
- Protoboard (Placa de ensaio)
- Resistor
- LED
- Jumpers

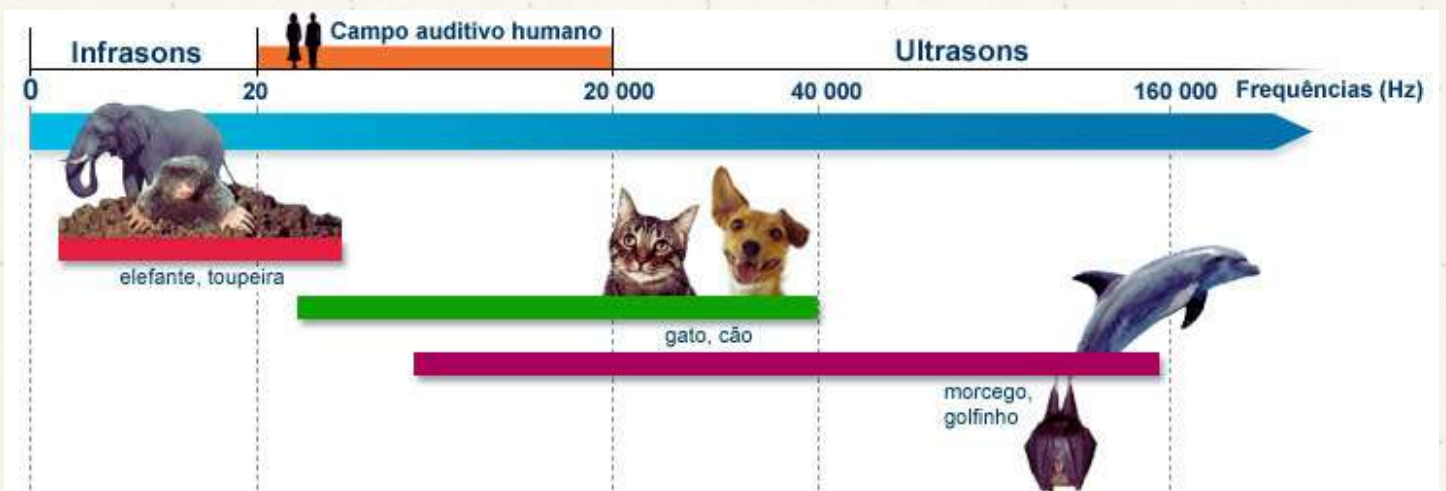


## Sensor Ultrassônico

O sensor funciona de forma similar a ecolocalização de animais como morcegos e golfinhos. Emite sons de alta frequência para detectar obstáculos.



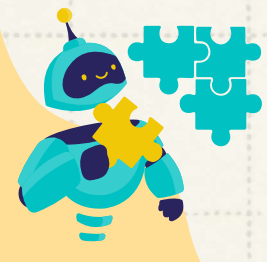
## Sensor Ultrassônico



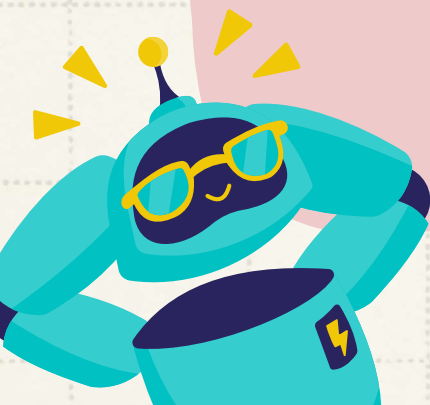
## **Simulação 2: Investigar o funcionamento do Sensor Ultrassônico**

Materiais:

- Placa Arduino Uno
- Protoboard (Placa de ensaio)
- Sensor Ultrassônico
- Jumpers



**Até o próximo  
encontro :)**





# 5 Atividade Investigativa

## Simulação 3: Controlar a intensidade da luz utilizando um sensor ultrassônico

Materiais:

- Placa Arduino Uno
- Protoboard (Placa de ensaio)
- Sensor Ultrassônico
- Resistor
- LED
- Jumpers

