

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Aprendizado ativo de matemática com robótica arduino: uma nova perspectiva pedagógica

Lucas Diniz Barbosa de Lima

Dissertação de Mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Lucas Diniz Barbosa de Lima

Aprendizado ativo de matemática com robótica arduino: uma nova perspectiva pedagógica

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. *VERSÃO REVISADA*

Área de Concentração: Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Inés Garcia

USP – São Carlos
Agosto de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

L732a Lima, Lucas Diniz Barbosa de
Aprendizado ativo de matemática com robótica
arduino: uma nova perspectiva pedagógica / Lucas
Diniz Barbosa de Lima; orientadora Claudia Inés
Garcia. -- São Carlos, 2025.
138 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Mestrado Profissional em Matemática em Rede
Nacional) -- Instituto de Ciências Matemáticas e de
Computação, Universidade de São Paulo, 2025.

1. Robótica educacional. 2. Ensino de matemática.
3. Arduino. 4. Metodologia ensino. 5. Aprendizado
ativo. I. Garcia, Claudia Inés, orient. II. Título.

Lucas Diniz Barbosa de Lima

Active learning of mathematics with arduino robotics: a new
pedagogical perspective

Dissertation submitted to the Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP – in accordance with the requirements of the Professional Master's Program in Mathematics in National Network, for the degree of Master in Science. *FINAL VERSION*

Concentration Area: Professional Master Degree Program in Mathematics in National Network

Advisor: Profa. Dra. Claudia Inés Garcia

USP – São Carlos
August 2025

*Dedico este trabalho à minha família, Izabele, Arthur e Guilherme,
que são meu porto seguro e minha maior motivação.
Sem o amor, o apoio e a paciência de vocês, esta jornada não teria sido possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus, por me conceder força, saúde e discernimento para trilhar este caminho, iluminando cada passo da minha jornada.

À minha esposa, Izabele, pelo amor incondicional, paciência e apoio em todos os momentos, sendo meu alicerce e minha maior motivação.

Ao meu filho, Arthur, e ao meu enteado, Guilherme, que me inspiram diariamente a ser uma pessoa melhor e a buscar sempre novos aprendizados.

À minha mãe, Dinizia, e ao meu padrasto, José Wagner, pelo carinho, ensinamentos e incentivo constantes, que sempre me impulsionaram a seguir em frente.

Ao meu pai, Carlos, e à minha madrasta, Doralice, pelo apoio e pelas palavras de encorajamento que me fortaleceram ao longo desta trajetória.

À minha orientadora, Claudia Inés Garcia, pela dedicação, paciência e sabedoria, fundamentais para a construção deste trabalho.

À minha sogra, Agneia por seu apoio, orações e pelo carinho com nossa família, sempre nos fortalecendo com sua fé e generosidade.

Aos professores do PROFMAT da USP EACH, pelo esforço incansável e compromisso com o ensino, especialmente nos desafios enfrentados durante a pandemia.

Aos meus colegas de turma, Wellington, Thais, Denise, Júlio e Márcio, pelo companheirismo, troca de conhecimento e amizade que tornaram esta caminhada mais enriquecedora.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

*“Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.”
(Paulo Freire)*

RESUMO

LIMA, L. D. B. **Aprendizado ativo de matemática com robótica arduino: uma nova perspectiva pedagógica.** 2025. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2025.

A presente dissertação propõe uma metodologia inovadora para o ensino da matemática, utilizando a robótica educacional como ferramenta central. Com foco em atividades baseadas no uso de Arduino e módulo Bluetooth, o trabalho apresenta uma oficina replicável que integra conceitos matemáticos, como geometria plana, proporcionalidade e razões, com a resolução de problemas práticos. A oficina foi desenvolvida para ser um recurso acessível a professores que desejam incorporar a robótica em suas aulas, mesmo em contextos onde já existam kits disponíveis, mas sem uma formação específica para seu uso. A proposta visa facilitar a compreensão de conceitos abstratos por meio de aplicações concretas, engajando alunos em um aprendizado ativo e significativo. O referencial teórico aborda a evolução das metodologias no ensino da matemática e a inserção de tecnologias na educação, destacando como essas ferramentas promovem aprendizagens mais dinâmicas e contextualizadas. O módulo Bluetooth permite uma interação simples e direta com o robô, reduzindo a complexidade da programação e otimizando o tempo em sala de aula. Esta metodologia busca transformar o ensino da matemática em uma experiência mais dinâmica, acessível e conectada às demandas educacionais contemporâneas.

Palavras-chave: Robótica educacional, Ensino de matemática, Arduino, Metodologia pedagógica, Aprendizado ativo.

ABSTRACT

LIMA, L. D. B. **Active learning of mathematics with arduino robotics: a new pedagogical perspective.** 2025. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2025.

This dissertation proposes an innovative methodology for teaching mathematics, using educational robotics as a central tool. Focusing on activities based on the use of Arduino and Bluetooth modules, the work presents a replicable workshop that integrates mathematical concepts, such as plane geometry, proportionality, and ratios, with the resolution of practical problems. The workshop was developed to be an accessible resource for teachers who wish to incorporate robotics into their classes, even in contexts where kits are already available but without specific training for their use. The proposal aims to facilitate the understanding of abstract concepts through concrete applications, engaging students in active and meaningful learning. The theoretical framework addresses the evolution of methodologies in mathematics education and the insertion of technology into education, highlighting how these tools promote more dynamic and contextualized learning. The Bluetooth module allows for simple and direct interaction with the robot, reducing the complexity of programming and optimizing classroom time. This methodology seeks to transform the teaching of mathematics into a more dynamic, accessible experience connected to contemporary educational demands.

Keywords: Educational robotics, Mathematics teaching, Arduino, Pedagogical methodology, Active learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Software Tux Math Scrabble	38
Figura 2 – Software Educandus	38
Figura 3 – Plataforma Matific	39
Figura 4 – Robô educacional NAO	51
Figura 5 – Primeira placa Arduino	55
Figura 6 – Exemplos de transformações geométricas	62
Figura 7 – Elementos da Circunferência	65
Figura 8 – Exemplo do movimento de translação	73
Figura 9 – Exemplo de movimento de rotação	73
Figura 10 – Exemplo de movimento circular	77
Figura 11 – Evolução nota Saeb da Escola Municipal José Sebastião Morbidelli	84
Figura 12 – Peças utilizadas para montagem do robô	86
Figura 13 – Alunos realizando montagem	87
Figura 14 – Robô montado	88
Figura 15 – Aula teórica	89
Figura 16 – Primeiro movimento do Robô	90
Figura 17 – Slide da aula 3 sobre rotação	91
Figura 18 – Slide da aula 3 combinação de movimentos	92
Figura 19 – Alunos programando robô	93
Figura 20 – Primeiro teste translação com robô	94
Figura 21 – Percurso ao robô realizar combinação de movimentos	95
Figura 22 – Problema da atividade 1 resolvido	96
Figura 23 – Determinando a velocidade média	97
Figura 24 – Medindo angulo rotação	98
Figura 25 – Movimento ao ligar motores em sentidos opostos	98
Figura 26 – Resultado combinação	99
Figura 27 – Problema da atividade 2 resolvido	100
Figura 28 – Explicação do professor sobre rotação	101
Figura 29 – Teste para controle rotação	102
Figura 30 – Explicação do professor sobre rotação	103
Figura 31 – Problema da atividade 3 resolvido	104
Figura 32 – Materiais Necessários	118
Figura 33 – Esquema de ligação	120

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	EDUCAÇÃO EM MATEMÁTICA	27
2.1	Evolução da matemática ao longo dos anos	27
2.2	Matemática e metodologias de ensino na atualidade	31
2.3	O professor como sujeito de ensino e aprendizagem em matemática	33
2.4	A importância de novas tecnologias para o ensino da matemática	35
3	USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO	41
3.1	Tecnologias no cenário social	41
3.2	Inserção e uso das tecnologias na educação	44
3.3	A formação profissional no uso e compreensão das novas tecnologias	46
3.4	Robótica educacional	49
3.5	Arduino e sua aplicação no ensino básico	53
3.5.1	<i>História e desenvolvimento do Arduino</i>	55
3.5.2	<i>Arduino na Educação</i>	57
4	MOVIMENTO E GEOMETRIA COM ROBÓTICO ARDUINO	59
4.1	BASE MATEMÁTICA ENVOLVIDA	61
4.1.1	<i>Transformações geométricas</i>	61
4.1.1.1	<i>Tipos de Transformações Geométricas</i>	61
4.1.1.2	<i>Aplicação das Transformações Geométricas no projeto</i>	62
4.1.1.3	<i>Referências Teóricas</i>	63
4.1.2	<i>Regra de Três, velocidade, razão e proporção</i>	63
4.1.2.1	<i>Razão e Proporção</i>	63
4.1.2.2	<i>Velocidade como Razão</i>	64
4.1.2.3	<i>Regra de Três</i>	64
4.1.2.4	<i>Aplicação no Projeto</i>	64
4.1.2.5	<i>Referências Teóricas</i>	64
4.1.3	<i>Circunferência e Arcos</i>	64
4.1.3.1	<i>Circunferência</i>	65
4.1.3.2	<i>Arcos</i>	65
4.2	HABILIDADES BNCC ENVOLVIDAS	66
4.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	66

4.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	66
4.2.3	<i>Método de aplicação do Projeto de Robótica em Sala de Aula</i>	67
4.2.3.1	<i>Método 1: Plataforma Única Controlada pelo Professor</i>	67
4.2.3.2	<i>Método 2: Divisão da Turma em Grupos com Plataformas Individuais</i>	68
4.3	CRONOGRAMA DO PROJETO	69
4.4	Adaptação do Cronograma	70
4.5	ETAPAS DE APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	70
4.5.1	<i>Aula 1: Introdução e Montagem do Robô</i>	70
4.5.2	<i>Aula 2: Programação e Testes Iniciais</i>	71
4.5.3	<i>Aula 3: Compreendendo os Movimentos do Robô</i>	72
4.5.4	<i>Aula 4: Aplicação prática dos Movimentos do Robô</i>	74
4.5.5	<i>Aula 5 e 6: Controle de Velocidade, Distância e rotação</i>	75
4.5.6	<i>Aula 7 e 8: Movimento Circular e Determinação do Raio</i>	76
4.5.7	<i>Aula extra: Pista oval e Desafio com obstáculos</i>	78
5	ESTUDO DE CASO: MONTAGEM E APLICAÇÃO	83
5.1	CONHECENDO O AMBIENTE ESCOLAR	83
5.2	A ESCOLA E A TECNOLOGIA	84
5.3	APLICAÇÃO DO PROJETO	85
5.3.1	<i>Aula 1: Introdução e Montagem do Robô</i>	86
5.3.2	<i>Aula 2: Programação e Testes Iniciais</i>	88
5.3.3	<i>Aula 3: Compreendendo os movimentos do robô</i>	91
5.3.4	<i>Aula 4: Aplicação da prática ao conceito de movimento</i>	93
5.3.5	<i>Aula 5 e 6: Controle de velocidade e distância</i>	96
5.3.6	<i>Aula 7 e 8: Movimento circular, determinação do raio e cálculo do Arco Percorrido</i>	101
6	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	107

APÊNDICES 115

APÊNDICE A	– MANUAL COMPLETO PARA MONTAGEM E PROGRAMAÇÃO DA PLATAFORMA ROBÓTICA 2WD COM ARDUINO	117
A.1	Materiais Necessários	117
A.2	Montagem da Plataforma	118
A.2.1	<i>Montagem das Rodas e Motores</i>	118

A.2.2	<i>Conexão dos Motores à Ponte H</i>	118
A.2.3	<i>Conexão da Ponte H ao Arduino</i>	118
A.2.4	<i>Conexão do Módulo Bluetooth ao Arduino</i>	119
A.2.5	<i>Alimentação</i>	119
A.3	Esquema de Ligação	119
A.4	Programação do Arduino	119
A.5	Utilização	123
A.5.1	<i>Conectar via Bluetooth</i>	123
A.5.1.1	<i>Parar o módulo Bluetooth com o dispositivo</i>	123
A.5.1.2	<i>Abrir um aplicativo de terminal serial Bluetooth</i>	123
A.5.2	<i>Enviar Comandos</i>	123
A.5.2.1	<i>Formato dos comandos</i>	123
A.5.2.2	<i>Exemplos de comandos</i>	124
A.5.3	<i>Testando os Comandos</i>	124
A.6	Ajustes e Personalizações	124
A.6.1	<i>Ajuste de Velocidade</i>	124
A.6.2	<i>Alteração do Tempo de Movimento</i>	125
A.6.3	<i>Adição de Novas Funcionalidades</i>	125
A.7	Dicas de Uso	125
A.7.1	<i>Bateria</i>	125
A.7.2	<i>Ambiente de Operação</i>	125
A.8	Resolução de Problemas	125
A.8.1	<i>Robô não se move</i>	125
A.8.2	<i>Movimentos erráticos</i>	126
A.9	Conclusão	126
A.10	Programação do Arduino – Motores com velocidades distintas	126
APÊNDICE B	– ATIVIDADE 1 UTILIZADA NA OFICINA	129
APÊNDICE C	– ATIVIDADE 2 UTILIZADA NA OFICINA	133
APÊNDICE D	– ATIVIDADE 3 UTILIZADA NA OFICINA	137

INTRODUÇÃO

A matemática é um dos conhecimentos mais antigos da humanidade, essencial para o desenvolvimento social e tecnológico ao longo da história. Desde as primeiras necessidades de contagem e medição até as complexas inovações da engenharia e da tecnologia digital, essa ciência tem desempenhado um papel fundamental na evolução das sociedades. No cotidiano, está presente em diversas atividades, desde cálculos simples até aplicações sofisticadas em áreas como computação e física. Apesar dessa relevância, o ensino da matemática ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no nível básico.

Grande parte desses desafios decorre de abordagens pedagógicas que enfatizam a memorização de fórmulas e procedimentos, muitas vezes desvinculadas de contextos práticos e do cotidiano dos alunos. Esse modelo de ensino pode transformar a matemática em uma atividade mecânica, obscurecendo sua utilidade como ferramenta para interpretar e resolver problemas reais. Como resultado, muitos estudantes têm dificuldade em compreender a aplicabilidade dos conceitos matemáticos, o que afeta seu engajamento e desempenho escolar.

Nesse contexto, a robótica educacional surge como uma ferramenta inovadora para transformar o ensino da matemática, tornando-o mais dinâmico e conectado com a realidade dos alunos. Além de estimular o raciocínio lógico e aprimorar habilidades manuais e estéticas, a robótica também favorece a colaboração e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

De acordo com [Zilli \(2004\)](#), essa abordagem possibilita a integração de diferentes áreas do conhecimento, promovendo um aprendizado mais significativo por meio da experimentação e da construção de projetos. Ao permitir que os alunos resolvam problemas práticos, testem hipóteses e observem os resultados de suas ações, a robótica educacional incentiva a criatividade, a comunicação e o pensamento crítico, tornando a aprendizagem mais envolvente e eficaz.

Nos últimos anos, as políticas públicas têm tentado abordar essa questão. Programas de incentivo à inovação e currículos atualizados, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), propõem o uso de tecnologias educacionais para dinamizar o ensino. Já existem, por exemplo,

softwares como Educandus, voltado para atividades de matemática, Tux Math Scrabble, que utiliza desafios interativos para desenvolver o pensamento matemático, e Matific, uma plataforma gamificada que visa engajar os alunos de forma lúdica.

Apesar da existência dessas ferramentas, a formação docente em tecnologia ainda é limitada, e muitos professores enfrentam o desafio de incorporar essas tecnologias nas aulas sem o suporte necessário para uma aplicação pedagógica eficaz como discutido por [Klein et al. \(2020\)](#), que analisam os desafios enfrentados por professores ao integrar tecnologia em suas práticas pedagógicas.

Essa lacuna pode impedir a integração bem-sucedida de ferramentas tecnológicas na sala de aula, dificultando que professores explorem todo o potencial desses recursos. Sem formação adequada, muitos se sentem inseguros para utilizar as tecnologias de forma efetiva, limitando seu uso a aplicações superficiais. Isso pode gerar resistência e dificultar a adoção de metodologias inovadoras, reforçando a necessidade de programas de capacitação contínua que apoiem os docentes na incorporação dessas ferramentas ao ensino.

Um exemplo dessa realidade é o estado de Minas Gerais, onde iniciativas governamentais têm buscado incentivar o uso de tecnologias educacionais, como a destinação de verbas para a aquisição de kits de robótica por meio de programas como o "Escola Transformação". Esses kits oferecem recursos valiosos para o ensino, mas muitas vezes chegam às escolas sem o devido suporte pedagógico. A ausência de formação específica, instruções claras ou qualificação adequada para os professores acaba por limitar o uso desses materiais, que frequentemente permanecem armazenados sem serem explorados em sala de aula.

Em 2022, enquanto cursava o PROFMAT, a Escola Estadual do Bairro dos Pereiras, em Toledo – MG, onde lecionava como professor efetivo, conquistou o prêmio "Escola Transformação" e adquiriu kits completos de robótica educacional. Motivados pelas circunstâncias, propusemos o presente projeto no qual aprendemos a trabalhar com o Arduino e a explorar formas de aplicar essa tecnologia em aulas de matemática. Assim, elaboramos um projeto que não apenas supre essa carência pedagógica, mas também contribui para a educação atual. Integramos a robótica educacional com o conteúdo matemático, buscando proporcionar aos alunos uma vivência prática dos conceitos, sem fugir dos temas do currículo escolar. Essa experiência reforçou a percepção de que a robótica, quando utilizada como ferramenta pedagógica, pode transformar a forma como os alunos enxergam e aprendem matemática.

Conforme apontam [Franco et al. \(2024\)](#), muitos profissionais formados em um modelo tradicional não tiveram preparo específico para o uso de recursos tecnológicos. Por isso, frequentemente desconhecem como utilizá-los adequadamente, preferindo não fazê-lo. Quando utilizados sem planejamento ou propósito, esses recursos acabam sendo subestimados e mal aproveitados.

Nesse cenário, torna-se fundamental a criação de projetos que aproveitem os recursos já

disponíveis nas escolas, como kits de robótica, computadores ou materiais simples, e que possam ser facilmente replicados por outros professores interessados. Essas iniciativas não apenas maximizam o uso dos materiais existentes, mas também oferecem um modelo pedagógico acessível e prático para docentes que desejam inovar em suas aulas. Ao desenvolver projetos estruturados e documentados, é possível criar um legado de práticas pedagógicas que fortaleçam a integração da tecnologia e da matemática, promovendo a autonomia dos professores e ampliando o alcance das metodologias propostas.

Dessa forma, o objetivo é desenvolver uma proposta de ensino de matemática que integre a robótica educacional, promovendo oficinas replicáveis que conectem os conceitos matemáticos com atividades práticas de programação e controle de robôs. A utilização do Arduino e de um módulo Bluetooth simplificado permite que os alunos experimentem, em tempo real, os efeitos dos comandos e cálculos aplicados ao movimento do robô, sem a necessidade de reconexões constantes ao computador. Isso não apenas reduz a complexidade para professores e alunos com pouca experiência em programação, mas também mantém o foco nas competências matemáticas, promovendo uma compreensão mais ampla e interativa dos conceitos.

No [Capítulo 2](#) Educação em Matemática, é oferecida uma revisão histórica sobre o desenvolvimento da matemática e suas metodologias de ensino, proporcionando uma base sólida para compreender o papel dessa ciência ao longo dos séculos e sua evolução até as práticas educacionais contemporâneas. O capítulo explora como a matemática, desde suas origens em civilizações como Egito, Mesopotâmia e Grécia, se desenvolveu e assumiu diferentes significados e usos. Com o passar do tempo, a matemática tornou-se não apenas uma ferramenta prática, mas também um campo de estudo teórico e abstrato. Além disso, o capítulo examina as transformações metodológicas que ocorreram, desde as abordagens mais tradicionais até a integração de novas tecnologias educacionais e o uso de softwares matemáticos interativos, que tornam o aprendizado mais acessível e dinâmico. O papel do professor é discutido como central nessa evolução, destacando a necessidade de adaptações contínuas para responder às demandas sociais e tecnológicas, formando alunos aptos a aplicar o conhecimento matemático em um mundo em constante mudança.

O [Capítulo 3](#) Uso de tecnologias na educação, explora o papel transformador das tecnologias no ambiente educacional, destacando como elas têm reconfigurado o processo de ensino-aprendizagem. Esse capítulo aborda a evolução das tecnologias de informação e comunicação, desde as ferramentas básicas de ensino até a inclusão de softwares interativos e dispositivos de robótica educacional. As tecnologias são vistas não apenas como instrumentos de suporte, mas como elementos essenciais para uma educação dinâmica, que conecta o estudante com as demandas da sociedade contemporânea. A discussão enfatiza a importância da formação docente para o uso eficaz dessas tecnologias e como a robótica educacional, em particular, tem se mostrado uma metodologia valiosa. O Arduino, uma plataforma acessível e intuitiva, é destacado como um dos recursos mais importantes nesse contexto, por permitir que alunos desenvolvam

projetos práticos e interativos, tornando conceitos abstratos de matemática e física mais tangíveis. A robótica educacional, viabilizada pelo uso de ferramentas como o Arduino, torna a matemática mais acessível e envolvente, possibilitando que os alunos experimentem e compreendam os conceitos de maneira prática. A introdução desses recursos visa preparar os estudantes para um mundo digitalizado e integrar o conhecimento escolar às realidades tecnológicas modernas.

Nos [Capítulo 4](#) e [Capítulo 5](#), o foco recai sobre a implementação prática do ensino de matemática através de uma oficina de robótica, que serve como o principal produto pedagógico deste trabalho. Esses capítulos apresentam o currículo detalhado, o planejamento das aulas e um relatório completo de aplicação da oficina, permitindo que professores interessados possam replicar a metodologia. O [Capítulo 4](#) contextualiza o ambiente escolar e a integração da tecnologia, enquanto o [Capítulo 5](#) descreve a execução do projeto, incluindo as atividades práticas em que conceitos matemáticos são abordados de forma aplicada, como o uso de transformações geométricas, proporções, velocidade, circunferência e arcos. As aulas foram organizadas para permitir que os alunos experimentem a matemática de maneira interativa, enquanto montam e programam um robô Arduino para realizar cálculos e percorrer trajetórias específicas. Com o cronograma adaptável e os métodos de aplicação ajustáveis às diferentes realidades escolares, esse produto pedagógico representa uma ferramenta de ensino inovadora, que visa facilitar o aprendizado de matemática e despertar o interesse dos estudantes pela disciplina e pela tecnologia.

Assim, propõe-se um modelo de ensino de matemática que transcende os métodos tradicionais, integrando robótica e tecnologia de forma significativa e replicável. Cada capítulo contribui para fundamentar e exemplificar essa abordagem inovadora, oferecendo ao leitor uma visão detalhada da importância histórica e das evoluções metodológicas no ensino da matemática, dos recursos tecnológicos disponíveis e de uma oficina prática estruturada para transformar a sala de aula. Essa oficina, ao aliar conceitos matemáticos fundamentais ao uso de tecnologias como o Arduino, proporciona aos alunos uma vivência prática do conteúdo curricular, que se adapta às demandas do século XXI. Além disso, o material e a metodologia apresentados servem como um incentivo aos professores, oferecendo um caminho mais acessível para replicar o projeto em suas próprias aulas. Muitas escolas possuem recursos tecnológicos ricos, mas frequentemente falta formação adequada para utilizá-los de maneira eficaz. Este trabalho busca preencher essa lacuna, fornecendo ferramentas e orientações que facilitam a implementação de práticas inovadoras, permitindo que os professores aproveitem ao máximo os recursos disponíveis e melhorem suas aulas de forma significativa.

Com essa abordagem, espera-se contribuir para um ensino de matemática que seja atraente, interativo e relevante, preparando os alunos para um mercado de trabalho onde o pensamento computacional e as habilidades técnicas são cada vez mais essenciais. Além disso, ao tornar a matemática mais aplicável e conectada ao mundo tecnológico, este trabalho visa motivar alunos e professores a explorar o potencial educativo das novas tecnologias, criando um ambiente de aprendizado onde a experimentação e a criatividade possam florescer. Ao

oferecer um modelo replicável e de fácil adaptação, busca-se não apenas enriquecer o ensino da matemática, mas também empoderar os professores, incentivando-os a inovar e a transformar suas práticas pedagógicas de maneira sustentável e impactante.

EDUCAÇÃO EM MATEMÁTICA

2.1 Evolução da matemática ao longo dos anos

A história da matemática é vasta e cheia de descobertas que não apenas moldaram a ciência em si, mas também influenciaram profundamente os métodos de ensino dessa disciplina ao longo dos séculos. O estudo da matemática, em particular no contexto educacional, não se resume à mera transmissão de fórmulas e cálculos, mas envolve um entendimento das práticas pedagógicas e das filosofias que orientaram o ensino dessa ciência ao longo da história. Nos períodos mais antigos, a matemática era ensinada em diversas culturas antigas, incluindo o Egito, a Mesopotâmia, a Grécia e a Índia. No Egito, a matemática era essencialmente prática e estava voltada para as necessidades de cálculo relacionadas à construção de pirâmides, à administração de impostos e à agricultura, sendo assim transmitida oralmente, com grande ênfase em cálculos de áreas, volumes e números inteiros (Guerra, 2022).

O ensino de matemática na Grécia era geralmente restrito a uma elite educada e estava ligado a um ideal filosófico mais amplo: a busca pelo conhecimento universal. O método de ensino utilizado por filósofos como Platão e Aristóteles foi fundamental para a formação de uma pedagogia que visava cultivar o raciocínio lógico e a capacidade de abstração, valores esses que ainda estão presentes na educação matemática moderna (Nobre, 2002).

Já na Mesopotâmia, por volta de 2000 a.C., os babilônios utilizavam um sistema numérico sexagesimal (base 60), o que influenciaria o desenvolvimento do sistema de tempo e ângulos até os dias de hoje. No entanto, foi na Grécia Antiga que a matemática começou a ser vista de forma mais abstrata, separando-se das necessidades práticas e sendo considerada uma disciplina intelectual por si mesma. Assim, Grandes nomes, como Pitágoras, Euclides e Arquimedes, influenciaram a forma como a matemática passou a ser ensinada, com foco em provas e deduções rigorosas (GOMES *et al.*, 2005). Com o passar dos anos, durante a Idade Média, o desenvolvimento do conhecimento matemático sofreu uma desaceleração significativa na Europa.

Todavia, em outras regiões, como o mundo islâmico e a Índia, houve uma continuidade no estudo e na transmissão do saber matemático. Ainda, o Império Islâmico, especialmente entre os séculos VIII e XIV, foi um centro importante para a preservação e ampliação dos conhecimentos matemáticos adquiridos dos gregos, romanos e indianos .

Os estudiosos muçulmanos não apenas preservaram os textos gregos, como também introduziram avanços significativos, como o sistema de numeração decimal e o conceito de álgebra. Assim, matemáticos islâmicos, como Al-Khwarizmi e Omar Khayyam, escreveram tratados que influenciaram a matemática e a educação matemática no Ocidente e por meio de traduções e intercâmbio cultural, muitos desses conhecimentos chegaram à Europa na Baixa Idade Média, contribuindo para a renovação do estudo da matemática durante o Renascimento (Nobre, 2004).

Segundo GOMES *et al.* (2005), "O Renascimento significou o movimento de renovação intelectual e artística na Europa Ocidental, que atingiu seu apogeu no século XVI, influenciado principalmente pelas relações mercantis com o mundo árabe." Nesse contexto, o autor destaca que a redescoberta das obras de matemáticos gregos e romanos levou à reavaliação dos métodos de ensino da matemática, que até então estavam fortemente atrelados à teologia e à lógica escolástica. Com a valorização da razão e da experimentação, houve uma mudança na forma como o conhecimento matemático era transmitido, impulsionada também pela invenção da imprensa, que facilitou a disseminação de textos científicos e contribuiu para o avanço do ensino da matemática.

Sendo assim, figuras como Leonardo Fibonacci, com seu famoso "Liber Abaci", e Johannes Kepler, com suas leis do movimento planetário, impulsionaram a integração da matemática com a ciência. No entanto, foi com a invenção da imprensa, no século XV, que a disseminação do conhecimento matemático se acelerou, e livros de matemática passaram a ser mais acessíveis, e surgiram escolas e universidades que adotaram uma abordagem mais formal e sistemática para o ensino da matemática (Nobre, 2004).

Durante o Renascimento, também surgiram importantes mudanças pedagógicas e as escolas começaram a adotar um currículo mais abrangente, que incluía não apenas as ciências, mas também a filosofia e as artes, e assim a matemática passou a ser vista como uma ferramenta fundamental para o entendimento do mundo, e o ensino dessa disciplina se expandiu para além das classes aristocráticas, alcançando uma parcela maior da população (Nobre, 2004).

O período moderno, a partir do século XVII, assistiu ao surgimento de novos paradigmas no ensino e na prática da matemática e a invenção do cálculo por Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz, por exemplo, representou uma revolução que transformou a maneira como a matemática era entendida e aplicada (Nobre, 2002).

Nos séculos XVIII e XIX, a matemática se expandiu consideravelmente com o desenvolvimento de novas áreas, como a teoria das probabilidades, a estatística e a geometria

não-euclidiana. Logo, o ensino matemático passou a ser mais estruturado e organizado, com ênfase na formação de raciocínio lógico e no desenvolvimento de habilidades abstratas (Guerra, 2022).

O ensino da matemática no século XIX foi, em grande parte, dominado pela tradição europeia, especialmente na França e na Alemanha, onde as universidades e escolas técnicas passaram a adotar métodos pedagógicos mais científicos (Nobre, 2004).

Em evolução, o século XX trouxe grandes inovações e mudanças na forma como a matemática passou a ser ensinada nas escolas. A matemática moderna, que se afastava da matemática clássica e buscava incorporar novos conceitos e teorias, exigiu uma reformulação dos currículos escolares e das metodologias de ensino (Nobre, 2002).

Um dos marcos importantes foi a introdução da teoria das categorias e da lógica matemática, que influenciaram tanto o ensino quanto o estudo da matemática em nível acadêmico e durante a primeira metade do século, a pedagogia matemática foi dominada pelo "ensino tradicional", que enfatizava a repetição, o ensino de fórmulas e a resolução de problemas (Guerra, 2022).

Já nas décadas de 1960 e 1970, o Movimento da Matemática Moderna introduziu uma abordagem mais formalista, com forte ênfase na teoria dos conjuntos e na estruturação lógica da matemática. Embora esse modelo tenha promovido um rigor teórico significativo, acabou se distanciando das aplicações cotidianas, tornando-se alvo de críticas por parte de educadores (Gomes; Rodrigues, 2014). Paralelamente, nesse mesmo período, pesquisadores como Jean Piaget e Richard Skemp trouxeram contribuições importantes para a compreensão da aprendizagem matemática, enfatizando a importância do pensamento lógico e da construção ativa do conhecimento. Suas ideias influenciaram abordagens mais críticas e construtivistas no ensino da matemática, que buscavam garantir que os estudantes compreendessem o "porquê" dos conceitos matemáticos, e não apenas o "como" de seus procedimentos (Nobre, 2002).

Nos anos 1980, novas concepções começaram a se consolidar, como a educação matemática crítica e o construtivismo. O construtivismo propunha que os alunos construíssem seu conhecimento de forma interativa e dinâmica, enquanto a educação matemática crítica enfatizava o papel da matemática como instrumento de transformação social (Fiorentini, 1995).

Nos anos 1990, a abordagem da etnomatemática, proposta por D'Ambrosio (1993), trouxe uma nova visão sobre o ensino da matemática, reconhecendo-a como um conhecimento dinâmico e culturalmente influenciado. Esse enfoque destaca que os sistemas matemáticos desenvolvidos por diferentes povos são igualmente válidos e devem ser valorizados no ensino.

A etnomatemática permite que os alunos reconheçam a diversidade dos saberes matemáticos e compreendam a evolução da disciplina como resultado das interações humanas com o ambiente. Esse modelo pedagógico rompe com a ideia de uma matemática única e imutável, valorizando seu desenvolvimento histórico e suas aplicações em diferentes contextos (Gomes;

Rodrigues, 2014).

No século XXI, o avanço da tecnologia tem desempenhado um papel crucial na evolução do ensino da matemática. O uso de softwares como o GeoGebra e de metodologias de modelagem matemática tem possibilitado uma aprendizagem mais interativa e alinhada às demandas contemporâneas.

A modelagem matemática, conforme destacado por Müller (2000), permite transformar problemas reais em representações matemáticas, promovendo uma melhor compreensão dos conceitos. Integrar a modelagem com a história da matemática pode tornar o estudo mais envolvente, pois permite que os alunos modelem soluções para problemas enfrentados por civilizações antigas, como os gregos e os egípcios.

Além disso, a resolução de problemas históricos tem se mostrado uma abordagem eficaz, segundo Brandemberg (2017). O "Problema das Duas Torres" é um exemplo clássico presente no Liber Abaci (1202) de Leonardo Fibonacci. Este problema é frequentemente utilizado para comparar diferentes estratégias de resolução ao longo da história da matemática. Ao abordar esse problema em sala de aula, os alunos têm a oportunidade de explorar métodos antigos e modernos, compreendendo a evolução das técnicas matemáticas. Essa abordagem facilita a conexão entre a matemática histórica e a contemporânea, enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com (Borba; Villarreal, 2005), a revolução tecnológica do século XX, marcada pela introdução dos computadores e pelo desenvolvimento de softwares matemáticos como o GeoGebra, trouxe uma transformação significativa na forma de aprender e ensinar matemática. Esses autores destacam que essas ferramentas permitem aos alunos visualizarem conceitos matemáticos abstratos de maneira mais concreta e dinâmica, facilitando a compreensão e promovendo um aprendizado mais interativo. O uso de softwares não apenas auxilia no ensino, mas também redefine o papel das mídias e tecnologias como coadjuvantes no processo de construção do conhecimento matemático.

A evolução da matemática ao longo dos séculos reflete as transformações do pensamento humano e sua busca por compreender o mundo. O ensino dessa ciência também evoluiu, incorporando novas abordagens pedagógicas que buscam tornar a matemática mais acessível e significativa para os estudantes.

Neste sentido o objetivo era transformar a matemática em uma disciplina acessível e intuitiva, que favorecesse a resolução de problemas reais, pois o ensino de matemática passou a ser mais centrado no aluno, com atividades práticas e exploratórias, ao invés de simplesmente seguir uma sequência rígida de fórmulas e algoritmos (Guerra, 2022).

2.2 Matemática e metodologias de ensino na atualidade

O papel da matemática na sociedade contemporânea é mais significativo do que nunca com a crescente digitalização, automação e globalização, ela se tornou fundamental para diversas áreas do conhecimento, como a ciência da computação, a engenharia, a economia, a medicina, a inteligência artificial e a análise de dados.

De acordo com [Kaiser et al. \(2002\)](#), as disparidades na qualidade do ensino de matemática entre diferentes países são evidentes em avaliações internacionais, como o Programme for International Student Assessment (PISA). Países como Cingapura e Finlândia consistentemente alcançam altos desempenhos, atribuídos a currículos rigorosos, formação docente de excelência e metodologias de ensino centradas na compreensão conceitual e na resolução de problemas. Em contraste, nações como o Brasil enfrentam desafios significativos, refletidos em desempenhos inferiores nessas avaliações. Fatores como a formação inadequada de professores, recursos limitados e desigualdades socioeconômicas contribuem para essas discrepâncias.

No contexto brasileiro, a desigualdade educacional é particularmente acentuada. Estudos indicam que apenas 3% dos estudantes brasileiros de baixo nível socioeconômico possuem aprendizado adequado em matemática, conforme dados do Interdisciplinaridade e Evidências no Debate Educacional (Iede). Além disso, em 2021, no 3º ano do Ensino Médio, o percentual de estudantes da rede pública com aprendizado adequado em matemática foi de apenas 5%. Esses números refletem a urgência de ações voltadas para a melhoria do ensino de matemática no país ([IEDE, 2022](#)).

A compreensão dessas diferenças é crucial para a implementação de políticas educacionais que visem elevar a qualidade do ensino de matemática no Brasil. Investimentos na formação continuada de professores, na melhoria da infraestrutura escolar e na adoção de metodologias mais inclusivas e interativas, inspiradas em práticas de países com alto desempenho, são passos fundamentais para mitigar essas desigualdades e garantir uma educação matemática mais equitativa e eficaz.

Muitos alunos enfrentam dificuldades em se engajar com a matemática devido à sua natureza abstrata e à metodologia tradicional de ensino, que frequentemente enfatiza cálculos complexos e a memorização de fórmulas. Essa abordagem pode resultar em experiências de aprendizagem negativas, fazendo com que a matemática seja percebida como distante da realidade cotidiana dos estudantes. Além disso, a ansiedade matemática é um fenômeno psicológico que afeta a capacidade dos alunos de compreender e aplicar conceitos matemáticos. Estudos indicam que essa ansiedade pode levar ao fracasso escolar, criando um ciclo vicioso de insegurança e aversão à disciplina ([Silva; Maximino, 2022](#)).

Outro desafio significativo no ensino de matemática é a desigualdade no acesso a recursos e materiais educativos de qualidade. Segundo [Oliveira e Cunha \(2021\)](#), em muitos contextos, especialmente em áreas periféricas e rurais, os estudantes não dispõem de tecnologias digitais,

softwares educativos ou de uma formação docente adequada, o que amplia as disparidades no aprendizado e compromete a equidade no acesso ao conhecimento matemático.

Nos últimos anos, diversas inovações pedagógicas têm sido adotadas para tornar o ensino de matemática mais envolvente, significativo e eficaz. O construtivismo, uma abordagem pedagógica baseada nas teorias de Jean Piaget e Lev Vygotsky, tem influenciado significativamente o ensino de matemática. Piaget (1952) destacou que o aprendizado ocorre por meio de estágios de desenvolvimento cognitivo, nos quais o aluno constrói ativamente o conhecimento a partir da interação com o ambiente e pela assimilação e acomodação de novas informações. No contexto da matemática, isso implica incentivar os alunos a explorar conceitos de forma prática e investigativa, promovendo o pensamento lógico e a resolução de problemas em situações concretas. Por outro lado, Vygotsky (1978) enfatizou o papel do contexto social e das interações no processo de aprendizagem, destacando a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde o aluno pode alcançar um nível mais avançado de compreensão com o auxílio de mediadores, como professores ou colegas mais experientes.

Atividades como a resolução de problemas, o uso de jogos matemáticos e discussões em grupo alinham-se com o construtivismo e têm demonstrado resultados positivos no engajamento dos alunos e no desenvolvimento do pensamento crítico. Essas estratégias promovem o protagonismo dos estudantes em seu próprio aprendizado, utilizando a matemática como ferramenta para explorar o mundo ao seu redor (Campos, 2022).

“A aprendizagem ativa exige do estudante envolvimento e protagonismo no processo de construção do conhecimento, o que se distancia do modelo tradicional baseado apenas na memorização” (??).

A tecnologia também desempenha um papel crescente no ensino de matemática, tanto como ferramenta de apoio ao aprendizado quanto como objeto de estudo. O uso de softwares matemáticos, como o GeoGebra, permite que os alunos visualizem conceitos abstratos de maneira mais concreta e dinâmica, facilitando a compreensão e a exploração de problemas mais complexos (Oliveira; Cunha, 2021).

Além disso, a educação matemática digital inclui o uso de plataformas de ensino a distância e recursos online, que oferecem acesso a materiais educativos, vídeos explicativos e exercícios interativos a qualquer momento e lugar. Esse modelo de ensino flexível e personalizado tem se mostrado eficiente na promoção da aprendizagem (Oliveira; Cunha, 2021).

Uma tendência crescente no ensino de matemática é a busca por abordagens mais contextualizadas e interdisciplinares. Em vez de ensinar conceitos matemáticos de forma isolada, educadores têm procurado integrá-los com outras disciplinas, como ciências, geografia, arte e história. Por exemplo, em aulas de matemática, podem ser explorados problemas que envolvam dados estatísticos sobre questões sociais ou analisar padrões geométricos presentes na arte e na natureza. Isso torna a matemática mais relevante e ajuda os alunos a perceberem a interconexão

entre diferentes áreas do conhecimento (Campos, 2022).

O ensino baseado em projetos (EBP) é outra metodologia que tem ganhado destaque. Nesse modelo, os alunos trabalham em projetos interdisciplinares que envolvem a resolução de problemas reais, frequentemente utilizando a matemática para encontrar soluções. Ao se envolverem em projetos, os estudantes aplicam conceitos matemáticos de forma prática e significativa, desenvolvendo habilidades de trabalho em equipe, criatividade e comunicação (Campos, 2022).

As metodologias de ensino em matemática estão intimamente ligadas à evolução das tecnologias e das abordagens pedagógicas. Ferramentas como a inteligência artificial e o aprendizado de máquina têm o potencial de transformar a forma como os alunos aprendem matemática, oferecendo soluções personalizadas para as necessidades de cada estudante. Além disso, tecnologias como a realidade aumentada (AR) e a realidade virtual (VR) podem criar experiências imersivas de aprendizagem, tornando os conceitos matemáticos mais tangíveis e acessíveis (Oliveira; Cunha, 2021).

Ao mesmo tempo, a matemática continua sendo uma habilidade fundamental para o desenvolvimento de competências que vão além da sala de aula, como o pensamento crítico, a tomada de decisões informadas e a resolução de problemas complexos (Campos, 2022).

2.3 O professor como sujeito de ensino e aprendizagem em matemática

A todo momento, novas experiências são incorporadas ao conhecimento humano, transformando nossa forma de ver, sentir e compreender o mundo. Essas mudanças refletem as condições sociais e históricas de cada época, influenciando a maneira como construímos significados e interagimos com a realidade. No contexto educacional, a revolução técnico-científica, especialmente no campo da informática, trouxe novas possibilidades de aprendizagem, modificando o processo de ensino e ampliando as formas de transmissão do conhecimento (Morettini; Cunha, 2008).

Nesse cenário, o ensino da matemática não se limita à simples transmissão de conteúdos, mas envolve a organização de atividades pedagógicas que incentivem a construção do conhecimento de forma significativa. A aprendizagem eficaz exige planejamento e estratégias que engajem tanto o aluno quanto o professor, tornando o processo dinâmico e acessível. Dessa forma, uma abordagem pedagógica bem estruturada pode reduzir dificuldades e tornar a matemática mais compreensível e aplicada ao cotidiano dos estudantes.

O mundo moderno exige que o conhecimento seja constantemente atualizado e utilizado de maneira crítica. No entanto, o excesso de informações pode criar barreiras ao pensamento autônomo, limitando a compreensão a perspectivas únicas. Nesse contexto, a educação deve ir

além da simples assimilação de conceitos, estimulando a reflexão e a capacidade de análise. A internet e outras ferramentas digitais oferecem um vasto campo para o compartilhamento de informações, mas cabe à escola e aos educadores direcionarem esse uso de maneira produtiva.

Diante dessa realidade, a proposta educacional de Paulo Freire se mostra relevante ao defender uma aprendizagem inovadora e problematizadora. Em um currículo democrático e inclusivo, o professor assume um papel fundamental como mediador do conhecimento, organizando informações e estratégias pedagógicas para estimular o pensamento crítico dos alunos. Assim, o ensino da matemática pode ser transformado em um processo interativo e significativo, no qual o professor não apenas transmite conteúdos, mas facilita a construção ativa do saber (Bretas, 2024).

Sendo assim, o papel mais tradicional do professor de matemática é mediar o conhecimento, pois ele facilita o processo de aprendizagem, organizando e apresentando os conteúdos de forma clara e acessível. Porém, em vez de ser apenas um transmissor passivo de informações, o professor deve ser um facilitador ativo, que organiza a aprendizagem de modo que os alunos construam o conhecimento de forma significativa. Logo, isso envolve não apenas explicar as fórmulas e conceitos matemáticos, mas também apresentar os diferentes métodos de resolução e incentivar a investigação, o questionamento e a busca por alternativas (Canavarro; Ponte, 2005).

As novas tecnologias desempenham um papel fundamental no ensino da matemática, proporcionando uma aprendizagem mais rápida, interativa e baseada no raciocínio lógico. De acordo com (Ribeiro; Paz, 2012):

"Diante do poder e fascínio que as Novas Tecnologias podem promover no ensino da Matemática, levando o aluno a um conhecimento rápido, fácil, interativo e acompanhado de um raciocínio lógico, é que tanto o professor como o aluno tem a obrigação de acompanhar essa evolução tecnológica e, assim, inserir-se nesse mundo cada vez mais digitalizado, sobre pena de ser evadido do sistema social".

A autora destaca que tanto professores quanto alunos têm a obrigação de se inserir nesse contexto digitalizado, acompanhando a evolução tecnológica para evitar o afastamento do sistema educacional e social. A utilização de ferramentas digitais no ensino matemático não só facilita a compreensão dos conteúdos, mas também torna o aprendizado mais atraente e acessível, o que é essencial no cenário educacional atual.

A adaptação às tecnologias digitais não deve ser vista apenas como uma necessidade de acesso a novas ferramentas, mas como uma forma de melhorar o processo de ensino-aprendizagem e desenvolver habilidades cognitivas importantes, como a capacidade de resolver problemas e o pensamento crítico. O professor, ao integrar essas tecnologias em suas práticas pedagógicas, se torna um facilitador, ajudando os alunos a se prepararem para um mundo cada vez mais digital e interconectado.

O professor também tem um papel crucial em motivar os alunos a se interessarem pela

matemática e a superarem as dificuldades que essa disciplina muitas vezes impõe, pois ela é uma matéria que, tradicionalmente, gera medo e ansiedade em muitos alunos, que podem se sentir intimidados pelas abstrações e complexidade dos conceitos (Morettini; Cunha, 2008).

Além disso, o professor pode usar a matemática para mostrar sua relevância no mundo real, ao relacionar os conceitos matemáticos com situações cotidianas ou com outras áreas do conhecimento ajuda os alunos a perceberem a matemática como uma ferramenta poderosa para entender e transformar a realidade, e não como uma disciplina isolada e sem aplicação prática (Canavarro; Ponte, 2005).

Ainda, desempenha um papel fundamental no processo de avaliação, que deve ser visto como uma oportunidade de aprender com os alunos e melhorar as práticas pedagógicas. A avaliação não deve ser apenas um instrumento para medir o desempenho dos alunos, mas também uma ferramenta para entender as dificuldades e os avanços de cada estudante, ao utilizar diferentes formas de avaliação, como provas, atividades práticas, projetos e observação contínua, para obter uma visão mais abrangente do aprendizado dos alunos (Morettini; Cunha, 2008).

Além disso, o professor precisa ser reflexivo sobre sua própria prática pedagógica, ao avaliar constantemente suas estratégias de ensino, identificar pontos de melhoria e buscar formas de inovar e adaptar o ensino às necessidades da turma. A formação continuada, seja por meio de cursos, pesquisas ou troca de experiências com outros profissionais, é essencial para o crescimento e aprimoramento da prática docente.

2.4 A importância de novas tecnologias para o ensino da matemática

A matemática está sempre presente na vida de todo indivíduo, alfabetizado ou não, pois é criada e desenvolvida a partir das necessidades da existência humana no meio social. Ela, consistem em uma ampla gama de relações, padrões e conexões que despertam a curiosidade e estimulam a generalização, a conjectura, a previsão e a abstração, contribuindo para estruturar o pensamento lógico e o desenvolvimento (Henz, 2008).

Faz parte da vida de todos, desde atividades mais simples como contar, comprar e trabalhar com quantidades até atividades mais complexas envolvendo robótica e física quântica. Desta forma, é possível afirmar que nenhum ser humano vive sem utilizar a matemática em algum momento.

Neste sentido, a experiência escolar das ciências matemáticas é uma atividade que se soma às atividades do indivíduo, ou seja, introduzida em um processo contínuo de desenvolvimento que se inicia antes de sua escolarização, para que o sujeito possua alguma forma de proeza matemática (Ribeiro; Paz, 2012).

Deste ponto de vista, a matemática é, sem dúvida, a melhor ciência para analisar o

funcionamento da mente e desenvolver um raciocínio adequado para o estudo de qualquer assunto. No entanto, são muitas as dificuldades que os indivíduos enfrentam no processo de aprendizagem, principalmente quando a relação entre o conteúdo temático e a realidade dos alunos não é explicada adequadamente. Ensinar matemática sem especificar a origem e a finalidade de seus conceitos contribui para o fracasso escolar (Oliveira; Cunha, 2021).

Sendo assim, as tecnologias têm se mostrado grandes aliadas no ensino da matemática, pois permitem integrar modelagem, imagens e jogos ao currículo educacional. Como a sociedade está cada vez mais conectada às tecnologias, os jovens tendem a aprender melhor por meio da prática do que apenas com teoria. Dessa forma, é essencial repensar as aulas tradicionais de matemática, tornando o uso de computadores e softwares matemáticos uma realidade no ambiente escolar (Henz, 2008).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCN, 1997, p. 21) é fundamental a utilização de tecnologias para a atualização dos conhecimentos dos alunos, onde se discorre:

"A Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar... Recursos didáticos como jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, a base da atividade matemática". (Brasil, 1997)

Para pensar a implementação efetiva do uso de novas tecnologias em sala de aula, precisamos pensar na oportunidade de mudança não apenas no âmbito da política educacional. O governo deve desenvolver medidas para introduzir a tecnologia da informação e comunicação nas escolas públicas como recurso pedagógico para educadores e implementar políticas de estado na área de inclusão (Oliveira; Cunha, 2021).

Nos últimos anos, o governo brasileiro tem demonstrado um crescente reconhecimento sobre a importância da integração de tecnologias digitais no ensino, especialmente na educação matemática. Com a implementação do Novo Ensino Médio, diversos programas têm sido criados com o intuito de promover uma abordagem mais contextualizada e inovadora, refletindo as necessidades dos alunos no século XXI.

“O uso da tecnologia no espaço escolar não deve ser visto apenas como recurso de apoio, mas como ferramenta capaz de promover novas formas de ensinar e aprender, favorecendo a participação ativa do estudante” (??).

Esse movimento é exemplificado no descritivo sobre o itinerário "Matemática e suas Tecnologias", onde está escrito que:

"O estudante terá uma visão integrada da Matemática aplicada à realidade em diferentes contextos, levando em conta a realidade do aluno do Ensino Médio, que são impactados pelos avanços tecnológicos e pelas exigências do mercado de trabalho, pelos projetos de bem viver dos seus povos, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros. Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior."(MEC, 2021)

Essas diretrizes enfatizam a necessidade de uma educação matemática que não apenas transmita conhecimentos teóricos, mas que também prepare os alunos para lidar com as complexidades do mundo atual. A implementação de tecnologias digitais e a promoção do pensamento crítico refletem uma visão progressista da educação, que valoriza a formação de cidadãos aptos a integrar-se e atuar de forma eficaz na sociedade.

"As novas tecnologias fazem parte da vida dos alunos, estão presentes em seu cotidiano, seja nas atividades de rotina como ir ao banco, ao supermercado, os próprios meios de comunicação que estão cada vez mais digitalizados, portanto, a escola não pode e não deve ignorá-las, pois a tendência é de que a sociedade se informatize cada vez mais e assim faz-se necessário aprender a conviver e manipular estes recursos."(Henz, 2008)

A matemática ensinada entre professores e alunos deve garantir uma troca dinâmica de conhecimentos e experiências. Com o avanço das tecnologias, essa interação pode ir além dos limites físicos da sala de aula, permitindo novas formas de aprendizado em ambientes virtuais. O uso da Internet e de ferramentas digitais possibilita o acesso a conteúdos interativos e colaborativos, ampliando as oportunidades de ensino e aprendizagem para além do espaço escolar tradicional (Vasconcelos *et al.*, 2021).

Além disso, é essencial que essa experiência seja envolvente e significativa. O ensino da matemática deve despertar a curiosidade e a motivação dos alunos, incentivando-os a enfrentar desafios de forma ativa e prazerosa. O uso de recursos tecnológicos pode contribuir para tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e alinhadas com as realidades dos estudantes, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas de maneira mais intuitiva (Ribeiro; Paz, 2012).

Para o ensino básico da matemática, existem softwares que ajudam a criar um ambiente de aprendizado interativo e lúdico. Baseando-se no artigo de (Alapenha, 2023), o Software Tux Math Scrabble mostrado na Figura 1 foi originalmente desenvolvido para o sistema operacional Linux e, posteriormente, expandido para se tornar multiplataforma, disponível para Linux, Mac e Windows. O software foi construído com código aberto e lançado sob a licença GNU (General Public License). O aplicativo educacional é voltado para o aprendizado da matemática, oferecendo desafios que envolvem a construção de equações compostas e a consideração de

múltiplas possibilidades abstratas. Ele possui três níveis de prática que cobrem as operações básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Figura 1 – Software Tux Math Scrabble



Fonte: print do programa

Outro software citado pelo mesmo autor, (Alapenha, 2023), é o Software Educandus mostrado na Figura 2, uma ferramenta educacional voltada para o ensino da matemática em diferentes níveis de escolaridade. O Educandus oferece uma plataforma interativa que facilita o acesso a atividades matemáticas de forma lúdica e dinâmica. Ele se destaca como um recurso para professores complementarem suas aulas, ajudando os estudantes a desenvolver habilidades de resolução de problemas e a compreensão de conceitos matemáticos de maneira prática e envolvente.

Figura 2 – Software Educandus



Fonte: print do programa

Outra ferramenta que merece destaque é o Matific indicado na Figura 3, uma plataforma de aprendizagem matemática que ganhou popularidade significativa durante a pandemia. O Matific oferece uma variedade de atividades interativas e gamificadas, que tornam o aprendizado da matemática mais envolvente para os alunos. Com um foco em conceitos fundamentais, o Matific permite que os estudantes pratiquem suas habilidades de maneira lúdica e eficaz. Embora o acesso ao Matific ofereça uma versão de demonstração, a plataforma é, em sua totalidade, um serviço pago, garantindo acesso a recursos completos e a uma vasta gama de atividades adaptadas às necessidades de diferentes níveis de aprendizagem.

Figura 3 – Plataforma Matific



Fonte: MATIFIC. Disponível em: <https://www.matific.com>. Acesso em: 21 out. 2024

O uso da tecnologia na matemática não se limita a programas encontrados no mercado. Os avanços tecnológicos podem ser provocados pelos professores, como na introdução da robótica, para ensino e aprendizagem da matemática. Dependendo da mediação, o uso da tecnologia pode desenvolver o aluno a construir, programar, e até se comprometer com atividades ao meio ao qual está inserido (Oliveira; Cunha, 2021).

Para enriquecer a discussão sobre a aplicação da tecnologia no ensino da matemática, serão apresentados alguns trabalhos que exploram diferentes metodologias e abordagens. Essas pesquisas demonstram como a integração da tecnologia pode não apenas facilitar o entendimento de conceitos matemáticos, mas também engajar os alunos em um processo de aprendizagem ativo e colaborativo.

O estudo de (Kunzler *et al.*, 2021) intitulado "A Robótica no Ensino de Matemática" foca na integração de conhecimentos teóricos e práticos através da criação de robôs. Os autores destacam que, por meio de oficinas, os alunos são incentivados a participar de competições, promovendo um ambiente em que o professor atua como guia. Essa abordagem não apenas

ensina conteúdos matemáticos, mas também proporciona experiências valiosas em automação e informática, preparando os alunos para o mercado de trabalho.

A pesquisa realizada por (Azevedo; Maltempi, 2020) no artigo "Processo de Aprendizagem de Matemática à Luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional" busca compreender como jogos digitais e dispositivos de robótica podem ser utilizados para tratar questões relacionadas ao Parkinson. Através de atividades que promovem a autonomia e o pensamento criativo, os alunos desenvolveram um jogo chamado "Pegue o Peixe", destacando a importância do trabalho em equipe e do pensamento construtivista no processo de aprendizagem.

Segundo Santos e Medeiros (2017), em "Robótica com Materiais Recicláveis e a Aprendizagem Significativa no Ensino da Matemática", investigam a efetividade do uso da robótica como ferramenta pedagógica no Ensino Fundamental. O foco do estudo é a construção de robôs com sólidos geométricos, proporcionando aos alunos uma forma prática de entender conceitos matemáticos e a importância da sustentabilidade.

Por sua vez, o autor Fraccanabbia, Luvisa e Bavaresco (2018), em "Planejamento de Trajetórias Polinomiais para Robótica com Arduino", introduzem estudantes de graduação em pesquisas aplicadas à robótica educacional. O trabalho foca no uso da plataforma Arduino para gerenciar e controlar o movimento de robôs, integrando matemática e tecnologia de forma inovadora e desafiadora para os alunos.

Esses estudos evidenciam o potencial das tecnologias educacionais na transformação do ensino da matemática, ao promover uma aprendizagem ativa e interdisciplinar. A combinação de teoria e prática, aliada ao uso de ferramentas modernas, contribui para o desenvolvimento de competências essenciais, preparando os alunos para os desafios do século XXI.

Observou-se que, embora a presença de recursos tecnológicos nas escolas tenha se tornado mais comum, sua utilização efetiva ainda enfrenta desafios, principalmente pela falta de formação específica para os docentes. Isso reforça a necessidade de estratégias que viabilizem o uso dessas ferramentas de forma acessível e alinhada aos objetivos pedagógicos.

Dessa forma, a robótica educacional surge como uma alternativa promissora para o ensino da matemática, porém ainda são poucas as formações ou materiais disponíveis sobre o assunto. A proposta apresentada busca justamente ajudar a suprir essa lacuna, oferecendo aos professores um caminho viável para integrar a tecnologia às suas práticas sem demandar conhecimentos avançados em programação. Com isso, espera-se que a robótica não apenas enriqueça o processo de ensino e aprendizagem, mas também contribua para tornar a matemática mais significativa e conectada à realidade dos alunos.

USO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

3.1 Tecnologias no cenário social

A tecnologia da informação e comunicação trazem consigo um convite à reflexão sobre questões relevantes do ponto de vista prático-teórico, para o leitor a quem interessa este tema, a quem se debruça sobre o estudo das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem escolar.

Ao refletir sobre os objetivos educacionais, os métodos de ensino e as práticas pedagógicas, podemos destacar importantes marcos históricos que contribuíram para o avanço do entendimento sobre o uso das tecnologias na educação no Brasil. Essas discussões ajudaram a reforçar a importância das tecnologias no ambiente escolar e a evolução desse campo.

Segundo [Kenski \(2013\)](#), o conceito de tecnologia vai muito além das máquinas e dispositivos físicos. Ela abrange tudo o que a engenhosidade humana foi capaz de criar ao longo da história, incluindo as formas de uso e aplicação dessas criações. Dessa forma, a tecnologia envolve desde ferramentas concretas até elementos simbólicos, como a linguagem, a escrita e o pensamento, que ajudam a superar barreiras naturais e oferecem vantagens ao ser humano sobre os demais seres.

Assim [Araujo et al. \(2017\)](#) complementam essa visão ao destacar que, com o uso de recursos naturais, o ser humano consegue construir instrumentos e símbolos que facilitam a realização de diversas atividades, sendo a tecnologia uma ponte entre o homem e o mundo natural. Assim, a evolução tecnológica pode ser vista não apenas como uma questão material, mas também como a criação de meios para expandir capacidades e transformar o mundo ao redor.

Neste sentido, segundo [Bruzzi \(2016\)](#) o desenvolvimento da tecnologia cria novas formas de convivência. A relação entre o ser humano e o meio ambiente ocorre com o apoio de diversos dispositivos tecnológicos e midiáticos, que tornam visíveis teorias e permitem uma abordagem mais prática.

A tecnologia, então, pode ser vista como uma extensão das capacidades humanas, indo além dos objetos tangíveis e incorporando elementos abstratos que são essenciais para o desenvolvimento das sociedades. Desde a criação de ferramentas básicas até a elaboração de sistemas complexos, o ser humano utiliza a tecnologia para superar desafios e moldar o ambiente ao seu redor (BRASIL, 2011). Nesse sentido, conceitos como a escrita, a matemática e até o próprio pensamento são tecnologias, pois servem como instrumentos que auxiliam na resolução de problemas, na comunicação e na organização do conhecimento.

Ainda é preciso entender que as tecnologias e mídias modernas podem ser definidas como um processo de assimilação de informações que estimulam o lugar do pensar, ambiente onde nascem e se desenvolvem ideias, concepções sobre o sujeito e a sociedade, bem como o modo como se reproduz a vida.

Quando discutimos o surgimento dos recursos tecnológicos e sua importância para o desempenho no ensino, estamos falando não apenas da prática docente, mas também do papel social da escola. A escola é um espaço de inserção social, onde se constrói e compartilha o conhecimento acumulado pela humanidade ao longo do tempo (Lima; Araújo, 2021). Nesse contexto, as tecnologias desempenham um papel fundamental, pois fazem parte da nossa realidade social. Elas não surgem isoladamente, mas estão integradas às nossas práticas diárias e ajudam a moldar a forma como aprendemos e ensinamos. Com isso, percebemos que as tecnologias existem para nos ajudar a entender e transformar o mundo ao nosso redor.

Ainda, se analisa como as diferentes tecnologias têm sido utilizadas, a formação do professor para o manejo destes instrumentos de ensino, a importância da linguagem que os instrumentos tecnológicos apresentam para facilitar o acesso aos saberes, conteúdos e todo conhecimento que se propõe no currículo escolar.

A escola pública brasileira percorreu inúmeros momentos que fizeram da experimentação o caminho de aperfeiçoamento da prática, desde as aulas no quadro negro e giz branco, aos programas e cartilhas de alfabetização mais tradicionais, aulas televisionadas com programas de acesso à informação, de exemplo o Telecurso Brasil, até os dias atuais, onde salas de informática, tablets, aulas de robótica e outros instrumentos pedagógicos fazem parte do planejamento didático.

Para compreender o caminho das novas tecnologias no ambiente escolar, é importante destacar as observações feitas por Brito e Purificação (2011), complementadas por Araújo *et al.* (2017). Segundo esses autores, o surgimento dos computadores modernos ocorreu na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial. Inicialmente desenvolvidos para cálculos militares, esses dispositivos foram se aperfeiçoando ao longo dos anos e ganharam aplicação em diversos setores, incluindo a educação.

Nos anos 1960, nos Estados Unidos, o microcomputador se popularizou e se tornou uma ferramenta essencial no ambiente de trabalho. Paralelamente, a discussão sobre a incorporação

de tecnologias na educação ganhou destaque, fundamentada no tecnicismo. Segundo [Leite e Sampaio \(1999\)](#), esse movimento visava a utilização de recursos tecnológicos para otimizar o processo de ensino, embora a implementação prática ainda fosse limitada. Durante as décadas de 1960 e 1970, a educação também começou a incorporar tecnologias emergentes, como projetores de slides e filmes educativos, visando enriquecer o processo de ensino. Esses recursos audiovisuais complementavam as aulas tradicionais, proporcionando aos estudantes experiências de aprendizagem mais diversificadas.

Nos anos 1980, o governo brasileiro realizou investimentos significativos em informática na educação, buscando modernizar o ensino e preparar os estudantes para as demandas tecnológicas emergentes. De acordo com [Sena et al. \(2021\)](#), esse período foi marcado pela introdução de computadores nas escolas e pelo desenvolvimento de programas voltados para a capacitação de professores no uso dessas ferramentas. No Brasil, esse processo se intensificou nos anos 1980, quando o governo fez grandes investimentos em informática na educação.

A década de 1990 testemunhou a expansão da internet, que trouxe profundas transformações nas esferas sociais e econômicas, impactando também a dinâmica escolar. Conforme [Silva e Correa \(2014\)](#), a conectividade permitiu o acesso a uma vasta gama de informações e recursos educacionais, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem.

Nos anos 2000, a presença de salas de informática nas escolas tornou-se mais comum, proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades digitais essenciais. Segundo [Gonçalves et al. \(2019\)](#), esse período foi caracterizado pela integração de dispositivos como computadores e projetores nas atividades pedagógicas, além do uso de softwares educativos para complementar o ensino tradicional.

Na última década, a evolução tecnológica na educação global tem sido marcada pela incorporação de dispositivos móveis, como tablets e smartphones, e pela introdução de disciplinas como robótica no currículo escolar. De acordo com [Lima e Araújo \(2021\)](#), essas inovações buscam tornar o ambiente educacional mais dinâmico e conectado às demandas da sociedade contemporânea, promovendo metodologias ativas de aprendizagem e incentivando a criatividade dos estudantes.

Esses avanços tecnológicos demonstram como a educação tem sido moldada pela incorporação de novas ferramentas, alterando tanto os processos de ensino quanto a organização das escolas. A introdução dessas tecnologias não apenas facilitou a gestão escolar, mas também trouxe novas possibilidades para o ensino e a aprendizagem, tornando o ambiente educacional mais dinâmico e conectado às demandas da sociedade contemporânea.

Diante da rápida evolução das tecnologias, como a informação instantânea, os efeitos visuais no cinema e a popularidade dos jogos virtuais, a escola se vê desafiada a reconhecer e integrar essas ferramentas que já fazem parte do cotidiano dos alunos. O autor [Romanello \(2016\)](#), ressalta que pensar o uso das tecnologias na educação exige um esforço coletivo. Esse

esforço deve envolver a cooperação para tomar decisões, criar novas iniciativas e definir planos, políticas e pedagogias. A proposta é "reinventar a escola", buscando formas inovadoras de ensinar e aprender, com o objetivo de potencializar a educação por meio de uma reflexão crítica e colaborativa.

Nesse sentido, o uso da tecnologia na escola não é apenas uma adaptação ao que já existe, mas uma oportunidade de transformar o ensino, promovendo uma educação mais conectada com as realidades dos alunos e as demandas da sociedade atual. A escola deve se renovar constantemente, adotando novas estratégias para tornar o aprendizado mais dinâmico e relevante.

Hoje, o conhecimento está mais acessível do que nunca, e o professor deixou de ser o único detentor do saber, assumindo o papel de mediador no processo de aprendizado. No entanto, essa realidade não foi sempre assim. Para alcançar essa condição, a escola teve que passar por diferentes fases pedagógicas e enfrentar desafios. Ao mesmo tempo, o mercado de trabalho começou a reconhecer a importância de inserir a criança, desde cedo, no mundo digital, preparando-a para se tornar um adulto capaz de lidar com as diversas tecnologias que são essenciais, especialmente no ambiente profissional.

3.2 Inserção e uso das tecnologias na educação

A tradicional sala de aula com sua lousa e o professor constantemente como detentor do saber tem sido a cada dia mais superada por um espaço dinâmico, interativo, que valorize situações didáticas cada vez mais necessárias para facilitação do conhecimento.

Conforme destacado por [Coll e Monereo \(2010\)](#), estamos vivenciando, há várias décadas, o surgimento de uma nova forma de organização econômica, social, política, cultural e educacional, a qual chamamos de sociedade da informação (SI). Essa nova realidade traz novas maneiras de trabalhar, de comunicar-se, de relacionar-se, de aprender, de pensar, em suma, de VIVER e CONVIVER. Essa transformação reflete o impacto profundo que as tecnologias da informação têm sobre todas as esferas da vida, alterando não apenas a forma como interagimos e aprendemos, mas também como compreendemos o mundo ao nosso redor. A sociedade da informação impõe à escola o desafio de se adaptar a essas novas exigências, incorporando tecnologias que favoreçam a construção de conhecimento de maneira mais dinâmica e conectada com a realidade dos alunos.

Pensar a didática educacional, a prática docente e o processo de ensino aprendizagem é um desafio necessário a cada dia que a escola sobrevive a uma sociedade cada vez mais evoluída em termos de criações e inovações nos diferentes lugares que a ciência ocupa na vida.

O professor como sujeito que questiona este processo jamais poderia ser aqui posto em segunda discussão considerando ser o principal responsável por um ambiente didático e interativo com formas de pensar e se apropriar das tecnologias como instrumento que amplia e facilita o pensamento, a criação, alimenta a comunicação e facilita o acesso à informação e a

troca de saberes, rompendo com distâncias provocadas pela limitação geográfica e por outras condições.

Segundo [Romanello \(2016\)](#), "é possível perceber que as tecnologias estão cada vez mais disponíveis para serem utilizadas em salas de aulas, contudo, observa-se que ainda são poucos os professores que optam por utilizá-las". Esse dado reflete a resistência observada por muitos docentes em adotar as tecnologias, embora elas estejam amplamente acessíveis, destacando a necessidade de maior formação e incentivo para que se tornem ferramentas realmente integradas ao cotidiano escolar.

[Almeida \(2009\)](#) destaca que as primeiras iniciativas de inserção das tecnologias na educação foram sustentadas por um discurso modernizante, no qual a escola tinha o papel de formar a mão-de-obra capaz de manusear as tecnologias emergentes, com ênfase no desenvolvimento das habilidades técnicas para o uso dos novos ferramentais tecnológicos, os quais estavam sendo incorporados ou estavam em processo de incorporação pelas empresas.

Diante desse cenário, como instituição onde se centralizam as políticas públicas educacionais, surge o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a Universidade de Campinas (UNICAMP) enquanto organizações responsáveis pelo desenvolvimento de ações que pudessem configurar a inserção de tecnologias no ambiente escolar, contexto em que pesquisa e extensão estiveram atuando no sentido de realizar de institucionalizar o uso das novas tecnologias, [Almeida \(2009\)](#) menciona que:

As origens dessas práxis remontam à instalação de centros de pesquisas e de unidades piloto para o uso experimental desses recursos por pesquisadores, professores e alunos tendo, desde o início em seus referenciais, práticas verticalizantes e unas, originadas nos modelos e matrizes pensadas pelo MEC nas décadas de 80/90, com forte influência dos projetos concebidos no MIT e difundidos no Brasil principalmente pela UNICAMP. Tais experiências evoluíram para grandes programas governamentais formulados para inserção de tecnologias em escolas, como o atual PROINFO3 e seus antecessores e similares ([Almeida, 2009](#), p. 2).

A crescente demanda social e do mercado de trabalho tem impulsionado o uso da tecnologia nas escolas. Em 2008, o Ministério da Educação (MEC) lançou o Guia de Tecnologias Educacionais, um documento que reforça a importância de integrar tecnologias ao ambiente escolar e sugere formas de aplicação. O guia destaca que: "O uso da robótica não se limita à construção de unidades ou protótipos automatizados, mas está pautado na exploração conceitual de conteúdos curriculares como matemática, ciências, geografia, história e meio ambiente. Também busca desenvolver aspectos de comportamento em grupos, liderança e empreendedorismo, obedecendo à maturidade e cognição do aprendiz." ([MEC, 2008](#)). Essa visão amplia o conceito de robótica educacional, evidenciando que seu impacto vai além do desenvolvimento técnico. A robótica é um instrumento para o aprendizado interdisciplinar, contribuindo para o desenvolvimento de competências importantes para o século XXI, como trabalho em equipe, liderança e

habilidades empreendedoras. Além disso, o foco na maturidade e na cognição do aluno indica que o uso dessas tecnologias deve ser adaptado ao contexto e às necessidades dos estudantes, oferecendo oportunidades de aprendizado ativo e envolvente.

Em 2017, com a reforma do Novo Ensino Médio, a importância da tecnologia na educação ganhou ainda mais destaque. A nova estrutura curricular incluiu disciplinas como "Tecnologia e Inovação" e estabeleceu "Núcleos de Inovação na Matemática". Entre as sugestões propostas, está o desenvolvimento de aulas de robótica, o que reforça seu papel não apenas como uma ferramenta tecnológica, mas como um meio de aproximar os estudantes de áreas que combinam o pensamento lógico com a criatividade e a resolução de problemas. Assim, a robótica não só enriquece a educação nas áreas de ciências exatas, mas também prepara os alunos para o cenário de inovação que o mercado de trabalho exige.

Adicionalmente, alguns governos estaduais têm incentivado a implementação da robótica nas escolas. Um exemplo é Minas Gerais, onde, desde 2021, foi realizado um investimento de R\$ 20 milhões pela Secretaria de Estado de Educação (SEE/MG) em escolas de ensino médio para a aquisição de materiais do chamado "kit robótica". Essa iniciativa não apenas fornece os recursos necessários para o ensino prático, mas também demonstra o compromisso do estado em integrar tecnologias educacionais no currículo, visando a formação de alunos mais preparados para os desafios do futuro (SEEMG, 2023).

Dessa forma, a inserção da robótica e de outras tecnologias no currículo escolar brasileiro reflete uma mudança significativa na forma como a educação é pensada, valorizando o desenvolvimento de competências múltiplas e promovendo um ensino mais alinhado às realidades e demandas contemporâneas.

Desse modo, surge a utilização de tecnologias enquanto método, mas, acima disso, enquanto política educacional de acesso à informação, à educação digital e ao ensino facilitado por novos instrumentos didáticos, como a robótica educacional, que traz novos desafios para o educador e sua formação profissional. Assim, a integração da robótica não só transforma o ambiente escolar, mas também prepara educadores e alunos para um futuro cada vez mais tecnológico e interconectado.

3.3 A formação profissional no uso e compreensão das novas tecnologias

Pensar o novo contexto educacional brasileiro exige uma análise cuidadosa tanto do processo histórico de formação do professor e de sua identidade docente quanto da compreensão que esses profissionais possuem sobre as tecnologias e seu uso no ambiente educacional. Conforme (Bruzzi, 2016):

implica mudanças na visão intelectual e social no papel do professor, pois ao trabalhar com as TICs, reconhece-se as incertezas e necessidades de fundamentar-se não só nas disciplinas em que atuam, mas principalmente nos aspectos históricos locais, aceitando a inexistência de verdades absolutas e a presença de diferentes possíveis métodos e metodologias de trabalho com as TICs, o que naturalmente transformará a forma de pensar, e sua compreensão social do mundo e da vida” (Bruzzi, 2016, p. 6).

Dessa forma, a formação docente precisa adaptar-se a uma realidade de constante mudança e incerteza, envolvendo novos métodos e abordagens pedagógicas. No entanto, para que a integração das tecnologias seja realmente eficaz no contexto pedagógico, é fundamental que os professores não apenas tenham acesso a essas ferramentas, mas também desenvolvam familiaridade e competências específicas para seu uso. Os autores Borba e Penteadó (2001) alertam que a implementação de tecnologias digitais na educação deve ser cuidadosa para não reproduzir as mesmas práticas tradicionais de ensino, evitando o que chamam de "domesticação das mídias", onde as tecnologias são introduzidas sem provocar mudanças significativas na metodologia. O uso de mídias, como celulares, não deve ser tratado como um simples acessório substituível, mas como uma ferramenta que reconfigura a dinâmica entre professores e alunos, transformando a forma como o conhecimento é mediado.

O uso inadequado do celular pelos estudantes tem causado prejuízos significativos no ambiente escolar e social. Estudos apontam que o uso excessivo e descontrolado dessa tecnologia pode levar à dispersão, à queda no rendimento acadêmico, ao aumento da ansiedade e até ao isolamento social, além de expor os alunos a riscos como cyberbullying e consumo indiscriminado de conteúdos inadequados (Silva; Silva, 2017). Diante desse cenário, a **Lei nº 15.100, de 2025 (BRASIL, 2025)**, proíbe o uso irrestrito de celulares em escolas, visando reduzir distrações, queda no rendimento e prejuízos à socialização. A medida busca recuperar a atenção dos alunos para a aprendizagem.

No entanto, para evitar um retrocesso no uso pedagógico da tecnologia, a mesma lei prevê que a escola e os professores devem assumir o papel de reeducadores digitais. Em vez de simplesmente proibir o celular, é fundamental que os docentes orientem os alunos sobre o uso responsável e produtivo dessa ferramenta. Como argumenta Morán *et al.* (2015), o celular pode ser muito mais do que um meio de entretenimento e redes sociais; ele pode ser um poderoso aliado no ensino, quando utilizado sob a supervisão do professor, com metodologias ativas que envolvam pesquisas, simulações matemáticas, resolução de problemas e até mesmo programação. O equilíbrio entre controle e orientação permitirá que o celular seja uma ferramenta de aprendizado eficaz, sem comprometer a disciplina e o desempenho escolar.

A formação inadequada dos professores é, sem dúvida, um dos principais obstáculos para a introdução eficaz da tecnologia nas escolas. Muitos cursos de formação inicial não preparam os docentes para o uso de ferramentas digitais, o que resulta em uma hesitação na integração dessas

tecnologias em suas práticas pedagógicas. Esse problema é ainda mais evidente quando se observa que, mesmo em escolas com bons recursos tecnológicos, há poucas ações de efetiva integração dessas ferramentas no currículo escolar e nas práticas pedagógicas inovadoras (Scherer; Brito, 2020). Isso também se relaciona com a falta de programas de formação continuada que ofereçam suporte técnico e pedagógico adequados para a utilização dessas ferramentas de maneira eficaz.

Além disso, o cenário escolar impõe desafios estruturais que dificultam a adoção de novas tecnologias. O grande número de alunos por turma torna difícil a personalização do ensino, que seria facilitada por recursos digitais. A carga de trabalho dos professores e a pressão para cumprir um currículo extenso também levam muitos a manterem métodos tradicionais, que requerem menos tempo de preparação. Com isso, muitos educadores acabam evitando o uso de novas tecnologias, pois elas exigem mais tempo e esforço na preparação das aulas e no aprendizado das ferramentas. Sem um apoio institucional sólido e uma estratégia clara para a integração dessas tecnologias, os professores podem se sentir perdidos e sem direção, o que impede a implementação de práticas inovadoras.

A mera introdução de tecnologias digitais nas salas de aula não é suficiente para promover uma educação inovadora. A inserção de ferramentas tecnológicas deve vir acompanhada de uma mudança metodológica mais ampla, que inclua interações mais colaborativas e ativas entre professores e alunos. No entanto, como Almeida (2009) destaca, essa introdução ainda é limitada em muitas escolas, onde as TICs são utilizadas de maneira isolada, sem conexão com as questões culturais, sociais e políticas que as permeiam. Para que haja uma transformação significativa, é necessário que os professores sejam capacitados não apenas para utilizar a tecnologia, mas para fazer dela uma parte integral e significativa da prática pedagógica.

A percepção das tecnologias como meras "ferramentas" didáticas tem persistido como uma visão limitadora. Conforme (Almeida, 2009):

durante as três últimas décadas, as práticas homogeneizadoras e a não observância das singularidades e diversidades culturais locais fizeram com que as tecnologias fossem percebidas prioritariamente como 'ferramentas' ou como parte de conteúdos finalísticos que deveriam ser ensinados aos alunos, práticas que ainda persistem enquanto obstáculos a serem superados.

Portanto, o papel do educador deve ser o de repensar as tecnologias como plataformas integradas ao processo de ensino, nas quais os alunos possam explorar e interagir com o conhecimento de forma dinâmica e significativa.

Diante desse cenário, é necessário que o educador veja essas plataformas digitais como espaços de aprendizado que conectam o aluno ao conhecimento de maneira prática e relevante para sua vida. Os desafios de formação e implementação das tecnologias no ambiente escolar indicam que é urgente uma mudança na abordagem pedagógica, capacitando os professores para

utilizar essas ferramentas de forma criativa e inovadora, alinhada às necessidades e realidades dos alunos.

3.4 Robótica educacional

A sociedade vive uma revolução tecnológica que avalia o uso da informação e do conhecimento por meio de novas informações e dispositivos para processar e transmitir informações em um ciclo de retroalimentação cumulativo entre a inovação e seu uso. Essa evolução do desenvolvimento dos recursos tecnológicos leva em consideração as diferentes possibilidades que eles oferecem, cada sujeito tem a oportunidade de fazer parte dessa produção de técnicas e tecnologias (Mahmud, 2017).

A experiência do uso da robótica como ferramenta educacional vem se desenvolvendo no mundo há várias décadas, principalmente no nível universitário, embora as oportunidades educacionais oferecidas pelo uso da robótica ainda sejam limitadas, principalmente para escolas públicas ou universidades (Philbert; Corral-Mulato; Bueno, 2008).

Considerando que a educação é um meio de reprodução e sistematização da cultura, ela sofre influência direta da sociedade envolvente. Logo, a inserção da tecnologia na educação, a utilização de recursos técnicos sugeriu uma nova forma de atuação do educador.

A tarefa da escola é tentar se adaptar a esta nova forma de educação, estando em sintonia com a sociedade, abandonando a resistência em aceitar o uso da tecnologia no ensino-aprendizagem. A tecnologia proporciona aos alunos momentos não só para estudar, mas também para relaxar e se divertir.

"..."a maioria das escolas, na tentativa de acompanhar essa popularização do uso do computador, introduziu os recursos tecnológicos no ambiente escolar sem que houvesse uma discussão sobre os critérios e objetivos de sua utilização pedagógica por parte dos profissionais de ensino. Sem uma metodologia que os acompanhassem, esses recursos passaram a ter como objetivo principal a adequação da aprendizagem dos alunos às exigências do mercado [...] (Ferreira; Ventura, 2007, p. 66).

Neste sentido, a robótica educacional é utilizada em ambientes educacionais onde os alunos podem montar, desmontar, programar e reprogramar robôs ou sistemas robóticos. Ensinar robôs não é apenas adquirir conhecimentos nesta disciplina (montagem e programação de robôs), mas também ajuda a aprender conceitos de diversas áreas, bem como a adquirir sabedoria e raciocínio (Mahmud, 2017).

O principal objetivo da robótica educacional é proporcionar um ambiente de aprendizado no qual os alunos não apenas aprendam a construir e controlar um robô, mas também compreendam os conceitos lógicos envolvidos nesse processo. Dessa forma, a robótica esti-

mula o pensamento crítico, a criatividade e a resolução de problemas, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da autonomia dos estudantes.

De acordo com [Meneghetti \(2013\)](#) a robótica é uma área do conhecimento que integra mecânica, sensores, atuadores e computadores, que considera um robô uma plataforma de hardware que pode ser programada por meio de um computador ou microcontrolador.

Para desenvolver o uso de robôs educacionais, os alunos devem primeiro identificar um problema a ser resolvido e depois entender como resolvê-lo de forma lógica e estruturada usando robôs. Ao programar um robô com sua própria linguagem de programação, há muito pensamento causal consistente acontecendo, no sentido de estar programado para obter a ação realmente desejada, o que é ótimo para estimular o desenvolvimento do pensamento lógico ([Mahmud, 2017](#)).

Segundo [ALMEIDA \(2007\)](#), a robótica educacional não se concentra exclusivamente no ensino técnico dessa área, mas é empregada de maneira lúdica, incentivando os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, tomarem decisões e refletirem sobre situações do cotidiano, utilizando exemplos práticos para a solução de problemas. Dessa forma, a robótica na educação torna-se uma ferramenta essencial para a promoção de um aprendizado mais interativo e significativo, permitindo que os estudantes enfrentem desafios reais e explorem soluções criativas e colaborativas.

Ao invés de apenas transmitir conceitos técnicos de programação e engenharia, essa abordagem possibilita que os alunos compreendam os conteúdos teóricos de forma prática, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades essenciais, como o raciocínio lógico, a resolução de problemas e o trabalho em equipe. Além disso, o uso da robótica em sala de aula estimula a curiosidade e torna o processo de ensino mais envolvente, aproximando os estudantes das aplicações reais da ciência e da tecnologia no cotidiano.

De acordo com ([Chella, 2002](#), p. 25) a Robótica Educacional pode ser definida como:

ambiente constituído pelo computador, componentes eletrônicos, eletromecânicos e programação, onde o aprendiz, por meio da integração destes elementos, constrói e programa dispositivos automatizados com o objetivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento

Assim, os robôs de uso educacionais são construídos em uma plataforma onde os alunos podem projetar e programar robôs usando um software desenvolvido para essa função. Por meio de um campo de estudo interdisciplinar porque combina conceitos de diferentes áreas técnicas ([Silva, 2021](#)).

A combinação de todas as habilidades intelectuais necessárias para o desenvolvimento do pensamento robótico permite que os alunos entendam que cada assunto aprendido nas outras disciplinas é útil e pode ser usado em conjunto para resolver problemas diferentes daqueles solicitados no ensino padrão.

O robô educacional apresentado na [Figura 4](#), conhecido como NAO, vem sendo utilizado em diversos estudos e artigos voltados da robótica na sala de aula. Segundo [Assante \(2016\)](#), o robô humanoide NAO pode ser utilizado como ferramenta para auxiliar a aprendizagem de alunos com Transtorno do Espectro Autista, promovendo interações mais dinâmicas e adaptadas às necessidades individuais. O autor destaca que, ao interagir com os alunos por meio de gestos, falas e expressões programadas, o robô contribui para o desenvolvimento da comunicação e das habilidades sociais.

De acordo com [Silva \(2017\)](#), a utilização do robô NAO no ensino de matemática para crianças com necessidades especiais tem demonstrado benefícios significativos, tornando o aprendizado mais acessível e motivador. O autor enfatiza que a interação com o robô contribui para o engajamento dos estudantes, proporcionando um ambiente mais inclusivo e estimulante.

O estudo de [Pinto et al. \(2014\)](#) explora a inserção do robô humanoide NAO no ensino de figuras geométricas sobrepostas, utilizando redes neurais para reconhecimento de formas. O robô interage autonomamente com alunos do 5º ano, reconhecendo e contando objetos em imagens, promovendo maior engajamento e interesse dos estudantes na aprendizagem matemática. Os resultados indicam que a robótica educacional pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, tornando o aprendizado mais dinâmico e interativo.

Figura 4 – Robô educacional NAO



Fonte: [Sailko \(2018\)](#)

Este robô é utilizado como ferramenta pedagógica no ensino de programação, matemática, física, inglês, literatura e outras disciplinas, além de promover o processo social de crianças autistas. Ele tem capacidade de cantar, dançar, citar um poema, jogar bola, explicar a lei de Newton, ler textos em diversos idiomas, entre outras atividades.

A robótica educacional está se tornando mais eficaz e envolventes em ambientes educacionais, aumentando o uso de recursos digitais usando conceitos de design, desenvolvimento e controle de dispositivos eletrônicos onde os alunos podem desenvolvê-los e compartilhá-los com outros colegas (Silva, 2021).

Os robôs educacionais utilizam a interação com dispositivos mecânicos e eletrônicos para promover processos cognitivos, combinando assim o concreto e o abstrato para alcançar a solução de um problema. A partir disso, os alunos percebem que não são apenas usuários, mas também podem criar e controlar plataformas robóticas para fornecer instruções úteis para resolver suas tarefas propostas.

Nesse processo, os alunos têm a capacidade de criar, implantar e controlar equipamentos, além de desenvolver conhecimento e experiência em todas as etapas para futuras missões. O nascimento de robôs educacionais envolve a interação de alunos e professores com uma plataforma que permite a montagem, desenvolvimento e controle do dispositivo, onde todos podem interagir com a plataforma, desenvolvendo novos conhecimentos em diversas áreas científicas (Chella, 2002).

Assim, a robótica educacional é relevante para o currículo na sociedade atual, pois a informática já faz parte do cotidiano e não deve deixar de constar no currículo. O conhecimento robótico anda de mãos dadas com o desenvolvimento da sociedade e traz modernidade. Além disso, a robótica educacional promove o desenvolvimento de conhecimentos coletivos, e é de suma importância o timing para as decisões de grupo onde o conhecimento é obtido por toda a participação se aplica (Philbert; Corral-Mulato; Bueno, 2008).

No cenário da robótica educacional, a plataforma LEGO MINDSTORMS se destaca como uma ferramenta inovadora para o ensino da matemática, permitindo que os alunos explorem conceitos abstratos por meio da experimentação prática. Em um estudo realizado no quilombo do Peafú, observou-se que a introdução da robótica na educação básica contribuiu para a compreensão de conteúdos matemáticos ao envolver os estudantes na montagem e programação de robôs, tornando o aprendizado mais dinâmico e acessível (Meireles; Mafra, 2016). De forma semelhante, pesquisas demonstram que a interação com os kits LEGO favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e geométrico, uma vez que os alunos utilizam a tecnologia para manipular figuras geométricas e resolver problemas matemáticos de maneira concreta (Fagundes *et al.*, 2005).

A integração da robótica com a matemática se evidencia especialmente na aplicação de conceitos como ângulos, frações, razão e lógica computacional, fundamentais para a programação dos robôs e a realização de cálculos precisos. No contexto do ensino fundamental, atividades envolvendo o LEGO MINDSTORMS incentivam os alunos a calcular trajetórias e a compreender relações matemáticas por meio da prática, promovendo um aprendizado significativo e participativo (Fagundes *et al.*, 2005). Além disso, em ambientes onde o acesso a recursos tecnológicos é limitado, como em comunidades quilombolas, a robótica educacional tem se mostrado uma

alternativa promissora para estimular o interesse dos estudantes e facilitar a inserção de novas metodologias pedagógicas (Meireles; Mafra, 2016).

Dessa maneira, os mesmos autores destacam uso da robótica no ensino da matemática vai além da simples aplicação de conceitos curriculares, favorecendo também o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, apontam que a abordagem investigativa e interdisciplinar proporcionada pelo LEGO MINDSTORMS estimula a criatividade e o pensamento computacional dos alunos, tornando-se uma estratégia eficiente para a construção do conhecimento matemático em um contexto educacional mais interativo e envolvente.

Por outro lado o Arduino tem se destacado como uma alternativa versátil e acessível para a robótica educacional, especialmente quando comparado a plataformas como LEGO MINDSTORMS e NAO. Enquanto o LEGO possui uma interface intuitiva e um ambiente lúdico, seu alto custo e a limitação na personalização podem restringir sua adoção em escolas com poucos recursos. Já o robô NAO, apesar de suas capacidades avançadas de interação, apresenta um preço ainda mais elevado e uma curva de aprendizado complexa, tornando-se menos viável para aplicações educacionais de larga escala.

O Arduino se destaca pelo baixo custo e pela flexibilidade na integração com sensores e atuadores, permitindo aos alunos um contato mais próximo com a eletrônica e a programação. Além disso, com as devidas adaptações, essa plataforma pode ser compatível com materiais recicláveis e sucata, possibilitando a construção de robôs sustentáveis e incentivando a conscientização ambiental no ambiente escolar, como mostrado no trabalho de Medeiros, Wunsch e Junior (2019).

A escolha do Arduino para a oficina descrita nesta dissertação se fundamenta nesses benefícios, pois a plataforma permite que os alunos explorem conceitos matemáticos aliados à programação e à montagem de circuitos de forma acessível e personalizável. Além disso, sua compatibilidade com diferentes módulos, como o Bluetooth utilizado para facilitar a comunicação entre o robô e os alunos, possibilita uma experiência interativa e prática, sem exigir conhecimento avançado em programação. Dessa forma, ao oferecer liberdade na construção de soluções e ao incentivar o pensamento crítico e a resolução de problemas, o Arduino se torna uma ferramenta ideal para o ensino da matemática por meio da robótica.

3.5 Arduino e sua aplicação no ensino básico

O Arduino é uma plataforma que surgiu na Itália em 2005 para prototipagem eletrônica, com hardware livre e uma placa de circuito. O projeto começou como objetivo de apoiar projetos escolares, fornecendo uma alternativa mais barata a outros componentes para prototipagem. Seu principal objetivo é ser barato, acessível e fácil de usar. A placa é atualmente projetada com o microcontrolador, embora não seja um requisito oficial. Assim, pode-se dizer que é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software simples (Silva, 2021).

Eles fazem leituras de entrada e as convertem em saída executando alguns comandos. Todos esses comandos são executados por um conjunto de instruções enviadas ao microcontrolador de bordo usando a linguagem de programação Arduino e o Process Based Software (IDE).

A plataforma Arduino mencionada é aberta, fácil de usar e ideal para interagir com o ambiente por meio do uso de diferentes sensores, permitindo a criação de dispositivos interativos para diferentes finalidades. Essa simplicidade é evidenciada pelo fato de não exigir nenhum compilador ou hardware adicional para ser executado, embora permita a interoperabilidade com outros hardwares suportados por bibliotecas públicas, além de facilitar essa interoperabilidade (Arduino, 2024).

Além disso, existem diferentes versões da placa, cada uma com um número diferente de entradas analógicas para atender às diferentes necessidades do usuário. Várias vantagens e capacidades do Arduino podem ser distinguidas:

- é uma plataforma relativamente barata comparada a outras plataformas de microcontroladores;
- o software Arduino® (IDE) pode ser executado nos sistemas operacionais Windows, Macintosh OSX e Linux e possui um ambiente simples e amigável;
- o software Arduino é publicado como uma ferramenta extensível e de código aberto;
- os projetos da placa Arduino são publicados sob uma licença Creative Commons e podem ser expandidos e aprimorados (Arduino, 2024).

De acordo com Oliveira *et al.* (2020) os tipos de microcontroladores se diferem pela sua velocidade de processamento; quantidade de memória interna disponível para armazenar dados; quantidade de contatos de entrada e saída; tipo e número de dispositivos periféricos; arquitetura do circuito e conjunto de instruções disponível no circuito interno.

Além disso, o mesmo autor reforça que, um dos microcontroladores mais utilizados e pesquisados é o Arduino, por ser uma plataforma muito fácil de usar em projetos e por ter uma grande comunidade de usuários. Este tipo usa o microcontrolador AVR que o fabricante Atmel afirma ser fácil de usar, baixo consumo de energia e altamente integrado. Os microcontroladores Atmel® AVR® de 8 e 32 bits complementam os microprocessadores e microcontroladores ARM® SMART da Atmel, oferecendo uma combinação exclusiva de desempenho, eficiência energética e flexibilidade (Oliveira *et al.*, 2020).

A popularidade do Arduino deve-se a diversos fatores, entre eles, a combinação de hardware e software fácil de usar, o suporte da comunidade e a natureza de código aberto do projeto. As placas Arduino possuem um microcontrolador, diversas entradas e saídas digitais e analógicas, e podem ser programadas usando uma linguagem baseada em Wiring, que é

uma simplificação do C/C++. Essa abordagem permite que iniciantes aprendam rapidamente, enquanto usuários mais avançados podem criar projetos complexos (Arduino, 2024).

Desta forma, por ser um projeto de código aberto, não possui fabricante oficial (sem Arduino original ou produtos piratas, o projeto é gratuito; a lógica e os circuitos estão disponíveis no site para quem quiser construir. Seu próprio Arduino, exigindo apenas a atribuição "duino") O projeto surgiu na Itália em 2005 e graças a sua ampla divulgação, baixo custo de investimento e, portanto, baixo preço de venda, seu sucesso lhe rendeu o prêmio honorário do Prix Ars Electronics, embora o projeto se chame oficialmente Arduino, hoje vemos muitas outras placas Arduino de diferentes fabricantes (Arduino, 2024).

3.5.1 História e desenvolvimento do Arduino

O Arduino foi criado em 2005 por um grupo de pesquisadores e designers italianos liderados por Massimo Banzi e David Cuartielles, que buscavam uma solução acessível para a criação de projetos eletrônicos interativos. O projeto nasceu no Instituto Ivrea de Interação de Design na Itália, um centro conhecido por sua abordagem inovadora na interação entre seres humanos e tecnologia.

Seu objetivo inicial era desenvolver uma plataforma que simplificasse o processo de prototipagem para estudantes e artistas, permitindo-lhes criar dispositivos eletrônicos com maior facilidade. A Equipe de desenvolvedores do Arduino Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis desenvolveu a primeira versão do Arduino como uma resposta à falta de ferramentas acessíveis para estudantes de design, por meio de um hardware que fosse fácil de usar e acessível em termos de custo, para que os estudantes sem formação técnica pudessem criar protótipos interativos.

Figura 5 – Primeira placa Arduino



Fonte: Pixabay (2018)

O arduino UNO na [Figura 5](#), foi desenvolvida com um microcontrolador ATmega8 da Atmel e apresentava um design simples, mas funcional. Seu desenvolvimento foi baseado em uma filosofia de código aberto, permitindo que qualquer pessoa pudesse estudar, modificar e distribuir o projeto, promovendo um rápido crescimento da comunidade ao redor da plataforma, e contribuindo para sua evolução e popularização.

Desde então, a plataforma evoluiu significativamente. Diversas versões da placa foram lançadas, como o Arduino Uno, Mega, Nano e muitas outras, cada uma projetada para diferentes tipos de projetos e necessidades. A comunidade global em torno do Arduino cresceu exponencialmente, impulsionada pelo caráter de código aberto do projeto, permitindo que desenvolvedores de todo o mundo contribuíssem com bibliotecas, tutoriais e projetos.

O sucesso do Arduino inicial gerou uma série de versões e variações, cada uma com melhorias e adições que atendiam a necessidades específicas dos usuários. No ano de 2006, a equipe lançou o Arduino Diecimila, que introduziu melhorias significativas no design e na funcionalidade da placa, incluindo um novo microcontrolador ATmega168 e um novo esquema de conexão USB.

A partir de 2010, o Arduino expandiu sua linha de produtos para incluir placas com capacidades de processamento e conectividade aprimoradas, como o Arduino Mega e o Arduino Due. A introdução do Arduino Leonardo, que integrou funcionalidades de interface USB, e do Arduino Yun, que combinou capacidades de processamento de microcontrolador com conectividade Wi-Fi, evidenciou o compromisso da plataforma com a inovação e a versatilidade.

Além das placas, o Arduino também desenvolveu uma série de módulos e acessórios, conhecidos como "shields", que permitem a adição de funcionalidades específicas aos projetos. Esses módulos ampliam as possibilidades da plataforma, tornando-a uma ferramenta ainda mais poderosa para engenheiros, designers e educadores.

O impacto do Arduino vai além da simples criação de protótipos, pois ele revolucionou a educação em eletrônica e programação, proporcionando uma ferramenta acessível e didática para estudantes e profissionais, que é amplamente utilizada em cursos acadêmicos, workshops e projetos de pesquisa, contribuindo para a formação de uma nova geração de inovadores e criadores.

No campo da indústria e da tecnologia, o Arduino tem sido uma ferramenta valiosa para a prototipagem rápida e a experimentação, uma vez que empresas e startups utilizam o Arduino para desenvolver produtos inovadores e testar conceitos antes de investir em designs mais sofisticados e caros. A flexibilidade e a acessibilidade da plataforma permitiram que o Arduino se tornasse um componente central em projetos que variam desde dispositivos de Internet das Coisas (IoT) até arte interativa e sistemas de automação doméstica.

3.5.2 *Arduino na Educação*

A inserção do Arduino na educação tem sido um marco significativo na forma como a tecnologia é ensinada nas escolas. O uso do Arduino promove um aprendizado mais ativo e prático, onde os alunos podem ver o impacto direto de suas programações em dispositivos físicos. Segundo [Blikstein e Krannich \(2013\)](#), a plataforma Arduino possibilita um aprendizado mais envolvente, onde conceitos abstratos ganham forma concreta através de projetos práticos.

Uma das maiores vantagens do Arduino é sua facilidade de uso, pois a plataforma foi projetada para ser intuitiva, com uma interface de programação simples e uma vasta quantidade de recursos educacionais disponíveis gratuitamente na internet, e essa acessibilidade permite que mesmo alunos sem experiência prévia em eletrônica ou programação possam começar a criar projetos funcionais rapidamente, onde o caráter acessível do Arduino também se reflete no seu custo relativamente baixo, tornando-o uma opção viável para escolas e instituições de ensino que possuem orçamentos limitados.

Existem inúmeros tutoriais, fóruns, projetos de código aberto e bibliotecas disponíveis para ajudar educadores e alunos a superarem obstáculos e aprender de forma colaborativa. Esse suporte comunitário facilita a resolução de problemas e incentiva a inovação, permitindo que os alunos se sintam parte de uma comunidade global de makers e desenvolvedores.

Além disso, o Arduino promove uma abordagem de aprendizado ativo, onde os alunos podem "aprender fazendo", sendo fundamental no ensino de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). Essa metodologia permite que os alunos compreendam conceitos teóricos por meio de experiências práticas, alinhando-se às ideias de Seymour Papert, pioneiro do construtivismo. [Papert \(1993\)](#) defendia que o aprendizado é mais eficaz quando os estudantes estão ativamente envolvidos na criação de algo tangível, uma prática que o uso do Arduino facilita de maneira exemplar em ambientes educacionais.

Ainda, permite sua integração em uma variedade de disciplinas, como projeto ciências, matemática, análise estatísticas e engenharias. Esses projetos não apenas reforçam o aprendizado teórico, mas também desenvolvem habilidades práticas de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

Dito isso, diversos estudos demonstram os benefícios do uso do Arduino na educação. O autor [Blikstein e Krannich \(2013\)](#) destaca que a introdução do Arduino em salas de aula promoveu um maior engajamento dos alunos e uma melhor compreensão de conceitos complexos de física e engenharia. Além disso, projetos como a construção de robôs, sistemas de automação e instrumentos científicos ajudam a desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. Outro exemplo é o uso de um carro robô controlado por Arduino para estudar conceitos de cinemática, como velocidade, aceleração e deslocamento. Os alunos podem programar o robô para percorrer uma distância específica e medir o tempo gasto, aplicando a fórmula da velocidade média. Esses projetos práticos não apenas tornam

o aprendizado mais interessante, mas também ajudam os alunos a verem a aplicação real dos conceitos teóricos que aprendem em sala de aula.

Após explorar a evolução das metodologias no ensino da matemática e a inserção da tecnologia educacional, com ênfase na robótica e no uso do Arduino, torna-se essencial compreender como esses conceitos podem ser aplicados de maneira prática em sala de aula. O potencial da robótica para promover uma aprendizagem mais dinâmica e interativa já foi discutido, mas de que forma isso pode ser efetivamente implementado no contexto escolar? A resposta está na criação de oficinas que não apenas utilizem a tecnologia como ferramenta pedagógica, mas que também estabeleçam conexões diretas com os conteúdos matemáticos, proporcionando aos alunos uma experiência concreta e significativa.

No próximo capítulo, será apresentada uma oficina desenvolvida especificamente para esse propósito. Com uma abordagem estruturada e replicável, a proposta busca integrar a programação e o controle do robô à exploração de conceitos matemáticos fundamentais. Além disso, serão abordadas estratégias didáticas para que os professores possam conduzir a atividade de forma eficiente, garantindo que os alunos não apenas compreendam os fundamentos da robótica, mas também desenvolvam habilidades matemáticas essenciais. Dessa forma, a oficina se configura como um exemplo prático de como a tecnologia pode ser utilizada para tornar o ensino mais envolvente e acessível, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa.

MOVIMENTO E GEOMETRIA COM ROBÓTICO ARDUINO

A robótica educacional emerge como uma metodologia inovadora e interdisciplinar, capaz de integrar conteúdos de diversas áreas do conhecimento, especialmente a matemática. Segundo (Almeida, 2009), a utilização de tecnologia em sala de aula promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas, motoras e sociais nos alunos.

Este capítulo descreve uma oficina pedagógica voltada para alunos do 9º ano do ensino fundamental, ano em que o currículo escolar inclui a maioria das habilidades desenvolvidas, mas com a possibilidade de aplicação estendida até o 3º ano do ensino médio. O objetivo é revisar e aprofundar conceitos de geometria plana, essenciais para a preparação para o ENEM. A oficina é estruturada em oito aulas de 50 minutos cada, utilizando uma plataforma robótica 2WD conectada a um Arduino com módulo *Bluetooth*, escolhida pela facilidade de aquisição e baixo custo.

Neste projeto, buscou-se estudar conceitos de geometria plana aplicados à resolução de problemas através da elaboração e controle de um robô móvel. Para entender e controlar os movimentos do robô, os alunos precisaram dominar conhecimentos básicos de geometria, como transformação geométrica, distância, ângulos, circunferências e arcos. Além disso, conceitos de outros eixos como razões entre grandezas, proporcionalidade e regra de três serão fundamentais. Durante a resolução dos problemas propostos, outros conhecimentos, como conceitos de física e eletrônica, também serão explorados.

Além disso, a programação é um componente essencial em projetos de robótica educacional, permitindo que os alunos compreendam como os comandos digitais podem controlar movimentos e ações físicas do robô. No entanto, um dos maiores obstáculos enfrentados por professores e alunos é a complexidade envolvida no processo de programação. Embora alguns softwares e linguagens de programação para robótica sejam intuitivos, a curva de aprendizado ainda demanda tempo e prática – recursos que frequentemente são limitados em sala de

aula. Além disso, muitos professores e estudantes possuem pouca ou nenhuma experiência em programação, o que pode tornar o processo inicial demorado e, em alguns casos, desmotivador.

Para mitigar essa dificuldade, o projeto descrito nesta dissertação foi elaborado com um módulo Bluetooth que permite o controle remoto do robô via comandos simples, enviados por um aplicativo de controle serial Bluetooth, facilmente instalável em dispositivos como smartphones ou computadores. Esse módulo possibilita uma interação prática e rápida com o robô, sem a necessidade de alterar o código manualmente a cada novo comando. Assim, alunos e professores podem enviar instruções ao robô, como deslocamentos e rotações, de maneira intuitiva e em tempo real, visualizando imediatamente os efeitos de cada ação.

Uma das principais vantagens desse sistema é a capacidade de alterar parâmetros sem a necessidade de reconectar o robô a um computador e reprogramar o código cada vez que ajustes são necessários. Por exemplo, se um experimento exige uma mudança na velocidade ou no tempo de movimento do robô, basta inserir um novo comando no aplicativo Bluetooth, e o robô responderá instantaneamente. Esse benefício economiza tempo e permite uma maior flexibilidade na condução das atividades, oferecendo a liberdade de modificar variáveis diretamente durante a aula, de forma ágil.

Essa abordagem traz ainda a possibilidade de focar nas aplicações matemáticas, como o cálculo de distância, velocidade, e ângulos de rotação, sem que os alunos precisem lidar com a programação de baixo nível. Com isso, o tempo em sala de aula é otimizado, e os estudantes podem dedicar-se mais ao entendimento dos conceitos matemáticos subjacentes ao movimento do robô.

1.

Para facilitar a replicação deste projeto, o código do controle Bluetooth foi incluído no [Apêndice A](#) da dissertação. Dessa forma, professores interessados em aplicar o método não precisam desenvolver a programação do zero, e podem imediatamente implementar as atividades com seus alunos. A estrutura criada reduz a barreira de entrada para o uso da robótica no ensino, oferecendo uma experiência de aprendizado prática e acessível para todos os envolvidos. Complementando esse material, foi desenvolvido um curso em vídeo *Matemática com Robótica* que aborda desde a instalação da IDE Arduino, a configuração do ambiente, a inserção e testes do código, até a montagem da plataforma robótica e a compreensão dos conteúdos matemáticos envolvidos em cada uma das oficinas propostas. O curso encontra-se praticamente finalizado, restando apenas a definição da plataforma pública de acesso, preferencialmente vinculada à Universidade de São Paulo, para sua ampla disponibilização. O objetivo é oferecer um recurso didático completo, visual e de fácil assimilação, capaz de apoiar professores e estudantes na implementação autônoma das atividades, reforçando o compromisso com a educação aberta e

¹O curso "Matemática com robótica" em vídeo, complementar a esta dissertação, será disponibilizado em breve em plataforma institucional, preferencialmente vinculada à USP. As informações atualizadas de acesso estarão disponíveis no repositório do PROFMAT ou mediante contato com o autor.

colaborativa.

A oficina pedagógica descrita proporciona uma experiência educativa rica e multidisciplinar, onde os alunos podem ver a aplicação prática da matemática através da robótica. Com um planejamento cuidadoso, escolha de ferramentas adequadas e um currículo bem estruturado, os professores podem criar um ambiente de aprendizado dinâmico e inspirador. Ao final da oficina, espera-se que os alunos tenham desenvolvido uma compreensão mais profunda dos conceitos de geometria plana, bem como habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico que serão úteis em suas vidas acadêmicas e futuras carreiras.

4.1 BASE MATEMÁTICA ENVOLVIDA

A realização da oficina só faz sentido quando correlacionada a uma base matemática envolvida. Deste modo, relacionar conceitos ao projeto permite preparar o estudante para adquirir novos conhecimentos.

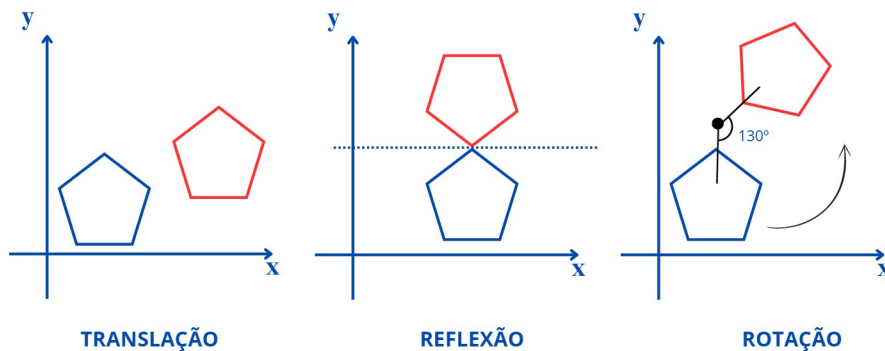
4.1.1 *Transformações geométricas*

Transformações geométricas no plano são operações que movem ou mudam uma figura de alguma maneira, preservando certas propriedades, como distâncias e ângulos. Estas transformações são fundamentais para compreender a geometria plana e são amplamente utilizadas em diversos campos, desde a matemática pura até a computação gráfica. O estudo dessas transformações proporciona uma base sólida para a resolução de problemas geométricos complexos, como vamos ver são essenciais para a programação e controle de robôs em projetos educacionais.

4.1.1.1 *Tipos de Transformações Geométricas*

Existem três tipos principais de transformações geométricas, como representado pela [Figura 6](#):

Figura 6 – Exemplos de transformações geométricas



Fonte:AUTOR.

- **Translação:** Move uma figura de um lugar para outro, mantendo a orientação e tamanho. É definida por um vetor de translação $(\Delta x, \Delta y)$ que especifica a distância e a direção do movimento (Rezende; Queiroz, 2008).
- **Rotação:** Gira uma figura em torno de um ponto fixo, chamado centro de rotação, por um ângulo θ . A rotação pode ser no sentido horário ou anti-horário, e o ponto de rotação pode ser qualquer ponto no plano (Rezende; Queiroz, 2008).
- **Reflexão:** Espelha uma figura sobre uma linha reta chamada eixo de reflexão. Cada ponto da figura tem um ponto correspondente na figura refletida que está à mesma distância do eixo de reflexão, mas no lado oposto (Rezende; Queiroz, 2008).

4.1.1.2 Aplicação das Transformações Geométricas no projeto

- **Translação:** é utilizada para descrever o movimento do robô para frente e para trás.
- **Rotação:** é aplicada quando o robô gira em torno de um ponto.
- **Composição de Transformações:** Movimentos mais complexos podem ser descritos pela combinação de translações e rotações.

4.1.1.3 Referências Teóricas

Para aprofundar o entendimento das transformações geométricas, recomenda-se a leitura dos seguintes livros e artigos:

- **"Geometria Euclidiana e Transformações" de Marcel Berger** - Este livro fornece uma visão abrangente das transformações geométricas no contexto da geometria euclidiana. Berger discute detalhadamente os conceitos de translação, rotação, reflexão e dilatação, além de suas propriedades e aplicações.
- **"Geometria Euclidiana Plana e construções geométricas" de Rezende e Queiroz** - aborda as transformações no plano geométrico, com paradoxos visuais, preenchimento de plano, explorações de formas complementares e diferentes.
- **"Transformações geométricas e o ensino da geometria" de Martha Maria de Souza Dantas, Eliana Costa Nogueira, Neide Clotilde de Pinho e Souza, Eunice de Conceição Guimarães, Omar Cafunda** - o livro aborda propriedades geométricas e suas transformações dentro do plano de maneira bem didática e clara.

4.1.2 Regra de Três, velocidade, razão e proporção

No contexto da educação matemática, a compreensão de conceitos como razão, proporção e regra de três é fundamental para a resolução de problemas cotidianos e para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico dos alunos. Esses conceitos são amplamente aplicados em diversas áreas do conhecimento, incluindo a física, a engenharia e, especificamente, na programação e controle de robôs em projetos educacionais.

4.1.2.1 Razão e Proporção

A razão é uma forma de comparar duas quantidades, expressando o quociente entre elas. Se temos duas quantidades a e b , a razão entre elas é dada por $\frac{a}{b}$. Esse conceito é fundamental para entender a relação entre diferentes grandezas e é frequentemente utilizado na análise de dados e na resolução de problemas matemáticos (Andrini; Zampirolo, 2002).

A proporção, por outro lado, envolve a igualdade entre duas razões. Por exemplo, se temos duas razões $\frac{a}{b}$ e $\frac{c}{d}$, dizemos que elas estão em proporção se $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$. Proporções são usadas para resolver problemas onde as relações entre as quantidades são mantidas constantes, sendo um conceito central em escalas, mapas e modelos matemáticos (Beckmann, 2012).

4.1.2.2 Velocidade como Razão

No projeto de robótica, a velocidade do robô é uma aplicação prática do conceito de razão. A velocidade é definida como a razão entre a distância percorrida e o tempo necessário para percorrer essa distância ($v = \frac{d}{t}$). Esse conceito será utilizado para controlar o movimento do robô, ajustando a programação para que o robô se mova de maneira eficiente e precisa (Beckmann, 2012).

4.1.2.3 Regra de Três

A regra de três é uma técnica matemática utilizada para encontrar o quarto termo em uma proporção quando três termos são conhecidos. É uma ferramenta poderosa para resolver problemas que envolvem proporções diretas e inversas. A regra de três pode ser simples ou composta, dependendo do número de variáveis envolvidas (Caraça, 1951).

Para aplicar a regra de três simples, consideramos uma relação direta entre duas grandezas. Por exemplo, se a está para b assim como c está para d , podemos resolver a proporção $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ para encontrar d . A regra de três composta envolve mais de duas grandezas e suas relações (Andrini; Zampirolo, 2002).

4.1.2.4 Aplicação no Projeto

Nos projetos de robótica, a razão e a proporção são utilizadas para controlar a velocidade, a distância percorrida e os ângulos de rotação do robô. Por exemplo, para determinar quanto tempo um robô deve se mover a uma determinada velocidade para percorrer uma distância específica, utilizamos a razão entre a distância e a velocidade.

A regra de três é aplicada na programação do robô para ajustar parâmetros como a velocidade dos motores em relação ao tempo de execução. Essa aplicação prática dos conceitos matemáticos ajuda os alunos a verem a relevância e a utilidade das operações matemáticas em situações reais (Beckmann, 2012).

4.1.2.5 Referências Teóricas

Para aprofundar o conhecimento de razão, proporção e velocidade destaca a seguinte referência complementar: *Mathematics for Elementary Teachers* de Beckmann (2003). Aborda mais profundamente a criação e uso de notação matemática, desenvolvendo o hábito de procurar razões e proporções. Além de criar explicações matemáticas e tornar mais confortável o ensinamento através da exploração de situações matemáticas desconhecidas.

4.1.3 Circunferência e Arcos

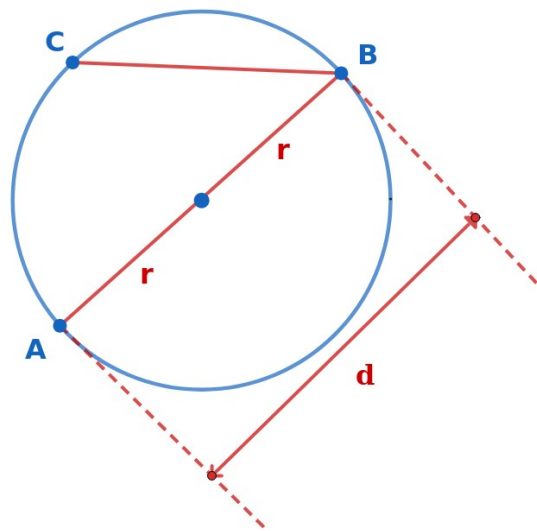
A compreensão de circunferências e arcos é fundamental para diversas áreas da matemática e suas aplicações práticas. Em projetos de robótica educacional, esses conceitos são

essenciais para programar e controlar os movimentos do robô, especialmente em trajetórias circulares. Este texto apresenta uma base matemática necessária sobre circunferências e arcos, com referências a livros e artigos que tratam do assunto.

4.1.3.1 Circunferência

Uma circunferência é a curva fechada onde todos os pontos estão a uma distância constante, chamada de raio, de um ponto fixo chamado centro.

Figura 7 – Elementos da Circunferência



Fonte: Adaptada de (Giovanni, 2022)

A circunferência é uma das figuras geométricas mais estudadas devido à sua presença frequente tanto em teoria quanto em aplicações práticas.

A fórmula para o comprimento C de uma circunferência é dada por: $C = 2\pi r$ onde r é o raio e π (pi) é uma constante aproximadamente igual a 3,14.

Além disso, a área A de um círculo (a região interna da circunferência) é dada por: $A = \pi r^2$.

4.1.3.2 Arcos

Um arco é qualquer parte contínua de uma circunferência. O comprimento de um arco pode ser calculado conhecendo-se o ângulo central θ (em radianos) que ele subtende no centro da circunferência. A fórmula para o comprimento L do arco é: $L = r\theta$ (Caraça, 1951).

Quando o ângulo θ é medido em graus, a fórmula é ajustada para: $L = (\theta/360^\circ)2\pi r$.

Para essa oficina utilizaremos o fato que o arco é diretamente proporcional ao ângulo que está contido e a base que a circunferência completa possui 360° , aplicando então a uma

regra de três simples, um conceito já estudado pelos alunos em anos anteriores, a estrutura da conta fica da seguinte forma:

Ângulo ($^{\circ}$)	Arco
360°	C
θ	L

Onde $C = 2\pi r$ (comprimento total da circunferência), θ é o ângulo dado no arco, e L é o comprimento do arco que queremos saber, observe que esta é a origem da fórmula do arco já citada anteriormente referencia.

4.2 HABILIDADES BNCC ENVOLVIDAS

No presente projeto foram desenvolvidas as seguintes habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

- **(EF08MA18)** Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica.
- **(EF08MA13A)** Resolver problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.
- **(EF09MA11)** Resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de softwares de geometria dinâmica.
- **(EF09MA28MG)** Relacionar medidas de ângulos centrais, inscritos e arcos em uma circunferência.

4.2.1 Objetivo Geral

Introduzir conceitos matemáticos através da construção e programação de um carro robótico utilizando Arduino, com foco em transformações geométricas, proporcionalidade e relações em circunferências.

4.2.2 Objetivos Específicos

1. **Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação).** Utilizar o carro robótico para demonstrar e explorar movimentos que representem translações, reflexões e rotações, empregando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica. (BNCC: EF08MA18)

- 2. Resolver problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais.** Desenvolver atividades em que os alunos calculam a velocidade e distância percorrida pelo carro robótico, aplicando a regra de três e outras estratégias matemáticas. (BNCC: EF08MA13A)
- 3. Elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais.** Incentivar os alunos a criarem seus próprios problemas matemáticos baseados nos experimentos com o carro robótico, aplicando conceitos de proporcionalidade. (BNCC: EF08MA13A)
- 4. Estabelecer relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência.** Programar o carro robótico para seguir trajetórias circulares, explorando e resolvendo problemas relacionados a arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos, utilizando inclusive softwares de geometria dinâmica. (BNCC: EF09MA11, EF09MA28MG)
- 5. Aplicar conceitos de simetria e movimento em práticas de programação.** Programar o carro robótico para executar movimentos simétricos, proporcionando uma compreensão visual e prática da simetria e suas aplicações na matemática.
- 6. Promover a resiliência e a abordagem metódica na resolução de problemas.** Encorajar os alunos a lidarem com falhas técnicas e de programação como oportunidades de aprendizado, aplicando técnicas matemáticas para corrigir e otimizar o desempenho do carro robótico.

4.2.3 Método de aplicação do Projeto de Robótica em Sala de Aula

Este projeto de robótica pode ser implementado de duas maneiras principais: utilizando apenas uma plataforma robótica controlada pelo professor ou dividindo a turma em grupos, cada um com sua própria plataforma. Ambas as abordagens têm seus benefícios e dificuldades, e a escolha do método depende dos recursos disponíveis e das preferências do professor.

4.2.3.1 Método 1: Plataforma Única Controlada pelo Professor

Neste método, é utilizado uma única plataforma robótica para realizar as demonstrações. Os alunos observaram a experimentação, participam comentando, debatendo e ajudando quando possível. Após as demonstrações, os alunos responderão aos questionários das Atividades 1, 2 e 3, que serão anexados respectivamente como [Apêndice B](#), [Apêndice C](#) e [Apêndice D](#) nesta dissertação.

I - Benefícios:

- **Controle Total:** O professor tem controle total sobre a demonstração, garantindo que todos os alunos vejam o experimento de maneira clara e ordenada.

- **Foco na Teoria:** Com apenas uma plataforma, o foco permanece na teoria e na observação, permitindo discussões detalhadas e esclarecimento de dúvidas em tempo real.
- **Custo Reduzido:** Este método é mais econômico, pois requer apenas uma plataforma robótica.

II - Dificuldades:

- **Menor Engajamento Prático:** Os alunos podem ter menos oportunidade de interagir diretamente com a plataforma robótica, o que pode limitar a experiência prática e o desenvolvimento de habilidades de manipulação e programação.
- **Dependência do Professor:** O sucesso das atividades depende fortemente da habilidade do professor em gerenciar a turma e manter todos os alunos engajados.

4.2.3.2 Método 2: Divisão da Turma em Grupos com Plataformas Individuais

Se o professor tiver disponibilidade de material ou recursos, a turma pode ser dividida em grupos menores. Cada grupo receberá um manual e o auxílio do professor para montar sua própria plataforma robótica e introduzir o código fornecido. Após a montagem, as Atividades 1, 2 e 3 serão realizadas através da experimentação e observação, com cada grupo anotando os resultados obtidos com seu robô.

I - Benefícios:

- **Engajamento Prático:** Os alunos têm a oportunidade de trabalhar diretamente com a plataforma robótica, o que pode aumentar o engajamento e a compreensão dos conceitos.
- **Desenvolvimento de Habilidades:** Trabalhando em pequenos grupos, os alunos desenvolvem habilidades práticas de montagem, programação e resolução de problemas.
- **Trabalho Colaborativo:** Esta abordagem promove o trabalho em equipe, comunicação e colaboração entre os alunos.

II - Dificuldades:

- **Recursos Necessários:** Requer mais recursos, incluindo múltiplas plataformas robóticas e materiais de montagem.
- **Coordenação e Suporte:** O professor precisa coordenar vários grupos ao mesmo tempo, o que pode ser desafiador, especialmente se os alunos encontrarem dificuldades técnicas.

A escolha entre utilizar uma única plataforma controlada pelo professor ou dividir a turma em grupos com plataformas individuais depende dos objetivos educacionais, dos recursos disponíveis e das preferências do professor. Cada método oferece benefícios únicos e desafios que precisam ser considerados para garantir uma experiência de aprendizado eficaz e envolvente. Independentemente do método, as Atividades 1, 2 e 3 anexadas servirão como ferramentas valiosas para avaliar a compreensão dos alunos e aplicar os conceitos matemáticos estudados.

4.3 CRONOGRAMA DO PROJETO

Este cronograma detalha a sequência de aulas planejadas para o projeto de robótica, fornecendo uma estrutura clara e organizada para a implementação da oficina pedagógica. As aulas serão aplicadas em pares, com cada par de aulas tendo duração de 50 minutos. As atividades de suporte específicas (atividade 1, 2 e 3) serão realizadas nas aulas 3 e 4, 5 e 6, e 7 e 8, respectivamente. Essas atividades ajudarão a consolidar os conceitos aprendidos e a aplicação prática.

Tabela 1 – Cronograma do projeto

Aula	Nome da Aula	Descrição Breve
1 e 2	Introdução e Montagem do Robô	Apresentação dos componentes e montagem da plataforma robótica. Programação inicial do robô para responder a comandos via Bluetooth. Cada aula terá duração de 50 minutos.
3 e 4	Movimentos Básicos e Translações	Estudo e implementação de movimentos básicos do robô e suas translações. Exploração das rotações e outras transformações geométricas com o robô. As atividades de suporte serão realizadas com base na Atividade 1. Cada aula terá duração de 50 minutos.
5 e 6	Introdução a Razões e Proporções	Introdução aos conceitos de razões e proporções aplicados ao robô. Aplicação de razões e regra de três para controlar a velocidade e distância. As atividades de suporte serão realizadas com base na Atividade 2. Cada aula terá duração de 50 minutos.
7 e 8	Movimentos Circulares e Arcos	Estudo de movimentos circulares e cálculo de arcos com o robô. Revisão dos conceitos estudados e aplicação prática final com atividades. As atividades de suporte serão realizadas com base na Atividade 3. Cada aula terá duração de 50 minutos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O cronograma pode ser adaptado caso seja necessário, porém para essas modificações,

foi percebido que tudo deveria ser planejado com antecedência para evitar eventuais transtornos, como falta de material ou falhas no funcionamento do robô.

Além disso, faz-se importante considerar o tempo de preparação do material e o tempo necessário para finalizar e organizar a turma. Assim, cada etapa da oficina foi desenhada com no mínimo 1 hora e 30 minutos de duração. Isso garantirá tempo suficiente para a preparação, execução e discussão das atividades, proporcionando uma experiência de aprendizado mais completa e eficaz.

4.4 Adaptação do Cronograma

A flexibilidade do cronograma permite que sejam realizados ajustes conforme necessários, mas é crucial planejar essas adaptações com cuidado. Modificações no cronograma devem levar em conta:

- **Tempo de preparação:** Assegure-se de que todos os materiais necessários estejam disponíveis e prontos para uso.
- **Duração adequada:** Cada sessão deve ser longa o suficiente para cobrir todos os tópicos planejados e permitir tempo para discussão e resolução de problemas.
- **Organização da turma:** Planeje atividades que mantenham os alunos engajados e organizados durante toda a sessão.

Este cronograma serve como uma orientação prática para a implementação do projeto de robótica proposto em sala de aula. Sua estrutura permite que os alunos desenvolvam habilidades práticas e teóricas de maneira integrada e progressiva. Com a possibilidade de adaptação, os professores podem ajustar o cronograma às suas necessidades específicas, garantindo uma experiência educativa rica e envolvente.

4.5 ETAPAS DE APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

4.5.1 Aula 1: Introdução e Montagem do Robô

Na primeira aula, os alunos serão apresentados aos componentes principais da plataforma robótica 2WD: Arduino, módulo Bluetooth, motores DC, rodas, bateria e demais componentes eletrônicos. Essa introdução é crucial, pois estabelece a base para todo o projeto. Explicando a função de cada componente e sua importância no sistema robótico, destacando como cada peça se conecta e funciona dentro do conjunto do robô.

Se a aula for realizada com uma única plataforma robótica como no citado no método I, deve-se fazer uma demonstração detalhada para toda a turma. Utilizando um projetor ou um espaço aberto onde todos possam ver claramente o processo de montagem. Os alunos podem observar, fazer anotações e participar ativamente com perguntas e comentários.

Durante a montagem, é fundamental promover discussões sobre a função de cada componente e como eles se conectam. Ajudando os alunos a resolverem quaisquer problemas que surgirem, incentivando o pensamento crítico e a resolução colaborativa de problemas. Este é um momento importante para desenvolver habilidades de resolução de problemas e fortalecer o entendimento dos princípios básicos de eletrônica e mecânica.

A montagem do robô não só envolve habilidades práticas de eletrônica e mecânica, mas também proporciona uma aplicação concreta de conceitos matemáticos. Segundo a pesquisa de (Mataric, 2004), a robótica educacional promove a aprendizagem ativa, permitindo que os alunos visualizem e apliquem conceitos matemáticos em contextos reais. A compreensão de medidas, proporções e geometria é reforçada durante a montagem, pois os alunos devem calcular dimensões e entender a disposição espacial dos componentes.

Ao final da aula, os alunos serão capazes de organizar os componentes e ferramentas, e fazer uma breve revisão do que foi aprendido. Permitindo que os alunos façam perguntas e esclareçam dúvidas, consolidando o conhecimento adquirido durante a montagem.

4.5.2 Aula 2: Programação e Testes Iniciais

A segunda aula inicia com uma revisão rápida dos conceitos discutidos na aula anterior e do progresso da montagem do robô. Certificando de que todos os grupos completaram a montagem da plataforma robótica antes de seguir para a programação.

É importante introduzir a programação no controle do robô, explicando como os comandos digitais podem controlar os movimentos e ações físicas do robô. Além de apresentar o código de controle que será utilizado, já elaborado e incluído no [Apêndice A](#) desta dissertação. Ao explicar cada parte do código, destaca-se como ele permite que o robô receba comandos via *Bluetooth*.

Faz-se fundamental projetar a programação no quadro ou na tela, enquanto explica cada linha de código. Os alunos podem seguir com seus próprios computadores, se disponíveis, ou fazer anotações detalhadas para referência futura.

Ainda, deve-se instalar a IDE do Arduino nos computadores, se ainda não estiver instalada, conectar o Arduino ao computador e carregar o código fornecido. O professor deve carregar o código e demonstrar como enviar comandos básicos ao robô (frente, atrás, girar horário e anti-horário) utilizando o formato "C T V/n", onde C é o comando, T é o tempo em milissegundos e V é a velocidade.

Durante os testes iniciais, é importante promover uma discussão sobre os resultados, destacando o que funcionou bem e o que pode ser melhorado. O professor junto aos alunos devem fazer ajustes necessários no código ou na configuração do robô. Este é um momento crucial para reforçar a compreensão dos conceitos de programação e eletrônica.

A programação do robô oferece uma oportunidade para os alunos aplicarem conceitos matemáticos em um contexto de resolução de problemas reais. De acordo com (Resnick *et al.*, 2009), a programação promove o desenvolvimento do pensamento algorítmico e a compreensão de sequências lógicas, essenciais para a matemática e outras ciências exatas. A necessidade de ajustar parâmetros, como tempo e velocidade, para obter o comportamento desejado do robô, reforça a aplicação prática de conceitos de álgebra e geometria.

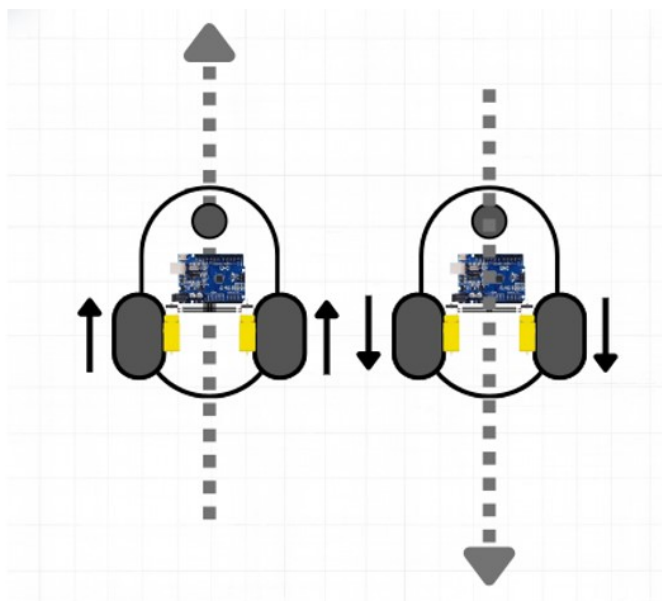
Se cada grupo tiver sua própria plataforma robótica, é interessante incentivá-los a trabalhar juntos para resolver quaisquer problemas que encontrarem durante a programação e os testes. Isso promove o trabalho em equipe e a colaboração, habilidades essenciais em qualquer projeto de robótica.

A aula termina com a revisão dos principais pontos aprendidos sobre programação e testes iniciais. Permitindo que os alunos façam perguntas e esclareçam dúvidas, garantindo que todos estejam confiantes para avançar para as próximas etapas do projeto.

4.5.3 Aula 3: Compreendendo os Movimentos do Robô

Na terceira aula, tem-se a explicação teórica sobre movimentos do robô. Deve-se narrar primeiro aos alunos que quando os dois motores estão conectados na mesma direção, o robô se moverá para frente, e quando a direção do motor for invertida, o robô se moverá para trás. Esse movimento é semelhante a uma transformação geométrica chamada translação, na qual um objeto se move de um ponto a outro sem alterar sua orientação.

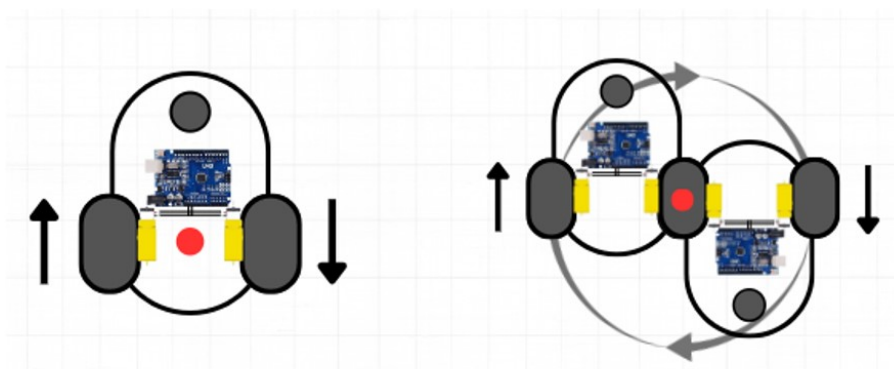
Figura 8 – Exemplo do movimento de translação



Fonte: Autor 2024

Desta forma, é fundamental demonstrar movimentos do motor para os alunos participarem ativamente das discussões sobre como conseguir a translação robótica simplesmente mudando a direção do motor. Utilize também o quadro ou um projetor para exemplificar com imagens como a [Figura 8](#).

Figura 9 – Exemplo de movimento de rotação



Fonte: Autor 2024

Seguindo a aula o professor deve explicar sobre o movimento de rotação que permitira ao robô mudar seu sentido como mostrado na [Figura 9](#), deve se iniciar explicando que ao girar um motor para frente e outro para trás, o robô giraria em torno de seu próprio eixo, que corresponde

ao centro do robô. Esta rotação é uma transformação geométrica na qual um objeto gira em torno de um ponto fixo.

Faz-se importante demonstrar que ao ligar apenas um motor enquanto o outro permanece desligado, o robô também girará, mas desta vez o centro da rotação será a roda que está parada, o controle desse movimento é semelhante ao da rotação em torno do seu próprio eixo. Esta distinção é fundamental para que os alunos compreendam como diferentes combinações de comandos podem resultar em diferentes tipos de movimentos.

Dito isso, (Goldenber; Emami, 1999) afirmam que “compreender a cinemática e a dinâmica dos sistemas robóticos é essencial para projetar estratégias de controle eficazes e alcançar movimentos precisos, o que é fundamental para uma aplicação bem-sucedida em campos que vão desde a automação até a educação em robótica”. A aula finaliza com a revisão dos principais pontos aprendidos sobre movimentos e rotação. Abrindo espaço para que os alunos façam perguntas e esclareçam dúvidas.

4.5.4 Aula 4: Aplicação prática dos Movimentos do Robô

A partir da quarta aula compreende-se a aplicação prática dos conceitos desenvolvidos na aula 3. Após a assimilação teórica dos princípios de movimento robótico, os estudantes avançaram para a fase prática. Utiliza-se uma plataforma robótica única para ilustrar os diversos tipos de movimentação, permitindo que os alunos observem e debatam os resultados obtidos. Neste momento, os alunos são incentivados a correlacionar os movimentos observados com as transformações geométricas previamente estudadas. O foco foi na análise de como uma sequência de comandos pode ser interpretada como uma combinação de transformações, possibilitando a execução de movimentos mais elaborados.

Os alunos são desafiados a criar um percurso para o robô, até este momento eles ainda não conseguem controlar a distância e ângulo percorrido, a ideia é que eles diminuindo e aumentando o tempo experimente a busca de um valor que seja satisfatório para o movimento desejado.

Durante as sessões práticas, devem ser instigados a formular diversas perguntas e contribuições que evidenciem uma compreensão crescente dos conceitos abordados. Encerra-se a aula revisando como a matemática foi aplicada no projeto e como os conceitos de movimento linear e angular são essenciais para a robótica. Destaca-se a importância da matemática para o desenvolvimento de projetos e a solução de problemas na engenharia. (Carneiro, 2005) corroboram esta ideia ao afirmarem que a matemática é uma ferramenta essencial na engenharia, fornecendo uma base para modelar sistemas complexos, analisar dados e resolver problemas. Ele permite que os engenheiros traduzam desafios do mundo real em equações e algoritmos matemáticos, que são cruciais para projetar, otimizar e implementar soluções de engenharia eficazes.

4.5.5 Aula 5 e 6: Controle de Velocidade, Distância e rotação

A tendência deste projeto é que a cada aula sejam abordados mais profundamente os conceitos aprendidos, de modo que o aluno consiga realizar cálculos matemáticos para operação do robô e não realizar movimentos aleatórios com ele.

Nesta aula, o objetivo é aprofundar nos conceitos de velocidade e distância, iniciando a aula com uma introdução sobre a relevância do controle de velocidade e distância no movimento de robôs, abordando conceitos fundamentais de razão e proporção entre grandezas. A velocidade é definida como a razão entre a distância percorrida e o tempo necessário para percorrê-la, um conceito crucial para os experimentos planejados (Caraça, 1951).

O professor inicia a aula lembrando sobre como o robô se movimenta, citando que uma combinação de translação e rotação pode fazer com ele se movimente sobre um plano e chegue a qualquer ponto. Agora para esta aula vamos utilizar o comando "C T V/n" via Bluetooth serial para configurar esses parâmetros, onde C representa o comando, T o tempo em milissegundos e V a velocidade como explicado no manual no [Apêndice A](#).

Neste momento desafiamos os alunos a encontrar uma forma de controlar este movimento de translação do robô utilizando as variáveis que já temos no comando "C T V/n", no caso tempo e velocidade, lembrando os que a velocidade no comando é um valor de 0 a 255 que controla a quantidade de energia fornecida ao motor, mas que veríamos mas a frente como converter esse valor em uma grandeza já conhecida a Velocidade média. Com a intenção de encontrar uma forma de controlar este movimento de translação iniciamos uma experimentação de ligar o robô por um período t de segundos e depois medimos a distancia percorrida neste intervalo, destacasse ao aluno que essas grandezas tem uma relação e a razão entre elas é chamada velocidade média, introduzindo então a equação básica $V = \frac{d}{t}$, onde d a distância em cm, t é o tempo em segundos e V é a velocidade que por consequência será dada em cm/s, desta forma utilizando o conceito de razão podemos encontrar uma velocidade média em cm/s para qualquer velocidade do motor dada por um valor analógico de 0 a 255, continuando o professor deve mostrar aos alunos que com uma pequena manipulação algébrica a equação pode ser escrita como $d = t * V$ ou $t = \frac{d}{V}$, assim agora como um valor fixo de V em cm/s já determinado, podemos encontrar a distância dado o tempo ou o tempo dada a distância desejada obtendo desta forma o controle desejado no inicio da experimentação.

Essa primeira experimentação permite ao aluno visualizar uma aplicação pratica para alguns conceitos matemáticos como: Razões entre grandezas, Velocidade, manipulação algébrica.

De maneira semelhante ao controle de movimento de translação, os alunos devem encontrar uma forma de controlar este movimento, desta forma primeiramente deve se ligar o robô por um período t de tempo e uma velocidade v de rotação dos motores e então marcar o tamanho da rotação que será dada em número de voltas mais um angulo restante que pode ser medida com um transferidor, como cada volta completa possui 360° , concluísse que a ângulo

percorrido é dado pelo produto do número de voltas por 360° mais o ângulo medido pelo transferidor no final do experimento, o resultado da soma é o total de graus girado e será chamado de θ , a partir daí mostre ao aluno que razão entre as grandezas ângulo de rotação em graus e tempo em segundo obtemos uma outra grandeza que podemos chamar de velocidade de rotação (ω) dada em graus/segundos e formalizada através da expressão $\omega = \frac{\theta}{t}$, essa expressão permitirá que as próximas rotações possam ser controladas fixando um valor para velocidade dos motores e alterando o tempo para obter o ângulo desejado.

Com a compreensão da aula anterior onde podemos realizar uma combinação de movimento agora com o controle da rotação e distância o professor deve instigar o aluno a criar uma série de comandos que realizem movimento sobre uma trajetória específica e até construir figuras geométricas com seu movimento como quadrado e triângulos, neste momento é interessante que o professor junto a turma escolha alguns movimentos, efetue os devidos cálculos de distância e rotação e escreva os comandos necessários para realizá-los seguindo do teste prático com robô. Esse experimento vai servir de base para a turma realizar a atividade 2 contida no [Apêndice C](#).

No final desta aula, espere que o aluno seja capaz de entender como os princípios matemáticos são fundamentais na robótica para calcular e otimizar a velocidade, medições e controle precisos que exigem uma compreensão de equações cinemáticas e modelagem matemática, que permitem a determinação precisa dos parâmetros de movimento e desempenho de um robô ([Khalil, 2002](#)).

Dedique os 10 minutos finais da aula para troca de informações, esclarecimento de dúvidas e principalmente para ouvir as percepções dos alunos sobre o projeto até o momento.

4.5.6 Aula 7 e 8: Movimento Circular e Determinação do Raio

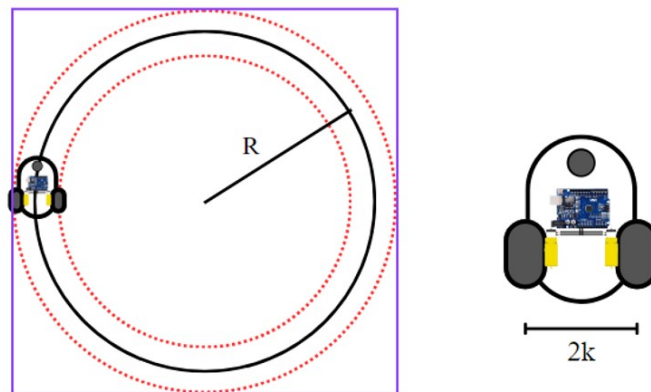
As aulas 7 e 8 do projeto de robótica focam no aprofundamento dos conceitos de movimento rotacional do robô, explorando o efeito de ligar os motores em mesma direção e com velocidades distintas. Essas aulas são fundamentais para entender como controlar o movimento do robô em uma circunferência e aplicar conceitos matemáticos avançados para determinar raios, velocidades e arcos percorridos. Esta parte do projeto é essencial para consolidar o entendimento dos alunos sobre geometria aplicada e movimento circular.

Iniciamos a aula explicando que ao ligar os motores do robô na mesma direção, mas com velocidades diferentes o robô irá se deslocar sobre uma circunferência, considerando V_d como velocidade do motor direito e V_e a velocidade do motor esquerdo temos que quando $V_d > V_e$ ele irá se deslocar sobre a circunferência no sentido anti-horário e se $V_e > V_d$ irá se deslocar no sentido horário. Para realizar este tipo de movimento o código tem que ser ajustado para que seja possível enviar pelo terminal bluetooth um comando do tipo “C $V_d V_e T/n$ ”, este comando é semelhante ao usado em aulas anteriores permitindo agora apenas separar a velocidade dos motores, o mesmo está incluso no [Apêndice A](#) para que após esclarecido sua função seja inserido

no robô pela ide Arduino.

Após a inserção do novo código o professor pode realizar um teste simples sobre executando o comando “ $F\ 200\ 250\ 2000/n$ ” e observar o resultado, pelos parâmetros inseridos o robô irá realizar uma rotação no sentido horário pelo período de 2 segundos, vale destacar aos alunos que o movimento resultante não é uma circunferência mas sim um arco, identificando o centro da rotação e determinando o grau do arco podemos controlar esta rotação de maneira semelhante a rotação já vista na aula anterior utilizando regra de três simples.

Figura 10 – Exemplo de movimento circular



Fonte: Autor 2024

O próximo passo é questionar os alunos sobre uma forma de controlar o tamanho da circunferência percorrida, esta parte é rica em conhecimento e uma demonstração pratica de modelagem matemática. Inicie realizando dois testes com o robô para medir a velocidade utilizando os comando “ $F\ V_1\ V_1\ T/n$ ” como as velocidades são iguais ele ira andar em linha reta utilize a formula da aula anterior para determinar a velocidade de V_1 em m/s, realize o mesmo processo agora com o código “ $F\ V_2\ V_2\ T/n$ ”.

Observando a circunferência mostrada na [Figura 10](#) e considerando que $V_2 > V_1$, distância entre as rodas é $2k$, que o raio da circunferência na qual o robô ira percorrer é R , T é o tempo que o robô leva para completar um arco de 360° e a circunferência formada pela trajetória das rodas é C_1 para menor e C_2 para maior, podemos escrever que:

$$I) C_1 = 2\pi(R - k) = V_1 \cdot T$$

$$II) C_2 = 2\pi(R + k) = V_2 \cdot T$$

Dividindo I por II temos:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{2\pi(R - k)}{2\pi(R + k)} = \frac{V_1 T}{V_2 T} \Rightarrow \frac{(R - k)}{(R + k)} = \frac{V_1}{V_2}$$

Desta forma, demonstramos que neste movimento, a razão entre os raios das trajetórias das rodas é igual à razão entre as velocidades das mesmas.

Mostre com um exemplo que esta razão permite calcular o tamanho do raio dadas as velocidades, e também calcular velocidades apropriadas para o raio desejado. Veja, por exemplo, o que ocorre quando colocamos $V_1 = 50 \text{ cm/s}$ e $V_2 = 70 \text{ cm/s}$, considerando que a distância entre as rodas é de 12 cm:

$$\frac{R-6}{R+6} = \frac{50 \text{ cm/s}}{70 \text{ cm/s}} \implies 50R + 300 = 70R - 420 \implies 20R = 720 \implies R = 36$$

Como demonstrado para o exemplo com as velocidades dadas, a circunferência será de 36 cm. Agora, como outro exemplo, damos um raio de 50 cm e fixamos $V_2 = 70 \text{ cm/s}$:

$$\frac{50-6}{50+6} = \frac{V_1}{70 \text{ cm/s}} \implies 44 \cdot 70 = 56V_1 \implies V_1 = \frac{3080}{56} \implies V_1 = 55$$

Logo, temos que $V_1 = 55 \text{ cm/s}$.

Esses cálculos ajudarão os alunos a compreenderem como a matemática descreve e prevê o comportamento do robô em movimento circular.

Agora, o professor irá conduzir os alunos para a Atividade 3 contida no B. A atividade contém problemas que permitirão aos alunos testar os conhecimentos aprendidos. Caso haja material, o professor pode separar a turma em grupos e pedir que os exercícios da atividade sejam realizados na prática, enriquecendo ainda mais o processo.

4.5.7 Aula extra: Pista oval e Desafio com obstáculos

Nesta etapa final do projeto, é enriquecedor que os alunos tenham a oportunidade de experimentar e aplicar todos os conceitos revisados, sendo desafiados a descrever matematicamente o movimento do robô em trajetórias mais complexas, integrando translação e rotação em situações práticas. Um exemplo clássico é o movimento do robô ao percorrer uma pista oval, composta por duas partes retas e duas semicircunferências. A pista oval proporciona uma oportunidade interessante para aplicar os conceitos de movimento translacional e rotacional em conjunto, permitindo aos alunos entender como controlar a velocidade, o tempo e a distância em diferentes segmentos do percurso.

A pista oval pode ser visualizada como composta por duas retas e duas semicircunferências idênticas, conectando as retas. Para o cálculo da distância percorrida nas partes retas, os alunos podem aplicar o que aprenderam nas aulas anteriores, em que os motores são ajustados para a mesma velocidade, fazendo o robô se mover em linha reta. Nesse caso, os alunos utilizarão a fórmula que relaciona a velocidade V e o tempo t para determinar a distância percorrida nas retas:

$$\text{Distância reta} = V \times t$$

Onde V é a velocidade em metros por segundo (m/s), e t é o tempo que o robô leva para percorrer a parte reta. Os alunos devem utilizar os conhecimentos adquiridos para determinar o tempo necessário para percorrer as retas e calcular a distância percorrida com base na velocidade dos motores.

Para a parte circular da pista oval, o desafio é calcular a distância percorrida ao longo das semicircunferências. Como discutido nas aulas anteriores, o robô se move ao longo de uma circunferência quando os motores estão com velocidades diferentes. Nesse caso, a razão entre as velocidades das rodas será igual à razão entre as circunferências das trajetórias seguidas pelas rodas do robô. Supondo que a distância entre os eixos das rodas seja $2k$, o raio maior da trajetória será $R + k$ e o raio menor será $R - k$, onde R é o raio do centro do robô.

Sabemos que a circunferência de uma roda é dada por $C = 2\pi r$, onde r é o raio da trajetória. Assim, as circunferências das trajetórias das rodas serão:

$$C_{\text{maior}} = 2\pi(R + k)$$

$$C_{\text{menor}} = 2\pi(R - k)$$

A relação entre as velocidades das rodas V_{maior} e V_{menor} será a mesma que a relação entre as circunferências das trajetórias:

$$\frac{V_{\text{maior}}}{V_{\text{menor}}} = \frac{C_{\text{maior}}}{C_{\text{menor}}}$$

Ou seja:

$$\frac{V_{\text{maior}}}{V_{\text{menor}}} = \frac{R + k}{R - k}$$

Para resolver essa equação, basta fixar uma das velocidades das rodas, por exemplo V_{maior} , que já foi calculada para a parte reta. Com isso, é possível determinar a velocidade V_{menor} da roda que segue a trajetória interna. O procedimento para calcular as velocidades e distâncias percorridas nas trajetórias do robô pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. Determinar o valor do raio R , que é o raio do centro do robô.
2. Calcular o raio das trajetórias das rodas: $R + k$ para a roda externa e $R - k$ para a roda interna.
3. Fixar a velocidade V_{maior} para a roda externa, que foi determinada nas aulas anteriores para as partes retas da pista.

4. Usar a relação entre as velocidades das rodas e as circunferências das trajetórias para calcular a velocidade V_{menor} da roda interna.
5. Utilizar essas velocidades para calcular a distância percorrida ao longo das semicircunferências, utilizando a fórmula da circunferência: $C = 2\pi R$.
6. Utilizar a regra de três para encontrar o tempo necessário para um arco de 180° .
7. Por fim combinar os comandos para translação e rotação na ordem correta com os parâmetros encontrados.

Esse desafio pode ser ampliado para uma aula extra, em que os alunos terão a oportunidade de testar e brincar com esses conhecimentos na prática. Poderão ajustar parâmetros de velocidade e tempo em diferentes tipos de trajetórias, como curvas de raios variados, pistas elípticas, quadradas ou até mesmo criar suas próprias pistas. Além disso, é possível organizar uma competição para verificar qual grupo consegue maior precisão ou menor tempo, estimulando engajamento e colaboração. Esse momento representa uma excelente oportunidade para consolidar teorias, resolver dúvidas e personalizar códigos, reforçando tanto conceitos matemáticos quanto habilidades práticas.

Após essa exploração guiada com a pista oval e suas variações, a proposta se expande para um desafio de trajetória com obstáculos, que amplia ainda mais a autonomia dos alunos. Nesta etapa, o professor propõe uma pista com dois pontos de referência (A e B), separados por obstáculos que exigem trajetórias criativas.

O professor propõe aos grupos de alunos uma pista com dois pontos de referência (A e B), separados por obstáculos que exigem trajetórias específicas. O desafio consiste em programar o robô para sair do ponto A e alcançar o ponto B no menor tempo possível, sem colidir com os obstáculos. Para isso, os alunos poderão explorar diferentes estratégias: desde trajetórias otimizadas baseadas em cálculos de raio e velocidade, até o uso de sensores ultrassônicos para detectar e contornar barreiras em tempo real.

Essa etapa marca uma transição importante no processo de ensino-aprendizagem. Segundo (Moran, 2018), a aprendizagem é mais significativa quando o aluno é desafiado a tomar decisões, testar hipóteses e lidar com erros como parte do processo criativo. Ao competir entre si, os estudantes se engajam em um cenário que estimula a autonomia, a colaboração em grupo e o pensamento crítico, ao mesmo tempo que experimentam na prática a aplicação de conteúdos matemáticos e tecnológicos.

Do ponto de vista pedagógico, esta atividade dialoga com as metodologias ativas, em especial a aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning – PBL). Conforme (Barrows, 1996), essa abordagem coloca o aluno diante de uma situação complexa que o instiga a buscar soluções a partir de seus conhecimentos prévios e de novas aprendizagens. No caso do

desafio, não existe uma única trajetória correta, mas diferentes possibilidades que dependem da criatividade e dos cálculos de cada grupo.

Além disso, ao incluir sensores ultrassônicos ou outros recursos opcionais, os estudantes podem ultrapassar os limites do conteúdo formalmente trabalhado nas aulas anteriores. Segundo (Ferreira, 2019), a inserção de tecnologias na educação tem o potencial de abrir fronteiras para que os alunos busquem conhecimentos além do que lhes é apresentado em sala, estabelecendo conexões com diferentes áreas do saber e outras formas de aprender. Dessa forma, o uso de sensores não apenas amplia o repertório técnico dos alunos, como também simboliza a quebra da linearidade tradicional do ensino.

Estrutura da aula:

1. **Apresentação do desafio:** o professor explica as regras e os critérios de avaliação (velocidade, precisão e criatividade na programação).
2. **Planejamento em grupos:** os alunos analisam a pista, discutem estratégias, calculam possíveis trajetórias e definem parâmetros de velocidade, tempo e ângulo de rotação.
3. **Programação e testes:** cada grupo insere seus códigos no robô, podendo iterar e ajustar conforme os resultados parciais.
4. **Aplicação de sensores:** opcionalmente, os grupos podem incluir comandos que usem sensores ultrassônicos para desviar automaticamente de obstáculos, agregando complexidade ao projeto.
5. **Competição final:** cada equipe apresenta seu robô na pista, e o desempenho é avaliado.
6. **Reflexão coletiva:** em roda de conversa, os alunos compartilham as estratégias utilizadas, os erros e os acertos, promovendo um momento de metacognição e consolidação dos aprendizados.

O desafio não se restringe ao aspecto técnico da robótica, mas evidencia a relevância da modelagem matemática. Nesse processo, os alunos devem aplicar fórmulas de cálculo de distância, velocidade e tempo, além de conceitos de proporcionalidade e geometria para prever e ajustar as trajetórias. Conforme destaca (Bassanezi, 2002), a modelagem matemática constitui uma metodologia que aproxima o estudante de situações reais, incentivando-o a transformar problemas do cotidiano em problemas matemáticos. Dessa forma, o desafio reforça a função da matemática como linguagem para descrever e resolver problemas do mundo real.

Este momento final do projeto é de grande valor formativo, pois une a prática lúdica da competição ao rigor conceitual da matemática e da programação. Mais do que identificar a equipe vencedora, a atividade busca promover a reflexão sobre processos de solução de problemas, trabalho em equipe e superação de desafios intelectuais. A vivência dessa experiência cria

um ambiente em que o erro é entendido como parte do aprendizado e em que cada grupo é incentivado a experimentar, testar e inovar.

Portanto, essa aula extra encerra o ciclo do projeto de forma instigante, abrindo espaço para que o aluno perceba a robótica não apenas como uma ferramenta pedagógica, mas como um campo de descobertas, investigações e conexões interdisciplinares, consolidando a proposta de ensino ativo e inovador.

ESTUDO DE CASO: MONTAGEM E APLICAÇÃO

A aplicação do projeto de robótica foi realizada no 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Estadual José Sebastião Morbidelli em Extrema MG, em três turmas denominadas 9º ano 3, 9º ano 4 e 9º ano 5, no período matutino, durante os meses de junho e julho de 2024. As aulas tiveram como objetivo principal familiarizar os alunos com os componentes do robô, conceitos básicos de montagem e eletrônica, e introduzir a programação necessária para controlar o robô.

O processo envolveu tanto demonstrações práticas realizadas pelo professor quanto atividades colaborativas realizadas pelos alunos. Este relatório detalha a aplicação das aulas, as reações e ideias dos alunos, bem como as lições aprendidas e os resultados obtidos.

A oficina foi apresentada e aprovada para aplicação pela orientadora pedagógica. Cada turma tinha aproximadamente 25 alunos e foi optado por usar uma plataforma robótica para orientar os alunos.

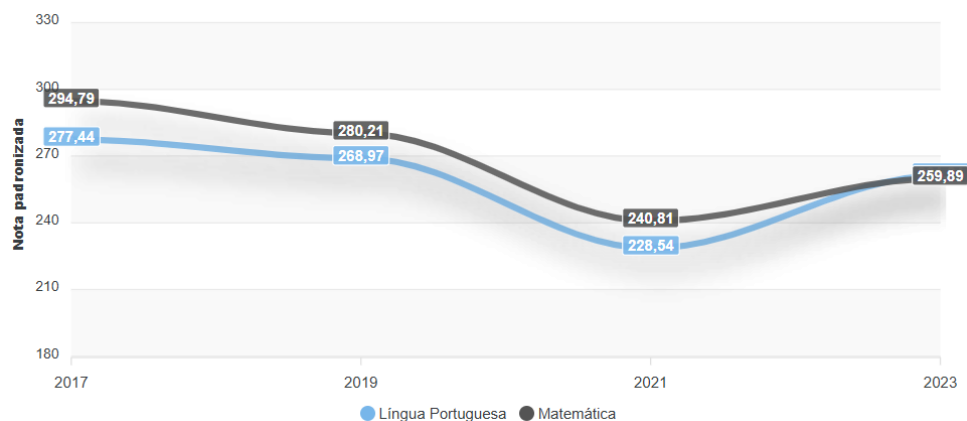
5.1 CONHECENDO O AMBIENTE ESCOLAR

O trabalho foi realizado na Escola Municipal José Sebastião Morbidelli, localizada na cidade de Extrema, Minas Gerais. A instituição atende estudantes do ensino fundamental, do 1º ao 9º ano, e tem como principal objetivo pedagógico a preparação dos alunos para a conclusão dessa etapa escolar.

De acordo com os dados do [Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira \(2024\)](#)(INEP, 2024), a escola obteve um IDEB de 5,1 em 2023, apresentando uma recuperação parcial em relação a 2021, quando a nota havia sido 4,4. Apesar dessa melhora, o desempenho da instituição ainda está abaixo do índice registrado em 2019 (5,4) e de 2017 (5,9), evidenciando oscilações nos indicadores de qualidade ao longo dos anos.

Além disso, com base nos resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) mostrados na [Figura 11](#), a média de proficiência dos alunos do 9º ano em Matemática foi 259,89 pontos em 2023, posicionando a escola no nível 3 da escala de proficiência do INEP, o que significa que os alunos apresentam conhecimentos básicos na disciplina, mas ainda enfrentam dificuldades com conteúdos mais complexos.

Figura 11 – Evolução nota Saeb da Escola Municipal José Sebastião Morbidelli



Fonte: Ideb 2023, INEP.

A escola conta com infraestrutura que inclui salas de aula, cozinha, área de alimentação, sala da diretoria, sala dos professores, secretaria, almoxarifado, banheiros adaptados para alunos com deficiência e um pátio dedicado às atividades de educação física. Além disso, dispõe de serviços essenciais como alimentação escolar, acesso à internet, água filtrada, esgoto tratado, energia elétrica e coleta periódica de lixo.

O uso de celulares é proibido na instituição, sendo permitido apenas para fins pedagógicos mediante solicitação do professor. A escola adota o sistema de apostilamento SIM, da editora FTD, como material didático de apoio ao ensino.

A implementação das atividades da oficina de robótica não interferiu no planejamento curricular da escola, mas representou um reforço significativo para o ensino de Matemática, especialmente considerando as dificuldades identificadas nos índices educacionais. Dessa forma, a aplicação da robótica como ferramenta didática se apresenta como um potencial aliado na melhoria da aprendizagem matemática dos alunos do 9º ano.

5.2 A ESCOLA E A TECNOLOGIA

Os estudantes são, antes de tudo, os objetos últimos da prática educacional aplicada, e o papel da escola é buscar de meios para que isso ocorra, sendo a tecnologia uma ferramenta para esse fim.

Assim, o uso da tecnologia na educação visa estimular o aluno a aprender e proporcionar mudanças, as quais transformam a relação entre o aluno e a escola. Esse estímulo ocorre, principalmente, na inserção de novos conteúdos para aprendizado e promove ao professor o papel não somente de transmitir o conhecimento, mas também em adquiri-lo por meio de novas metodologias (Klein *et al.*, 2020).

Para alguns professores, a utilização de mídias dependia das exigências dos conteúdos programados. Contudo, a adoção dessa tecnologia só faz sentido se contribuir para transformar a realidade educativa. Muitas vezes, o desejo de inovar vem acompanhado do receio de enfrentar riscos (Gebran, 2009).

A educação escolar precisa incluir e compreender as novas linguagens, decodificar seus códigos, explorar suas possibilidades expressivas e lidar com possíveis manipulações. É fundamental formar cidadãos para o uso democrático, progressivo e inclusivo de tecnologias que facilitem o processo educacional (Klein *et al.*, 2020).

Ainda é comum preparar professores por meio de métodos tradicionais, o que dificulta a utilização adequada de novas tecnologias. Nesse cenário de mudanças, é essencial que os professores saibam como orientar os alunos, como utilizar essas ferramentas e para que finalidades aplicá-las. O educador deve assumir o papel de líder do grupo, atuando como conselheiro e incentivando tanto a autonomia dos alunos quanto o trabalho coletivo em áreas de interesse comum.

É importante fomentar a pesquisa, caminhar junto com os alunos nessa jornada e reconhecer que os professores também podem aprender com eles (Guarda; Cunha; Gonçalves, 2019). Desta forma, projetos como este do Arduino estão alinhados aos ensejos da escola em questão e foram totalmente apoiados para execução.

5.3 APLICAÇÃO DO PROJETO

Este tópico descreverá as informações detalhadas da oficina realizada com imagens registradas nas 8 aulas ministradas. Na oficina, foi utilizada uma única plataforma para todos os grupos, com o objetivo de promover a interação e o aprendizado coletivo. O professor iniciou algumas atividades, orientando os alunos enquanto os grupos observavam e discutiam. As atividades foram realizadas de forma escalonada: o primeiro grupo testava os conceitos e realizava as tarefas enquanto os outros observavam e anotavam suas observações. Em seguida, o grupo seguinte assumia a execução da atividade, permitindo que cada grupo tivesse a chance de experimentar e refletir sobre os resultados, sempre com a orientação do professor.

Como desdobramento desta experiência, foi elaborado um curso em vídeo que reúne tutoriais práticos baseados nas etapas da oficina. Este material audiovisual apresenta desde os procedimentos iniciais como a instalação da IDE Arduino e a montagem da plataforma até

explicações detalhadas sobre os conteúdos matemáticos envolvidos em cada aula. Embora a oficina tenha sido conduzida de forma presencial e colaborativa, o curso busca ampliar seu alcance e permitir que outros professores e estudantes possam reproduzir ou adaptar as atividades em diferentes contextos.

5.3.1 Aula 1: Introdução e Montagem do Robô

A primeira aula foi iniciada com uma apresentação detalhada dos componentes principais da plataforma robótica 2WD: Arduino, módulo Bluetooth, motores DC, rodas, bateria e demais componentes eletrônicos conforme mostrado na [Figura 12](#). A apresentação visual, utilizando um projetor, foi bem recebida pelos alunos, que demonstraram grande interesse e curiosidade em entender como cada peça se conectava e funcionava dentro do sistema robótico.

Figura 12 – Peças utilizadas para montagem do robô



Fonte: Autor 2024

Os alunos foram organizados de modo que todos pudessem observar a montagem do robô, onde foi utilizada uma única plataforma robótica para demonstração, garantindo que todos os alunos tivessem uma visão clara do processo. O professor guiou a montagem passo a passo, seguindo o manual de montagem fornecido no [Apêndice A](#), e os alunos foram incentivados a fazer perguntas e a comentar durante o processo.

Durante a montagem como podemos observar na [Figura 13](#), vários alunos fizeram perguntas pertinentes sobre a função específica de cada componente, revelando um envolvimento ativo e um desejo de aprofundar o conhecimento. Uma das perguntas destacadas foi: "Por que

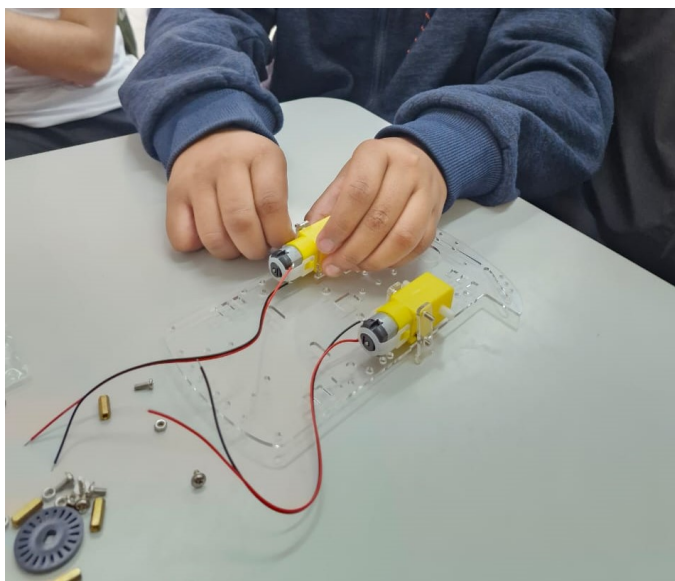
precisamos conectar os motores de uma maneira específica?". Essa pergunta serviu como um gatilho importante para abordar conceitos fundamentais de eletrônica e mecânica.

O professor aproveitou o momento para explicar sobre polaridade elétrica, demonstrando que motores DC possuem terminais positivos e negativos e que inverter essas conexões altera o sentido de rotação do motor. Essa explicação foi essencial para os alunos compreenderem como controlar o movimento do robô, por exemplo, avançar, recuar ou girar, a partir da configuração correta dos fios. Essa questão proporcionou uma oportunidade valiosa para relacionar conceitos teóricos com a prática, destacando a importância de conexões elétricas corretas no funcionamento do robô.

Essa explicação permitiu que os alunos percebessem como a programação e o controle físico do robô estão interligados. Durante a atividade, erros comuns, como conexões invertidas, foram tratados como oportunidades de aprendizagem. O professor destacou como esses equívocos podem alterar o comportamento do robô, incentivando os alunos a testarem e corrigirem as conexões por conta própria, promovendo assim um ambiente de experimentação e descoberta.

Para o professor que deseja replicar esta oficina, é essencial estar preparado para discutir esses conceitos com clareza e profundidade. É recomendável revisar previamente noções básicas de eletrônica e, se possível, utilizar recursos visuais, como esquemas ou animações, para ilustrar o funcionamento dos motores e as implicações da polaridade. Essa preparação permitirá que o educador conduza discussões enriquecedoras e responda às perguntas dos alunos de maneira didática e acessível, fortalecendo o vínculo entre teoria e prática.

Figura 13 – Alunos realizando montagem

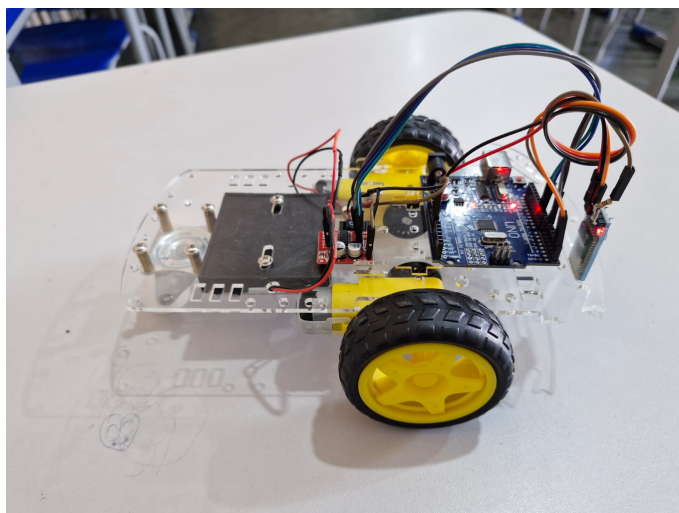


Fonte: Autor 2024

Uma das dificuldades enfrentadas durante a montagem foi a identificação correta dos

componentes, especialmente para alunos que não tinham experiência prévia com eletrônica. No entanto, a colaboração entre os alunos e a assistência contínua do professor ajudaram a superar essas dificuldades e a atividade de montagem não só facilitou a aprendizagem colaborativa, mas também desenvolveu habilidades práticas essenciais, tendo como resultado o robô apresentado na [Figura 14](#).

Figura 14 – Robô montado

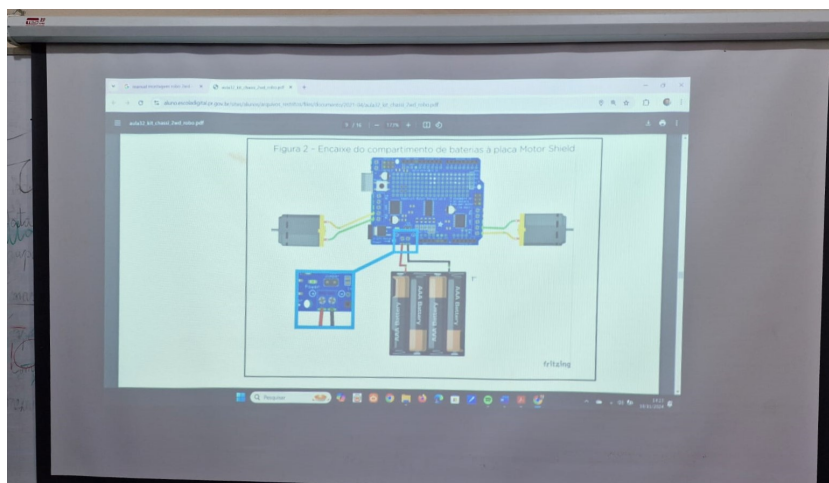


Fonte: Autor 2024

5.3.2 Aula 2: Programação e Testes Iniciais

A segunda aula começou com uma revisão rápida dos conceitos abordados na aula anterior e do progresso da montagem do robô como pode ser visto na [Figura 15](#), por meio de slides e anotações no quadro. O professor com a assistência dos alunos conseguiu completar e orientar os alunos sobre o processo de montagem, o que preparou o terreno para a introdução à programação.

Figura 15 – Aula teórica



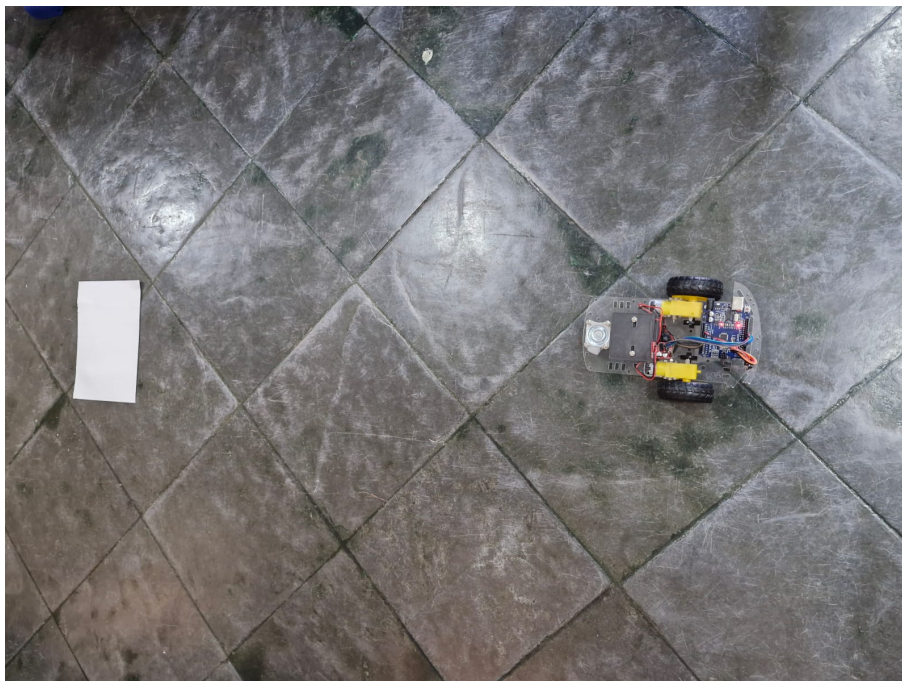
Fonte: Autor 2024

A programação foi introduzida através de uma explicação detalhada do código de controle incluído no [Apêndice A](#). Os alunos mostraram-se inicialmente apreensivos com a complexidade aparente do código, mas a explicação passo a passo ajudou a desmistificar o processo. O professor projetou a programação no quadro, explicando cada linha de código e destacando como ele permitia que o robô recebesse comandos via Bluetooth.

Durante a conexão do Arduino ao computador, foram encontradas algumas dificuldades, como problemas de driver e reconhecimento do dispositivo. Essas dificuldades foram resolvidas com a ajuda do professor, o que promoveu a oportunidade de resolução de problemas não previstos.

Os testes iniciais dos comandos via Bluetooth foram um momento de entusiasmo e descoberta para os alunos. Quando o professor conseguiu mover o robô com sucesso como mostrado na [Figura 16](#), usando os comandos "C T V/n", houve uma explosão de alegria e motivação entre os alunos e este sucesso inicial gerou uma série de perguntas e ideias sobre como melhorar o controle e a funcionalidade do robô.

Figura 16 – Primeiro movimento do Robô



Fonte: Autor 2024

Um aluno, com curiosidade evidente, perguntou: *"Dá para ir mais rápido?"* Essa simples pergunta revelou-se um marco crucial no projeto, funcionando como a porta de entrada para uma investigação mais profunda sobre a relação entre os comandos de programação e o comportamento físico do robô. A partir dela, o professor conduziu os alunos a explorar os parâmetros de velocidade e tempo nos comandos, promovendo uma discussão que conectava diretamente conceitos matemáticos, como variação de grandezas e proporções, à dinâmica prática do robô. Essa interação deu um novo significado ao estudo de conteúdos antes percebidos como abstratos e pouco atraentes.

A compreensão de que os ajustes nos valores programados poderiam impactar a velocidade do robô não apenas solucionou a dúvida inicial, mas também revelou aos alunos como a matemática pode ser uma ferramenta essencial para resolver problemas reais. A aplicação prática desses conceitos gerou entusiasmo e engajamento, pois os alunos puderam perceber, na prática, a importância de temas como relações entre grandezas e velocidade. Essa experiência transformou o que antes era visto como "conteúdo chato" em um conhecimento significativo e útil, marcando o ápice do projeto.

As reações dos alunos às primeiras aulas foram extremamente positivas. Eles apreciaram a abordagem prática e a oportunidade de trabalhar com tecnologia real. Muitos expressaram que essa experiência prática tornou os conceitos matemáticos e eletrônicos muito mais compreensíveis e relevantes.

Um grupo sugeriu a implementação de sensores adicionais para expandir as funcionalidades do robô, como evitar obstáculos ou seguir linhas. Essa sugestão será considerada para etapas futuras do projeto, destacando o potencial de inovação e criatividade que a robótica educacional pode despertar nos alunos.

As reações e ideias dos alunos indicam um alto nível de engajamento e entusiasmo, sugerindo que a continuidade do projeto pode levar a descobertas e aprendizados ainda mais profundos, onde a experiência prática de montar e programar o robô ajudou a solidificar os conceitos matemáticos e eletrônicos, preparando os alunos para as próximas etapas do projeto.

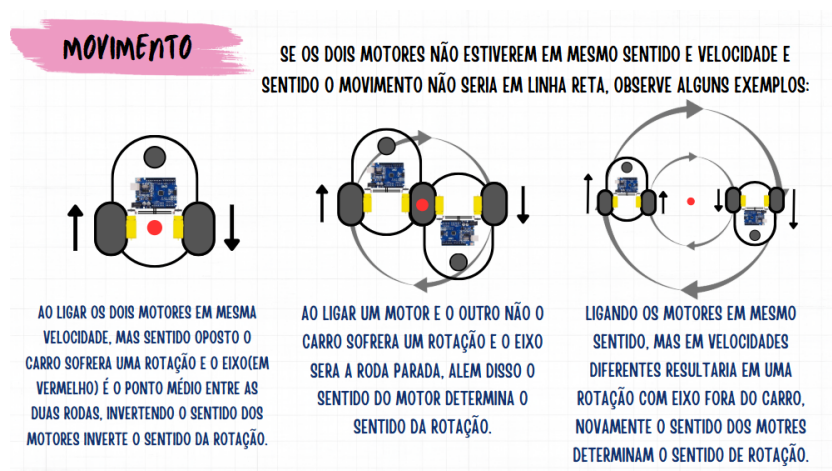
5.3.3 Aula 3: Compreendendo os movimentos do robô

Na terceira aula, iniciamos explicando aos alunos que ao ligar ambos os motores no mesmo sentido, o robô se moverá para frente, e ao inverter o sentido dos motores, o robô se moverá para trás. Este movimento é análogo à transformação geométrica chamada translação, onde um objeto é movido de um ponto a outro sem mudar sua orientação.

Os alunos observaram atentamente as demonstrações e participaram ativamente das discussões sobre como a simples mudança na direção dos motores resulta em uma translação do robô. Em seguida, discutimos a rotação, explicando que ao ligar um motor para frente e o outro para trás, o robô girará em torno de seu próprio eixo, que corresponde ao centro do robô. Esta rotação é uma transformação geométrica onde um objeto gira em torno de um ponto fixo.

Esse conceitos foram passados aos alunos com uma apresentação de slides como visto na [Figura 17](#) previamente feita pelo professor.

Figura 17 – Slide da aula 3 sobre rotação



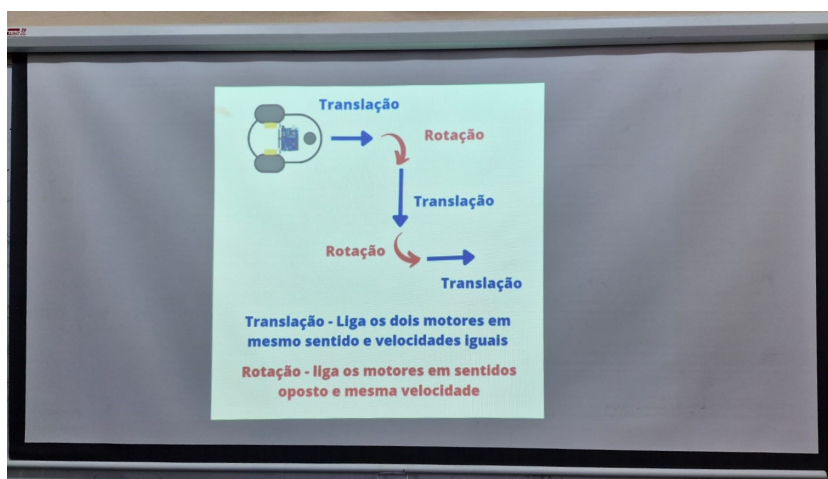
Fonte: Autor 2024

Além disso, mostramos que ao ligar apenas um motor enquanto o outro permanece

desligado, o robô também girará, mas desta vez o centro da rotação será a roda que está parada. Esta distinção foi crucial para que os alunos compreendessem como diferentes combinações de comandos podem resultar em diferentes tipos de movimentos.

A aula 3 foi bastante interessante, pois apresentou a robótica com foco em matemática. Iniciou com uma breve introdução teórica sobre como os robôs, especificamente os controlados por Arduino, realizam movimentos. Foi explicado que, por trás de cada movimento do robô, há cálculos matemáticos essenciais, conforme slide visto na Figura 18 e foi esclarecido que o Arduino usa comandos matemáticos para determinar a direção, velocidade e percurso dos robôs.

Figura 18 – Slide da aula 3 combinação de movimentos



Fonte: Autor 2024

Foi explicado que o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica baseada em hardware e software livres, e que para programar o robô e fazer com que ele execute movimentos específicos, é necessário um entendimento profundo de conceitos matemáticos.

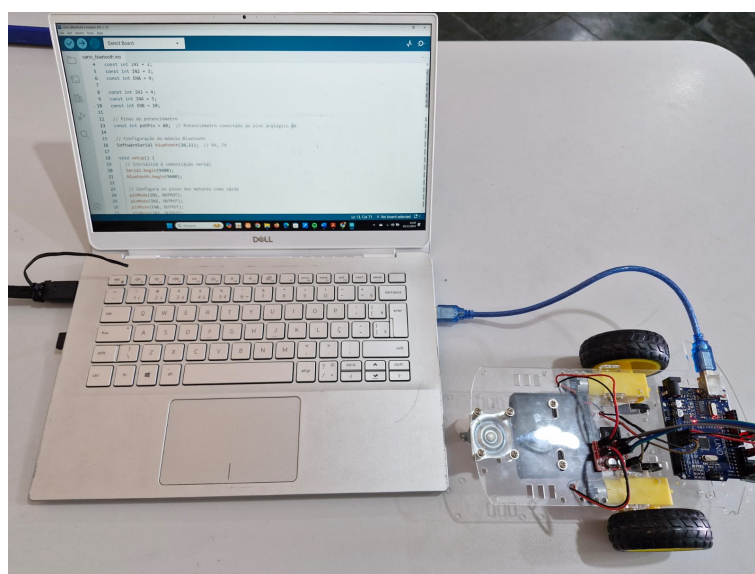
Através de uma apresentação em slides, foi apresentado para os alunos como a combinação de transformações geométricas pode criar trajetórias mais complexas, como por exemplo a combinação (Translação, rotação de $\frac{1}{4}$ de volta sentido horário) repetida 4 vezes resultaria em um quadrado.

Apesar das dificuldades, a aula proporcionou várias experiências de aprendizado valiosas. Um aluno, compartilhou sua frustração inicial com a programação, mas também falou sobre a satisfação ao ver o robô finalmente seguindo a trajetória correta após muitos ajustes. Ele comentou que, embora tivesse sido um desafio, a aplicação prática da matemática tornou o aprendizado muito mais significativo.

5.3.4 Aula 4: Aplicação da prática ao conceito de movimento

Após a teoria, a aula 4 foi focada na parte prática de movimentos, onde o objetivo era programar o robô para seguir uma trajetória em linha reta e, em seguida, realizar movimentos baseados em comandos matemáticos, conforme visto na [Figura 19](#).

Figura 19 – Alunos programando robô



Fonte: Autor 2024

Os alunos colocaram em prática os conceitos aprendidos ao utilizar uma plataforma robótica, sendo desafiados a controlar o robô para realizar movimentos de translação e rotação. O objetivo era que eles experimentassem diferentes combinações de comandos motores e tempos de ativação, correlacionando o movimento observado com as transformações geométricas previamente discutidas. Inicialmente, muitos alunos encontraram dificuldades para ajustar os tempos de ativação dos motores, especialmente para que o robô realizasse percursos retos e giros precisos. Esses desafios levaram a um maior engajamento, com os alunos discutindo entre si maneiras de melhorar o controle do robô.

Figura 20 – Primeiro teste translação com robô

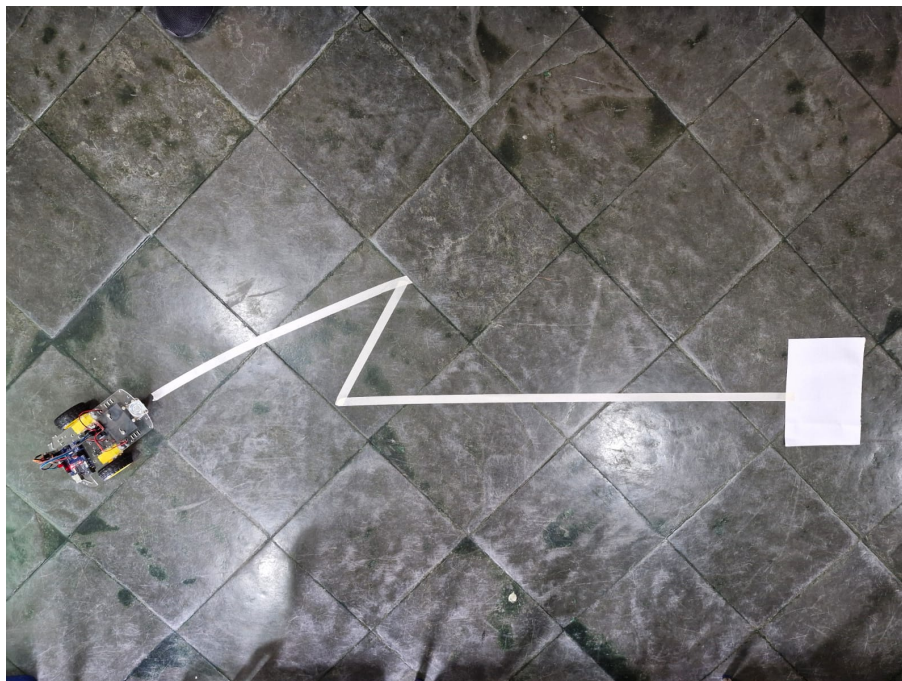


Fonte: Autor 2024

Ao longo da prática, foi notado que alguns alunos tiveram dificuldade em diferenciar os movimentos de translação e rotação, especialmente quando apenas um motor estava ligado. No entanto, à medida que testavam diferentes comandos, eles passaram a entender as distinções entre os dois tipos de movimento. Um aluno comentou: *"Achei difícil no começo ajustar os tempos para o robô fazer o percurso certo, mas depois de algumas tentativas comecei a entender como funciona."* Outro aluno acrescentou: *"Fazer o robô girar no próprio eixo foi mais fácil, porque dava para ver exatamente o que cada motor estava fazendo."* Esses comentários refletem o processo de aprendizagem, no qual o erro e o ajuste progressivo são fundamentais.

Além das atividades práticas com a plataforma robótica, foi disponibilizada a Atividade 1, contida no [Apêndice B](#). Essa atividade tinha como objetivo aprofundar o entendimento dos alunos ao desafiar-lhes a planejar e programar uma sequência de comandos mais complexa, integrando os conceitos de translação e rotação. Nessa etapa, os estudantes foram convidados a programar o robô para seguir um percurso que incluísse múltiplas mudanças de direção e rotações, exigindo um controle mais refinado sobre o tempo de ativação dos motores.

Figura 21 – Percurso ao robô realizar combinação de movimentos



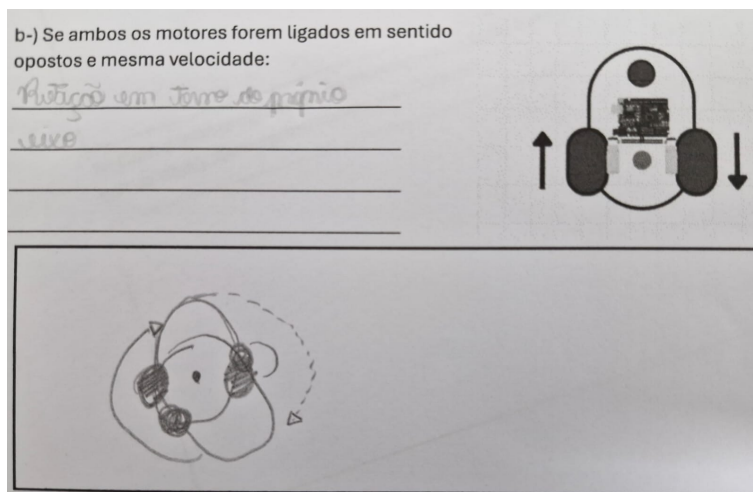
Fonte: Autor 2024

Essa atividade permitiu que os alunos explorassem a relação entre o controle motor e a precisão do movimento, aplicando conceitos matemáticos para ajustar os comandos do robô. Ao alterar o tempo de funcionamento de cada motor, eles perceberam que poderiam controlar a distância percorrida e a precisão dos giros, ampliando seu entendimento sobre a cinemática robótica. Os alunos foram encorajados a fazer hipóteses sobre como diferentes combinações de parâmetros poderiam afetar o percurso do robô, testando essas ideias na prática.

No início, alguns estudantes enfrentaram dificuldades ao planejar trajetórias mais longas e com múltiplas rotações, mas a atividade em grupo facilitou a colaboração e o compartilhamento de soluções. Durante as discussões, foi possível perceber que a experimentação e o ajuste fino dos comandos eram essenciais para alcançar o resultado desejado, um aspecto que se aproxima bastante da prática de engenharia.

Esse processo reforçou a importância da matemática e da programação no controle robótico, algo que foi discutido no final da aula, quando o professor revisou os principais conceitos abordados. A inclusão da Atividade 1, aliada à prática com o robô, consolidou o aprendizado teórico e prático, destacando a aplicação de transformações geométricas no controle de sistemas robóticos.

Figura 22 – Problema da atividade 1 resolvido



Fonte: Autor 2024

O encerramento da aula foi marcado por uma discussão aberta, onde os alunos compartilharam suas percepções e levantaram questões sobre a atividade. Eles puderam observar, em tempo real, como os comandos influenciavam os movimentos do robô, o que tornou a aplicação prática crucial para consolidar o aprendizado teórico. Além disso, a aula promoveu um ambiente colaborativo, no qual os alunos trocaram ideias e soluções para os desafios enfrentados durante as atividades.

Esse tipo de experiência demonstrou que o ensino de robótica, quando bem estruturado, oferece aos estudantes uma compreensão mais profunda de conceitos abstratos, como transformações geométricas, e também promove o desenvolvimento de habilidades práticas e de resolução de problemas.

5.3.5 Aula 5 e 6: Controle de velocidade e distância

Na aula aplicada, o foco foi aprofundar nos conceitos de velocidade e distância no contexto de movimentação robótica. Após uma breve introdução sobre a importância de controlar esses parâmetros no movimento dos robôs, o professor explicou os conceitos de razão e proporção, destacando que a velocidade é a relação entre a distância percorrida e o tempo necessário para percorrê-la.

O professor reintroduziu a noção de como o robô se movimenta, explicando que a combinação de translação e rotação permite ao robô alcançar qualquer ponto em um plano. Utilizando o comando "C T V/n" via Bluetooth serial, onde C representa o comando, T o tempo em milissegundos, e V a velocidade, os alunos foram desafiados a controlar o movimento de translação. Nesse ponto, o professor destacou que o valor atribuído ao parâmetro V é um valor analógico que varia de 0 a 255, controlando a quantidade de energia enviada ao motor e,

consequentemente, sua rotação e a velocidade final do robô. Essa explicação permitiu aos alunos compreender como a variação de V impacta diretamente no desempenho do robô em termos de aceleração e velocidade máxima.

A experimentação inicial envolveu ligar o robô por um determinado período e medir a distância percorrida. Isso permitiu que os alunos estabelecessem a relação entre tempo, distância e velocidade, utilizando a equação fundamental da velocidade média $V = \frac{d}{t}$. A aula destacou a importância de manipular algebricamente essa equação, permitindo que os alunos encontrassem tanto a distância percorrida em um determinado tempo quanto o tempo necessário para percorrer uma determinada distância.

Figura 23 – Determinando a velocidade média

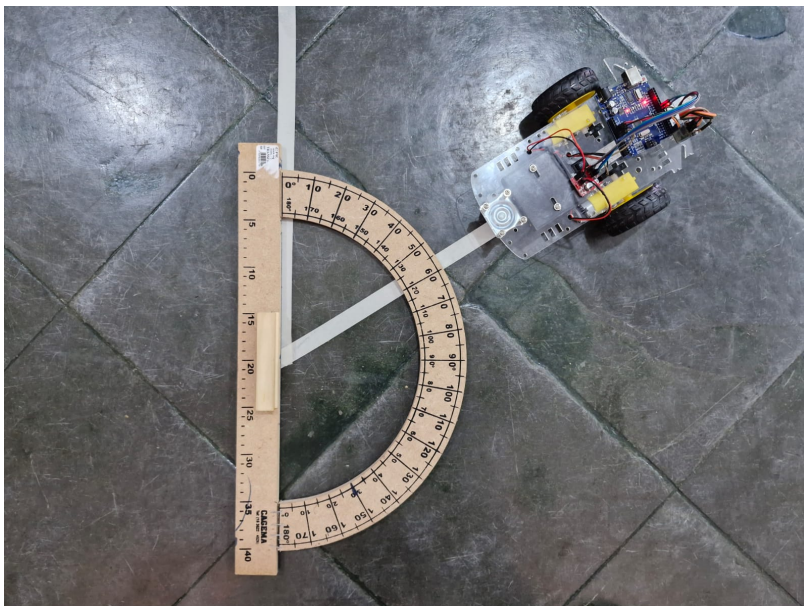


Fonte: Autor 2024

Além do controle de translação, a aula abordou o controle de rotação, onde os alunos deveriam calcular o ângulo percorrido pelo robô ao fazê-lo girar sobre seu eixo. Durante essa explicação, o professor ressaltou que, assim como no movimento de translação, o parâmetro V do comando “ CTV/n ” representa um valor analógico entre 0 e 255, que controla a quantidade de energia enviada ao motor e, consequentemente, sua rotação. No caso da rotação, essa relação permite determinar a velocidade angular do robô, expressa em graus por segundo, possibilitando que os alunos associem o valor de V à rapidez com que o robô gira sobre seu próprio eixo. A compreensão dessa relação permitiu que os alunos controlassem a rotação do robô de maneira mais precisa, ajustando tanto o valor de V quanto o tempo de rotação para alcançar o ângulo desejado. Primeiramente, o robô foi ligado por um período de tempo específico, e os alunos utilizaram um transferidor para medir o ângulo total percorrido após várias rotações. Com base nisso, foi introduzido o conceito de velocidade angular $\omega = \frac{\theta}{t}$, onde θ é o ângulo de rotação

em graus e t é o tempo em segundos. A compreensão dessa relação permitiu que os alunos controlassem a rotação do robô de maneira mais precisa, ajustando o tempo de rotação para alcançar o ângulo desejado.

Figura 24 – Medindo angulo rotação



Fonte: Autor 2024

Figura 25 – Movimento ao ligar motores em sentidos opostos

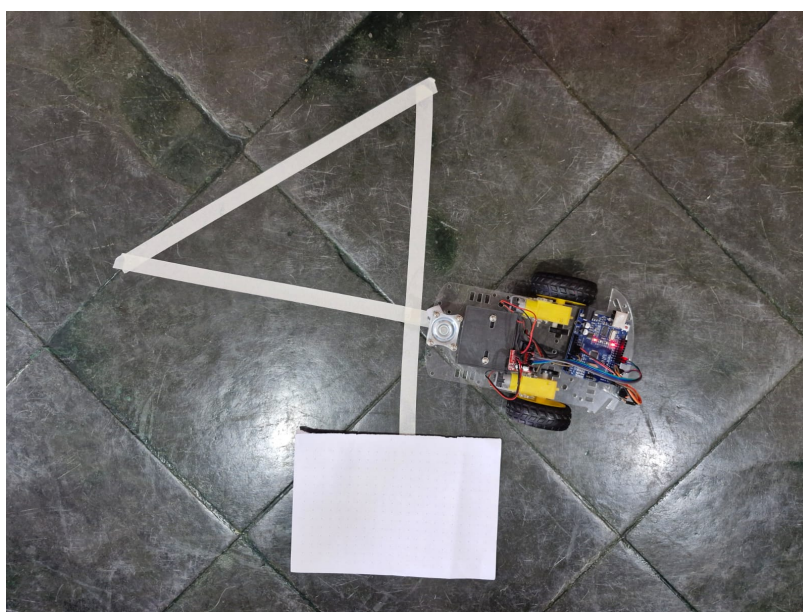


Fonte: Autor 2024

Ao final dessa etapa, o professor instigou os alunos a criar uma sequência de comandos que permitisse ao robô traçar trajetórias específicas e até construir figuras geométricas, como quadrados e triângulos. Os alunos realizaram os cálculos de distância e rotação necessários, desenvolvendo e testando seus próprios comandos na prática. Esse processo desafiou os alunos a aplicarem os conceitos aprendidos de maneira criativa e colaborativa, permitindo que eles visualizassem de forma prática a utilidade da matemática na robótica.

Durante o teste prático, alguns alunos inicialmente enfrentaram dificuldades em ajustar os parâmetros de tempo e velocidade para que o robô seguisse o trajeto exato. No entanto, com a prática e o trabalho em equipe, eles rapidamente começaram a ajustar suas estratégias e compreenderam a relação entre os parâmetros e os movimentos. Um aluno comentou: *"No início, parecia complicado controlar a rotação, mas depois que entendemos a fórmula, tudo fez sentido."* Outro aluno acrescentou: *"Foi legal ver como conseguimos fazer o robô desenhar um quadrado só com alguns cálculos."*

Figura 26 – Resultado combinação



Fonte: Autor 2024

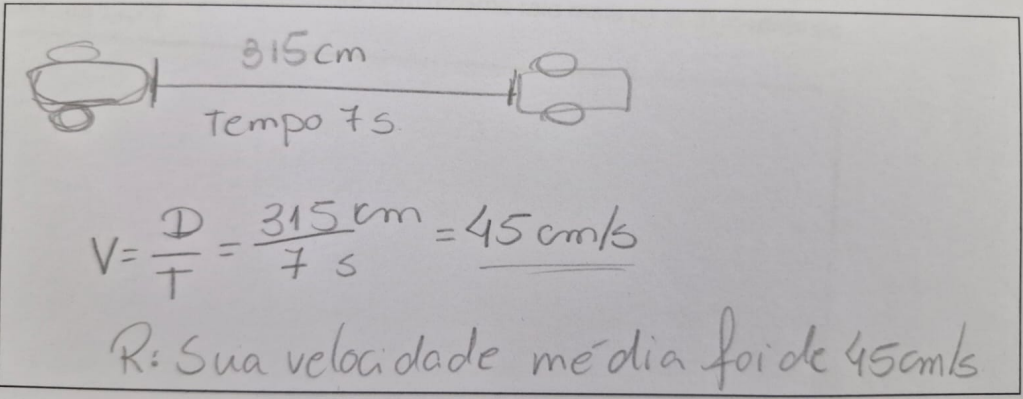
Embora os cálculos realizados durante a atividade considerem que o robô atinge sua velocidade máxima de forma instantânea, o professor destacou aos alunos que, na realidade, existe um breve intervalo de aceleração entre o momento em que o motor recebe energia e o instante em que atinge sua velocidade estável. Esse tempo de aceleração está relacionado às propriedades físicas e elétricas dos motores utilizados, como a inércia rotacional, o torque, e a corrente de partida. No caso de motores de corrente contínua com escovas, como os utilizados na plataforma Arduino 2WD empregada neste projeto, o tempo de aceleração típico varia de frações de segundo até, no máximo, 1 segundo, dependendo da carga e da tensão aplicada.

Contudo, para os fins didáticos desta oficina e dadas as curtas distâncias percorridas e os tempos relativamente longos programados para cada deslocamento, esse intervalo de aceleração pode ser desprezado sem comprometer a precisão dos resultados esperados. Essa simplificação foi intencional e pedagógica, permitindo que os alunos focassem nos conceitos matemáticos centrais de razão, proporção e manipulação de fórmulas, sem a complexidade adicional de modelar o movimento com aceleração variável. O professor esclareceu que, em contextos mais avançados ou em aplicações de engenharia, essa consideração seria essencial, mas para os objetivos do ensino médio e para o entendimento inicial da cinemática robótica, a abordagem adotada é suficiente e eficaz.

A aula terminou com uma discussão aberta, onde os alunos compartilharam suas percepções e levantaram dúvidas sobre os conceitos abordados. Além disso, foi utilizado como guia para as experimentações a Atividade 2 contida no [Apêndice C](#) como podemos observar na [Figura 27](#). Essa atividade desafiou os alunos a aplicar os conhecimentos adquiridos de forma mais estruturada, pedindo-lhes que realizassem cálculos precisos e programassem o robô para seguir uma trajetória específica, incluindo a construção de figuras geométricas complexas. O exercício ajudou a consolidar a compreensão dos conceitos matemáticos e a aplicá-los efetivamente no controle do robô.

Figura 27 – Problema da atividade 2 resolvido

2-) Um robô foi ligado de forma que realizou uma translação por 7 segundos a uma velocidade constante e parou, após parar foi notado que a distância do ponto inicial até o final era de 315cm. Qual foi a velocidade média de deslocamento do robô?


$$V = \frac{D}{T} = \frac{315 \text{ cm}}{7 \text{ s}} = \underline{45 \text{ cm/s}}$$

R: Sua velocidade média foi de 45 cm/s

Fonte: Autor 2024

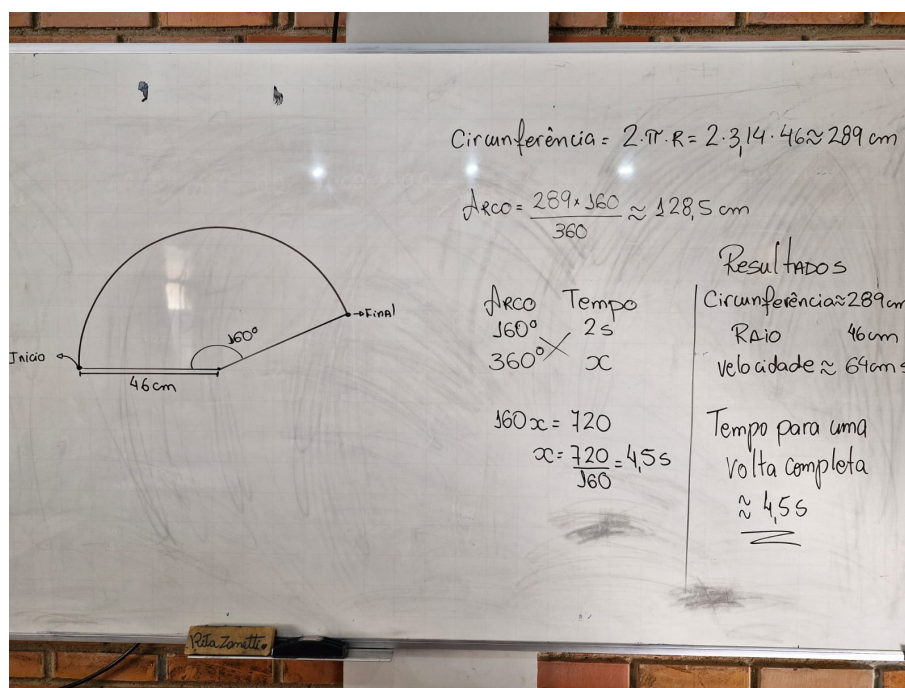
Essa aplicação prática proporcionou aos alunos uma compreensão mais clara de como princípios matemáticos, como proporções, velocidade e manipulação algébrica, são fundamentais para calcular, otimizar e controlar os movimentos de um robô. A atividade também demonstrou como esses conceitos são essenciais para o desenvolvimento de habilidades práticas e de resolução de problemas no campo da robótica, reforçando a integração entre teoria e prática.

5.3.6 Aula 7 e 8: Movimento circular, determinação do raio e cálculo do Arco Percorrido

As aulas 7 e 8 do projeto de robótica tiveram como foco o aprofundamento nos conceitos de movimento rotacional do robô, com ênfase no controle dos motores em velocidades distintas para explorar movimentos circulares. Ao iniciar a aula, o professor explicou que, ao ligar os motores do robô na mesma direção, porém com velocidades diferentes (V_d para o motor direito e V_e para o motor esquerdo), o robô se desloca em uma circunferência. Quando V_d é maior que V_e , o robô se move no sentido anti-horário, e o inverso ocorre quando V_e é maior que V_d , deslocando-se no sentido horário. Esse princípio é essencial para entender o controle preciso do movimento circular.

O código utilizado para esse tipo de controle foi ajustado para permitir o envio do comando $C V_d V_e T/n$ via Bluetooth, onde V_d e V_e são as velocidades dos motores e T é o tempo de execução. O comando foi inserido no robô através da IDE Arduino, conforme descrito no [Apêndice A](#). Após a inserção do código, o professor realizou um teste prático utilizando o comando $F 200 250 2000/n$, que fez o robô realizar uma rotação no sentido horário por um período de dois segundos. Os alunos observaram que o movimento gerado era um arco, e não uma circunferência completa, o que serviu de base para a introdução de cálculos relacionados ao grau do arco e ao centro de rotação.

Figura 28 – Explicação do professor sobre rotação



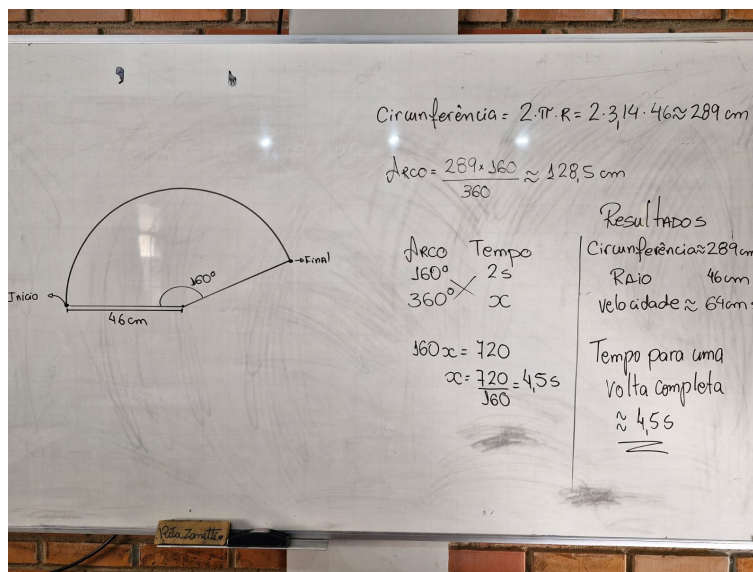
Em seguida, o professor instigou os alunos a refletirem sobre como controlar o tamanho da circunferência percorrida pelo robô. Para isso, foram realizados dois testes práticos: o primeiro com o comando $F V_1 V_1 T/n$, onde V_1 representava a mesma velocidade para ambos os motores, resultando em um movimento retilíneo, e o segundo com o comando $F V_2 V_2 T/n$, onde a velocidade V_2 também foi igual para ambos os motores, mas com um valor diferente de V_1 . Utilizando a fórmula da aula anterior, os alunos calcularam a velocidade de V_1 e V_2 em m/s . A diferença entre essas velocidades foi usada para calcular o raio da circunferência percorrida quando os motores operavam em velocidades distintas.

Após observar o movimento o professor demonstrou como poderíamos controlar o movimento de arco do robô, primeiro medindo o ângulo resultante do movimento e utilizando regra de três simples encontramos o tempo T que permitiria que o robô completasse a circunferência assim como percorresse um arco específico desejado.

Figura 29 – Teste para controle rotação



Figura 30 – Explicação do professor sobre rotação



Fonte: Autor 2024

Seguindo com a aula, o professor demonstrou como o movimento pode ser escrito em forma de uma sentença matemática e como a manipulação do mesmo resultaria na seguinte relação:

$$I) C_1 = 2\pi(R - k) = V_1 \cdot T$$

$$I) C_2 = 2\pi(R + k) = V_2 \cdot T$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{2\pi(R - k)}{2\pi(R + k)} = \frac{V_1 \cdot T}{V_2 \cdot T} \Rightarrow \frac{R - k}{R + k} = \frac{V_1}{V_2}$$

A relação entre essas duas equações permitiu que os alunos determinassem o tamanho do raio da circunferência com base nas velocidades dos motores. Como exemplo prático, o professor demonstrou como, ao fixar $V_1 = 50 \text{ cm/s}$ e $V_2 = 70 \text{ cm/s}$, o raio da circunferência seria de 36 cm (Exemplo 1). Em outro exemplo, ao fixar o raio em 50 cm e $V_2 = 70 \text{ cm/s}$, a velocidade de V_1 seria de 55 cm/s (Exemplo 2).

Exemplo 1:

$$\frac{R - 6}{R + 6} = \frac{50 \text{ cm/s}}{70 \text{ cm/s}} \Rightarrow 50R + 300 = 70R - 420 \Rightarrow 20R = 720 \Rightarrow R = 36$$

Exemplo 2:

$$\frac{50 - 6}{50 + 6} = \frac{V_1}{70 \text{ cm/s}} \Rightarrow 44 \cdot 70 = 56V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{3080}{56} \Rightarrow V_1 = 55$$

Esses cálculos possibilitaram que os alunos compreendessem de forma prática como a matemática, em especial os conceitos de razão e proporção, pode ser utilizada para descrever

e prever o comportamento do robô em movimento circular. Com essa base teórica e prática estabelecida, o professor conduziu os alunos à realização da Atividade 3 contida no Apêndice D, que desafiava os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos para resolver problemas relacionados ao controle de movimentos circulares do robô como mostrado na Figura 31. A atividade foi estruturada de forma a incentivar a aplicação direta dos conceitos matemáticos no planejamento dos comandos para o robô.

Figura 31 – Problema da atividade 3 resolvido

1-) Já estudamos anteriormente que ao ligar ambos os motores em mesma direção mas com velocidade diferentes eles vão fazer uma rotação cujo o raio da circunferência percorrida é maior que a distancia entre as rodas. Assim colocando um motor a uma velocidade de 60cm/s e outro a 30cm/s, determine o raio da circunferência maior e o tempo que levará para dar uma volta?

Considerando a distância entre eixos de 12cm e utilizando a igualdade entre as razões:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{x}{x-12} = \frac{60\text{cm/s}}{30\text{cm/s}}$$

$$60x - 720 = 30x$$

$$30x = 720$$

$$x = \frac{720}{30} = 24\text{cm}$$

R: 24cm

Fonte: Autor 2024

Durante a execução da atividade, os alunos foram divididos em grupos e incentivados a testar seus cálculos na prática, utilizando o robô para realizar movimentos baseados nos comandos que desenvolveram. Essa abordagem colaborativa permitiu que os alunos trocassem ideias e discutissem soluções para os problemas, enriquecendo o processo de aprendizado e consolidando a compreensão dos conceitos.

A aula foi encerrada com uma revisão dos conceitos abordados, destacando a importância da matemática na robótica, particularmente no planejamento e execução de movimentos precisos. O professor incentivou os alunos a elaborarem um relatório detalhado sobre o projeto, incluindo os cálculos realizados, o código utilizado e uma análise crítica dos resultados. A discussão final também incluiu sugestões para melhorar o desempenho do robô em futuros experimentos.

Essas aulas foram fundamentais para mostrar aos alunos como a modelagem matemática pode ser aplicada diretamente ao controle de robôs, utilizando equações que descrevem movimentos rotacionais e lineares com precisão.

CONCLUSÃO

A presente dissertação teve como objetivo investigar o uso da robótica educacional como uma ferramenta inovadora e eficaz para o ensino da matemática, buscando contribuir para a formação de práticas pedagógicas mais interativas e significativas. Ao longo do trabalho, foi possível identificar e abordar diversos aspectos relevantes, que incluem a evolução da educação matemática, o papel da tecnologia no ambiente escolar e as possibilidades oferecidas pela integração da robótica no ensino.

A revisão teórica permitiu compreender como a educação matemática se transformou ao longo dos anos, em resposta às demandas sociais e pedagógicas. Desde métodos tradicionais baseados na repetição e memorização, até as abordagens contemporâneas que valorizam o aprendizado ativo e contextualizado, ficou evidente que a evolução das metodologias esteve diretamente relacionada à necessidade de engajar os alunos de maneira mais efetiva. Nesse contexto, o professor assume um papel central como mediador do conhecimento, sendo responsável por conectar os conceitos matemáticos à realidade dos estudantes e por promover um ambiente de aprendizado que valorize a experimentação e a autonomia.

Adicionalmente, a revisão sobre a introdução de tecnologias na educação destacou tanto os desafios quanto as oportunidades associadas a essa integração. Barreiras como a falta de infraestrutura, o treinamento insuficiente de professores e a resistência a mudanças foram apontadas como fatores limitantes. Contudo, os benefícios da tecnologia, especialmente da robótica educacional, mostraram-se incontestáveis ao permitir que conceitos abstratos da matemática fossem concretizados por meio de atividades práticas, promovendo maior engajamento e entendimento por parte dos alunos.

A proposta desenvolvida nesta dissertação, que inclui uma oficina pedagógica baseada no uso de robótica com Arduino e um módulo Bluetooth, representa uma contribuição significativa para o campo do ensino da matemática. A oficina foi projetada para ser replicável e acessível, permitindo que professores com pouca ou nenhuma experiência em programação possam utilizá-

la em suas práticas. Essa abordagem prática visa não apenas simplificar o uso da tecnologia, mas também criar um espaço onde o foco principal seja a aplicação dos conceitos matemáticos de maneira dinâmica e interativa. O módulo Bluetooth, em especial, se destacou como uma solução que facilita o controle do robô, reduzindo a complexidade técnica e permitindo maior flexibilidade nas atividades propostas.

Os resultados obtidos durante a aplicação da oficina indicaram que os alunos não apenas se envolveram ativamente com as atividades, mas também demonstraram uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos explorados. A possibilidade de manipular o robô e observar diretamente os efeitos das alterações nos comandos contribuiu para que o aprendizado fosse mais significativo e conectado à realidade dos estudantes. Além disso, a abordagem colaborativa das atividades fomentou o desenvolvimento de habilidades sociais e de trabalho em equipe, elementos essenciais para a formação integral dos alunos no século XXI.

Outro aspecto relevante identificado foi o impacto positivo dessa metodologia na formação e motivação dos professores. A simplicidade do material desenvolvido, aliada ao suporte oferecido pelo manual prático, demonstrou que a robótica educacional pode ser integrada ao ensino de matemática sem demandar um aprofundamento técnico que dificulte sua aplicação. Para ampliar ainda mais esse suporte, foi criada uma série de vídeos tutoriais que orientam passo a passo a implementação do projeto, oferecendo aos professores interessados uma ferramenta prática e acessível para replicar as atividades em suas próprias turmas. Esse ponto é especialmente importante no contexto atual, em que muitos professores ainda enfrentam dificuldades para incorporar tecnologias em suas aulas de forma eficiente e alinhada aos objetivos pedagógicos.

Por meio do uso do módulo Bluetooth descrito no projeto, foi possível superar um dos maiores desafios enfrentados em projetos de robótica educacional: a curva de aprendizado da programação. Com comandos simples enviados por um aplicativo de controle serial Bluetooth, alunos e professores conseguiram interagir com o robô em tempo real, alterando variáveis como velocidade e rotação de forma rápida e intuitiva. Essa funcionalidade permitiu que o foco principal das atividades permanecesse nos conceitos matemáticos, otimizando o tempo em sala de aula e garantindo uma experiência de aprendizado mais dinâmica.

Por fim, espera-se que esta dissertação inspire outros educadores a explorarem as possibilidades oferecidas pela robótica educacional, ampliando seu uso não apenas no ensino da matemática, mas em outras áreas do conhecimento. O material desenvolvido, que inclui a oficina e o manual prático, foi concebido para ser uma base inicial que pode ser adaptada e enriquecida de acordo com as necessidades e realidades específicas de cada escola e turma. Dessa forma, acredita-se que este trabalho possa contribuir para a promoção de uma educação mais inclusiva, inovadora e alinhada às demandas do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- ALAPENHA, C. S. **O uso do computador no ensino da matemática no fundamental II**. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática), Palmeira dos Índios, 2023. 2020. Citado nas páginas 37 e 38.
- ALMEIDA, D. A. Tic e educação no brasil: breve histórico e possibilidades atuais de apropriação. **Pró-discente**, v. 15, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/prodiscente/article/view/5725/4173>. Acesso em: 16 de abr. de 2023. Citado nas páginas 45, 48 e 59.
- ALMEIDA, M. A. Possibilidades da robótica educacional para a educação matemática. **Trabalho de PDE Disponível em:< www. diaadiaeducacao. pr. gov. br/portals/pde/arquivos/363-4. pdf>**. Acesso em, v. 25, 2007. Citado na página 50.
- ANDRINI, ; ZAMPIROLO, M. J. C. V. **Novo Praticando Matemática**. São Paulo: Editora do Brasil, 2002. v. 4. Obra destinada a alunos de 5^a a 8^a séries. Citado nas páginas 63 e 64.
- ARAÚJO, S. P. d.; VIEIRA, V. D.; KLEM, S. C. d. S.; KRESCIGLOVA, S. B. Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade. **IV Jornada de Didática III Seminário de Pesquisa do CEMAD**, v. 31, 2017. Citado nas páginas 41 e 42.
- ARDUINO. **Why Arduino?** 2024. Acesso em: 19 nov. 2024. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#why-arduino>. Citado nas páginas 54 e 55.
- ASSANTE, L. de S. **A inclusão do robô humanóide NAO como recurso tecnológico no processo do ensino-aprendizado da Língua Portuguesa na Educação Especial**. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, 2016. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5438>. Citado na página 51.
- AZEVEDO, G. T. d.; MALTEMPI, M. V. Processo de aprendizagem de matemática à luz das metodologias ativas e do pensamento computacional. **Ciência & Educação (Bauru)**, SciELO Brasil, v. 26, p. e20061, 2020. Citado na página 40.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 68, p. 3–12, 1996. Citado na página 80.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002. Citado na página 81.
- BECKMANN, S. Mathematics for elementary teachers. (**No Title**), 2003. Citado na página 64.
- _____. **Mathematics for Elementary Teachers with Activities**. 4th. ed. United States: Pearson Education, 2012. Citado nas páginas 63 e 64.
- BLIKSTEIN, P.; KRANNICH, D. The makers' movement and fablabs in education: experiences, technologies, and research. *In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 613–616. Citado na página 57.

- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and Communication Technologies, Modeling, Visualization and Experimentation**. Boston: Springer, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/b105001>. Citado na página 30.
- BORBA, M. D. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. [S.l.: s.n.]: Autêntica Editora, 2001. Citado na página 47.
- BRANDEMBERG, J. C. Conferência 1 texto produzido a partir de uma conferência realizada em setembro de 2015 na universidade federal do oeste do pará–ufopa. história e ensino de matemática. **Revista Exitus**, Universidade Federal do Oeste do Pará, v. 7, n. 2, p. 16–30, 2017. Citado na página 30.
- BRASIL. **Lei nº 15.100, de 10 de janeiro de 2025. Dispõe sobre a regulamentação de atividades específicas**. 2025. Acesso em: 15 out. 2023. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2025-2030/2025/lei/l15100.htm. Citado na página 47.
- BRASIL, C. N. d. E. **Parecer CNE/CEB n. 5/2011. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. [S.l.], 2011. 10 p. Seção 1. Citado na página 42.
- BRASIL, M. d. E. e. d. D. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1997. Citado na página 36.
- BRETAS, A. **O movimento da educação democrática à luz da teoria da ação dialógica de Paulo Freire**. 2024. Acesso em: 18 dez. 2024. Disponível em: <https://alexbretas11.medium.com/o-movimento-da-educa%C3%A7%C3%A3o-democr%C3%A1tica-%C3%A0-luz-da-teoria-da-a%C3%A7%C3%A3o-dial%C3%B3gica-de-paulo-freire-8d278c62e320>. Citado na página 34.
- BRITO, G. d. S.; PURIFICAÇÃO, I. d. **Educação e novas tecnologias: um re-pensar**. 2ª edição revista, atualizada e ampliada. ed. Curitiba-Pr: Editora Ibipex, 2011. Acessado em: 29 maio 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Citado na página 42.
- BRUZZI, D. G. Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. **Revista Polyphonia**, v. 27, n. 1, p. 475–483, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/42325>. Citado nas páginas 41, 46 e 47.
- CAMPOS, A. M. A. d. Ansiedade matemática: Fatores cognitivos e afetivos. **Revista Psicopedagogia**, scieloapsic, v. 39, p. 217 – 228, 08 2022. ISSN 0103-8486. Disponível em: http://psic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862022000200007&nrm=iso. Citado nas páginas 32 e 33.
- CANAVARRO, A. P. T.; PONTE, J. P. d. O papel do professor no currículo de matemática. **O professor e o desenvolvimento curricular**, GTI, p. 63–89, 2005. Citado nas páginas 34 e 35.
- CARAÇA, B. J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Tipografia Matemática, 1951. Disponível em: <https://bndigital.bnportugal.gov.pt/records/item/267114-conceitos-fundamentais-da-matematica?offset=10>. Acesso em: 19 nov. 2024. Citado nas páginas 64, 65 e 75.
- CARNEIRO, V. C. G. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. **Zetetike**, v. 13, n. 1, p. 87–120, 2005. Citado na página 74.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo**. Tese (Dissertação de mestrado) — Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC, 2002. Citado nas páginas 50 e 52.

COLL, C.; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no século xxi: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. *In*: COLL, C.; MONEREO, C. (ed.). **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 15–38. Citado na página 44.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: um programa. **Educação matemática em revista**, v. 1, n. 1, p. 5–11, 1993. Citado na página 29.

FAGUNDES, C. A. N.; POMPERMAYER, E. M.; BASSO, M. V. de A.; JARDIM, R. F. Aprendendo matemática com robótica. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 2, 2005. Citado na página 52.

FERREIRA, A. D. A.; VENTURA, P. C. S. Apropriação das novas tecnologias: concepções de professores de história acerca da informática educacional no processo ensino-aprendizagem. **Trabalho & Educação**, v. 16, n. 1, p. 125–125, 2007. Citado na página 49.

FERREIRA, G. R. **Educação e tecnologias: experiências, desafios e perspectivas**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Citado na página 81.

FIorentini, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. **Zetetiké**, v. 3, n. 1, p. 1–38, 1995. Citado na página 29.

FRACCANABIA, N.; LUVISA, A.; BAVARESCO, D. Planejamento de trajetórias polinomiais para robótica com arduino. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 4, n. 1, p. 229–244, 2018. Citado na página 40.

FRANCO, M. d. S. S.; MEDEIROS, M. P. G. d.; MAGALHÃES, J. A. M.; REINALDO, B. A. A importância do uso de recursos tecnológicos nos espaços escolares na sociedade atual. *In*: **Congresso de Educação da Editora Realize**. [S.l.: s.n.], 2024. ISSN: 2358-8829. Citado na página 22.

GEBRAN, M. P. Tecnologias educacionais. **Curitiba: Iesde Brasil Sa**, p. 189–190, 2009. Citado na página 85.

GIOVANNI, J. R. J. **A Conquista — Matemática: Ensino Fundamental - Anos Finais, 7º Ano**. 1ª. ed. São Paulo: FTD Educação, 2022. Disponível em: <https://pnld.ftd.com.br/obras/a-conquista-matematica-pnld-2024-objeto-1/>. Acesso em: 20 nov. 2024. Citado na página 65.

GOLDENBER, A. A.; EMAMI, M. R. Kinematics and dynamics of robot manipulators. **Handbook of industrial robotics**, John Wiley & Sons, p. 79–98, 1999. Citado na página 74.

GOMES, E. B. *et al.* A história da matemática como metodologia de ensino da matemática: perspectivas epistemológicas e evolução de conceitos. Universidade Federal do Pará, 2005. Citado nas páginas 27 e 28.

GOMES, T. d. A.; RODRIGUES, C. K. A evolução das tendências da educação matemática e o enfoque da história da matemática no ensino. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, 2014. Citado nas páginas 29 e 30.

GONÇALVES, J. R.; CARVALHO, A. L. M. d.; SILVA, M. J. d.; ARAÚJO, M. F. d.; NASCIMENTO, S. B. d. S. L.; ALVES, Y. L. d. O. A evolução da tecnologia na educação. **Revista Processus de Estudos de Gestão, Jurídicos e Financeiros**, v. 10, n. 37, p. 1–10, 2019. Disponível em: <https://periodicos.processus.com.br/index.php/egjf/article/view/65>. Citado na página 43.

GUARDA, G.; CUNHA, L.; GONÇALVES, C. Uso de aplicativos educacionais - experiências com aprendizagem criativa na educação básica. In: **Anais do XXV Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 138–147. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13162>. Citado na página 85.

GUERRA, A. d. L. e. R. Matemática: contribuições e reflexões históricas. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n. 000216, jan. 2022. Acesso em: 01 dez. 2024. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/matematica-contribuicoes-e-reflexoes-historicas>. Citado nas páginas 27, 29 e 30.

HENZ, C. C. O uso das tecnologias no ensino-aprendizagem da matemática. **Monografia. Pdf**, 2008. Citado nas páginas 35, 36 e 37.

(IEDE), I. I. e Evidências no D. E. **Apenas 3% dos estudantes brasileiros de baixo nível socioeconômico têm aprendizado adequado em matemática, revela tabulação do Iede com base nos dados do PISA 2022**. 2022. Disponível em: <https://portaliede.org.br/estudo/apenas-3-dos-estudantes-brasileiros-de-baixo-nivel-socioeconomico-tem-aprendizado-adequado-em-matematica-> Citado na página 31.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resultados do IDEB**. 2024. Acesso em: 16 fev. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Citado na página 83.

KAISER, G.; LEUNG, F. K. S.; ROMBERG, T.; YASHCHENKO, I. International comparisons in mathematics education: an overview. **arXiv preprint math/0212416**, 2002. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/math/0212416>. Citado na página 31.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. [S.l.: s.n.]: Papyrus Editora, 2013. Citado na página 41.

KHALIL, H. **Nonlinear Systems**. Prentice Hall, 2002. (Pearson Education). ISBN 9780130673893. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=t_d1QgAACAAJ. Citado na página 76.

KLEIN, D. R.; CANEVESI, F. C. S.; FEIX, A. R.; GRESELE, J. F. P.; WILHELM, E. M. de S. Tecnologia na educação: evolução histórica e aplicação nos diferentes níveis de ensino. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 20, n. 2, 2020. Citado nas páginas 22 e 85.

KUNZLER, O. J.; RAVASIO, M. H.; NONENMACHER, S. B.; CHAVES, T. V. A robótica no ensino de matemática. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 20, p. e8761–e8761, 2021. Citado na página 39.

LEITE, L. S.; SAMPAIO, M. N. **Alfabetização Tecnológica do Professor**. Petrópolis: Vozes, 1999. Citado na página 43.

LIMA, M. F. d.; ARAÚJO, J. F. S. d. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 23, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/23/a-utilizacao-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-como-recurso-didatico-pedagogico-no-processo>. Citado nas páginas 42 e 43.

MAHMUD, D. A. **O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática**. [S.l.: s.n.]: Macapá, 2017. Citado nas páginas 49 e 50.

MATARIC, M. J. Robotics education for all ages. In: **Proc. AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education**. [S.l.: s.n.], 2004. p. 22–24. Citado na página 71.

MEC, M. d. E. **Guia de Tecnologias Educacionais**. Brasília, 2008. Acesso em: 18 dez. 2024. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Avalmat/guia_de_tecnologias_educacionais.pdf. Citado na página 45.

(MEC), M. da E. **Matemática e suas Tecnologias: Itinerários Formativos do Novo Ensino Médio**. 2021. Publicado em: 29 jun. 2021 às 15h41. Atualizado em: 01 ago. 2024 às 08h52. Acesso em: 19 nov. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio-descontinuado/itinerarios-formativos-do-novo-ensino-medio/matematica-e-suas-tecnologias>. Citado na página 37.

MEDEIROS, L. F. d.; WUNSCH, L. P.; JUNIOR, J. B. B. A robótica sustentável na educação: sucata e materiais elétricos como suporte para a formação do docente atual. **Revista Cocar**, n. 5, p. 197–213, 2019. Citado na página 53.

MEIRELES, J.; MAFRA, J. A robótica como técnica de aprimoramento no ensino da matemática no quilombo de peafú—monte alegre/pará. **Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM)**, p. 1–11, 2016. Citado nas páginas 52 e 53.

MENEGHETTI, R. C. G. Utilização da robótica para o ensino de geometria na educação básica. **Projetos 2012-2013: Aprender com Cultura e Extensão**, 2013. Citado na página 50.

MORÁN, J. *et al.* Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15–33, 2015. Citado na página 47.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. Campinas: Papirus, 2018. Citado na página 80.

MORETTINI, M. T.; CUNHA, S. da. O professor como sujeito da aprendizagem e as implicações da escola de vigotski. **Revista Inter-Ação**, v. 33, n. 2, p. 443–466, 2008. Citado nas páginas 33 e 35.

MÜLLER, I. Tendências atuais de educação matemática. **Revista de ensino, educação e ciências humanas**, v. 1, n. 1, 2000. Citado na página 30.

NOBRE, S. Introdução à história da matemática: das origens ao século xviii. **Revista Brasileira de História da Matemática: an international journal on the History of Mathematics**, Sociedade Brasileira de História da Matemática, Rio Claro, v. 2, n. 3, p. 3–43, 2002. Acesso em: 09 nov. 2024. Disponível em: https://www.academia.edu/110157131/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%80_Hist%C3%B3ria_

Da_Hist%C3%B3ria_Da_Matem%C3%A1tica_Das_Origens_Ao_S%C3%A9culo_XVIII. Citado nas páginas 27, 28 e 29.

_____. Leitura crítica da história: reflexões sobre a história da matemática. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 531–543, 2004. Acesso em: 01 nov. 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/pLt9PMQ6zdWJw6ktXxSx4zz>. Citado nas páginas 28 e 29.

OLIVEIRA, E. R. d.; CUNHA, D. d. S. O uso da tecnologia no ensino da matemática: contribuições do software geogebra no ensino da função do 1º grau. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 36, 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/36/o-uso-da-tecnologia-no-ensino-da-matematica-contribuicoes-do-isoftwarei-geogebra-no-ensino-da-funcao-do-1-g>. Citado nas páginas 31, 32, 33, 36 e 39.

OLIVEIRA, M. E. d.; SOUZA, M. F. L. Z. d.; LIBERA, G. P. D.; OLIVEIRA, R. L. Z. d.; TECH, A. R. B. Introdução à robótica educacional com arduino–hands on!: iniciante. 2020. Citado na página 54.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. 2nd. ed. New York: Basic Books, 1993. Citado na página 57.

PHILBERT, L. A. d. S.; CORRAL-MULATO, S.; BUENO, S. M. V. Resgatando a educação a distância em tempos de pós-modernidade. *In: Congresso de Educação Preventiva em Sexualidade, DST/AIDS, Drogas e Violência: resgatando uma formação integral e humanística*. [S.l.: s.n.]: EERP/USP, 2008. Citado nas páginas 49 e 52.

PIAGET, J. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1952. Tradução de Octavio Mendes Cajado. Citado na página 32.

PINTO, A. H. M.; OLIVEIRA, L. O. d.; BENICASA, A. X.; MENEGHETTI, R. C. G.; ROMERO, R. A. F. Inserção de um robô humanoide no ensino de objetos geométricos 2d sobrepostos. *In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014)*. Dourados, MS, Brasil: [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 51.

PIXABAY. **Integrated circuit computer**. 2018. Acesso em: 22 fev. 2025. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/integrated-circuit-computer-441289/>. Citado na página 55.

RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNÁNDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFAI, Y. Scratch: programming for all. **Commun. ACM**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 52, n. 11, p. 60–67, nov. 2009. ISSN 0001-0782. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>. Citado na página 72.

REZENDE, E. Q. F.; QUEIROZ, M. L. B. d. **Geometria Euclidiana Plana e Construções Geométricas**. Campinas: Editora Unicamp, 2008. Disponível em: <https://loja.editoraunicamp.com.br/matematica/geometria-euclidiana-plana-e-construcoes-geometricas-110/p>. Acesso em: 20 nov. 2024. ISBN 9788526807549. Citado na página 62.

RIBEIRO, F. M.; PAZ, M. G. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos–FACOS/CNEC, Osório, Ano**, v. 2, p. 1–10, 2012. Citado nas páginas 34, 35 e 37.

ROMANELLO, L. A. Potencialidades do uso do celular na sala de aula: atividades investigativas para o ensino de função. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2016. Citado nas páginas 43 e 45.

SAILKO. **Aldebaran Robotics, robot nao, 2016.** 2018. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AldebaranRobotics_robot_nao_2016_LicenciadosobalicensaCreativeCompartilhaIgual4.0Internacional\(CCBY-SA4.0\).Citadonapgina51](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AldebaranRobotics_robot_nao_2016_LicenciadosobalicensaCreativeCompartilhaIgual4.0Internacional(CCBY-SA4.0).Citadonapgina51).

SANTOS, I.; MEDEIROS, L. F. de. Robótica com materiais recicláveis e a aprendizagem significativa no ensino da matemática: estudo experimental no ensino fundamental. *In: SBC. Workshop de Informática na Escola (WIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 275–284. Citado na página 40.

SCHERER, S.; BRITO, G. d. S. Integração de tecnologias digitais ao currículo: diálogos sobre desafios e dificuldades. **Educar em Revista**, SciELO Brasil, v. 36, p. e76252, 2020. Citado na página 48.

SEEMG, S. d. E. d. E. d. M. G. **Atividades de robótica já fazem parte das aprendizagens em escolas estaduais de Minas Gerais.** 2023. Acesso em: 18 dez. 2024. Disponível em: <https://www.educacao.mg.gov.br/atividades-de-robotica-ja-fazem-parte-das-aprendizagens-em-escolas-estaduais-de-minas-gerais/>. Citado na página 46.

SENA, E. M. F. d.; LIMA, E. G. d.; LIMA, G. d. C.; LIMA, I. L. d. S.; ANDRADE, J. P. d.; ARRUDA, J. A.; OLIVEIRA, M. L. d.; OLIVEIRA, M. R. d. S. d. A evolução da educação por meio da tecnologia. *In: Educação e tecnologia: avanços e desafios*. Brasil: AYA Editora, 2021. p. 145–160. Disponível em: <https://ayaeditora.com.br/wp-content/uploads/Livros/L138C10.pdf>. Citado na página 43.

SILVA, E. R. da. **A incorporação do robô humanoide NAO, no processo de ensino e aprendizagem de matemática para crianças com necessidades especiais: um recurso tecnológico.** Dissertação (Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, 2017. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6613>. Citado na página 51.

SILVA, I. B. d.; MAXIMINO, C. Ansiedade à matemática: Aspectos atitudinais e pressão social. **Ensino & Multidisciplinaridade**, v. 8, n. 2, p. 1–15, 2022. Acesso em: 18 dez. 2024. Disponível em: <https://cajapio.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/18997>. Citado na página 31.

SILVA, M. P. d. **Robótica educacional livre no 9º ano do ensino básico: uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática.** 184 p. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional), Catalão, 2021. Citado nas páginas 50, 52 e 53.

SILVA, R. F. d.; CORREA, E. S. Novas tecnologias e educação: A evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea. **Educação & Linguagem**, v. 1, n. 1, p. 23–35, 2014. Disponível em: <https://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2014/12/2Artigo1.pdf>. Citado na página 43.

SILVA, T. d. O.; SILVA, L. T. G. Os impactos sociais, cognitivos e afetivos sobre a geração de adolescentes conectados às tecnologias digitais. **Revista Psicopedagogia**, scielo/pepsic, v. 34, p. 87 – 97, 00 2017. ISSN 0103-8486. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000100009&nrm=iso. Citado na página 47.

VASCONCELOS, C. A. d.; VIEIRA, A. R. L.; FONSECA, L.; CORREIA, P. R. M. Tecnologias, educação e ensino de ciências e matemática: interfaces e nuances para ensinar e aprender. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 11, n. 3, p. i–vi, 2021. Citado na página 37.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1978. Tradução de Jeferson Luiz Camargo. Citado na página 32.

ZILLI, S. d. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86930>. Citado na página 21.

Apêndices

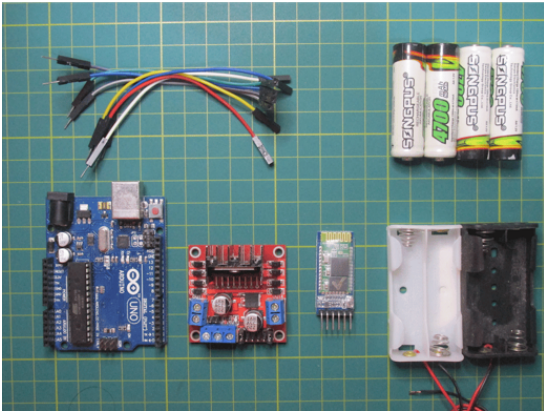
MANUAL COMPLETO PARA MONTAGEM E PROGRAMAÇÃO DA PLATAFORMA ROBÓTICA 2WD COM ARDUINO

Neste manual, vamos construir uma plataforma robótica 2WD (duas rodas motorizadas) utilizando um Arduino, uma ponte H e um receptor Bluetooth. Este projeto é ideal para iniciantes e será controlado via terminal Bluetooth serial, enviando comandos simples para controlar o movimento do robô.

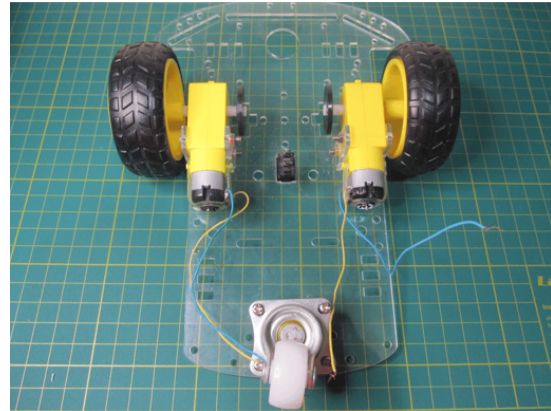
A.1 Materiais Necessários

- Plataforma Robótica 2WD
- Arduino Uno
- Ponte H (L298N)
- Módulo Bluetooth
- Motores DC com rodas (2 unidades)
- Suporte para baterias (para 4 pilhas AA ou bateria LiPo)
- Cabos jumpers (machos e fêmeas)
- Protoboard (opcional)
- Potenciômetro (opcional, para controle de velocidade)
- Chave liga/desliga (opcional)

Figura 32 – Materiais Necessários



Fonte: Autor 2024



Fonte: Autor 2024

A.2 Montagem da Plataforma

A.2.1 Montagem das Rodas e Motores

- Fixe os motores DC na base da plataforma robótica utilizando parafusos.
- Encaixe as rodas nos eixos dos motores.

A.2.2 Conexão dos Motores à Ponte H

- Conecte os fios dos motores DC aos terminais de saída da ponte H (OUT1, OUT2 para um motor e OUT3, OUT4 para o outro).

A.2.3 Conexão da Ponte H ao Arduino

- Conecte o pino ENA da ponte H ao pino 10 do Arduino (controle de velocidade do motor esquerdo).
- Conecte o pino IN1 da ponte H ao pino 9 do Arduino (controle de direção do motor esquerdo).
- Conecte o pino IN2 da ponte H ao pino 8 do Arduino (controle de direção do motor esquerdo).
- Conecte o pino ENB da ponte H ao pino 5 do Arduino (controle de velocidade do motor direito).
- Conecte o pino IN3 da ponte H ao pino 7 do Arduino (controle de direção do motor direito).

- Conecte o pino IN4 da ponte H ao pino 6 do Arduino (controle de direção do motor direito).

A.2.4 Conexão do Módulo Bluetooth ao Arduino

- Conecte o VCC do módulo Bluetooth ao 5V do Arduino.
- Conecte o GND do módulo Bluetooth ao GND do Arduino.
- Conecte o TXD do módulo Bluetooth ao RX do Arduino (pino 0).
- Conecte o RXD do módulo Bluetooth ao TX do Arduino (pino 1).

A.2.5 Alimentação

- Conecte o suporte de baterias à ponte H (VCC e GND).
- Conecte o GND da ponte H ao GND do Arduino.
- Conecte o terminal positivo do suporte de baterias ao pino VIN do Arduino.

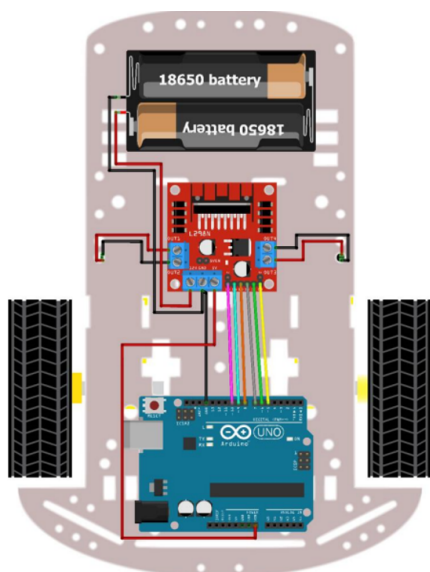
A.3 Esquema de Ligação

Para facilitar a montagem, abaixo temos o esquema para ligação da fiação do nosso carrinho. Veja que a ponte H é fundamental para alimentar corretamente os motores sem precisarmos recorrer a protoboard. Ao ligar os motores, atente-se para não deixar os bornes com folga, pois os fios podem acabar saindo ou gerando mal contato. Atenção também com o posicionamento na hora de jumper a nossa plaquinha, garantindo que eles entrem até o final.

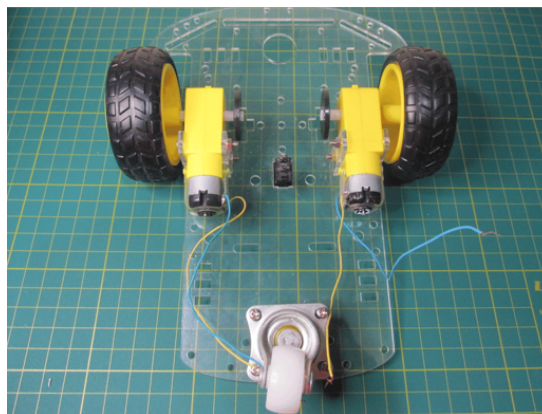
A.4 Programação do Arduino

Carregue o seguinte código no Arduino usando a IDE do Arduino:

Figura 33 – Esquema de ligação



Fonte: Autor 2024



Fonte: Autor 2024

Tabela 2 – Esquema de conexões

Componente	Conexão
Motor Esquerdo	OUT1 (L298N) e OUT2 (L298N)
Motor Direito	OUT3 (L298N) e OUT4 (L298N)
Ponte H (L298N)	
ENA	Pino 10 (Arduino)
IN1	Pino 9 (Arduino)
IN2	Pino 8 (Arduino)
ENB	Pino 5 (Arduino)
IN3	Pino 7 (Arduino)
IN4	Pino 6 (Arduino)
Módulo Bluetooth	
VCC	5V (Arduino)
GND	GND (Arduino)
TXD	RX (Arduino)
RXD	TX (Arduino)
Alimentação	
Suporte de Baterias	VCC (L298N)
GND (L298N)	GND (Arduino)
VIN (Arduino)	Terminal positivo do suporte de baterias

Código-fonte 1 – Código de controle da plataforma robótica 2WD

```

1: #include <SoftwareSerial.h>
2:
3: // Definição dos pinos
4: const int motorEsquerdoENA = 10;
5: const int motorEsquerdoIN1 = 9;
6: const int motorEsquerdoIN2 = 8;

```

```
7: const int motorDireitoENB = 5;
8: const int motorDireitoIN3 = 7;
9: const int motorDireitoIN4 = 6;
10:
11: SoftwareSerial bluetooth(0, 1); // RX, TX
12:
13: void setup() {
14:     // Configuração dos pinos dos motores
15:     pinMode(motorEsquerdoENA, OUTPUT);
16:     pinMode(motorEsquerdoIN1, OUTPUT);
17:     pinMode(motorEsquerdoIN2, OUTPUT);
18:     pinMode(motorDireitoENB, OUTPUT);
19:     pinMode(motorDireitoIN3, OUTPUT);
20:     pinMode(motorDireitoIN4, OUTPUT);
21:
22:     // Inicia comunicação serial com o módulo Bluetooth
23:     Serial.begin(9600);
24:     bluetooth.begin(9600);
25: }
26:
27: void loop() {
28:     if (bluetooth.available()) {
29:         char comando = bluetooth.read();
30:         int tempo = bluetooth.parseInt();
31:         int velocidade = bluetooth.parseInt();
32:
33:         // Processa o comando recebido
34:         if (comando == 'F') {
35:             moverFrente(velocidade, tempo);
36:         } else if (comando == 'T') {
37:             moverTras(velocidade, tempo);
38:         } else if (comando == 'D') {
39:             moverDireita(velocidade, tempo);
40:         } else if (comando == 'E') {
41:             moverEsquerda(velocidade, tempo);
42:         }
43:     }
44: }
45:
46: void moverFrente(int velocidade, int tempo) {
47:     analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidade);
48:     digitalWrite(motorEsquerdoIN1, HIGH);
```

```
49:  digitalWrite(motorEsquerdoIN2, LOW);
50:  analogWrite(motorDireitoENB, velocidade);
51:  digitalWrite(motorDireitoIN3, HIGH);
52:  digitalWrite(motorDireitoIN4, LOW);
53:  delay(tempo);
54:  parar();
55: }
56:
57: void moverTras(int velocidade, int tempo) {
58:  analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidade);
59:  digitalWrite(motorEsquerdoIN1, LOW);
60:  digitalWrite(motorEsquerdoIN2, HIGH);
61:  analogWrite(motorDireitoENB, velocidade);
62:  digitalWrite(motorDireitoIN3, LOW);
63:  digitalWrite(motorDireitoIN4, HIGH);
64:  delay(tempo);
65:  parar();
66: }
67:
68: void moverDireita(int velocidade, int tempo) {
69:  analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidade);
70:  digitalWrite(motorEsquerdoIN1, HIGH);
71:  digitalWrite(motorEsquerdoIN2, LOW);
72:  analogWrite(motorDireitoENB, velocidade);
73:  digitalWrite(motorDireitoIN3, LOW);
74:  digitalWrite(motorDireitoIN4, HIGH);
75:  delay(tempo);
76:  parar();
77: }
78:
79: void moverEsquerda(int velocidade, int tempo) {
80:  analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidade);
81:  digitalWrite(motorEsquerdoIN1, LOW);
82:  digitalWrite(motorEsquerdoIN2, HIGH);
83:  analogWrite(motorDireitoENB, velocidade);
84:  digitalWrite(motorDireitoIN3, HIGH);
85:  digitalWrite(motorDireitoIN4, LOW);
86:  delay(tempo);
87:  parar();
88: }
89:
90: void parar() {
```

```
91:  analogWrite(motorEsquerdoENA , 0);
92:  digitalWrite(motorEsquerdoIN1 , LOW);
93:  digitalWrite(motorEsquerdoIN2 , LOW);
94:  analogWrite(motorDireitoENB , 0);
95:  digitalWrite(motorDireitoIN3 , LOW);
96:  digitalWrite(motorDireitoIN4 , LOW);
97: }
```

A.5 Utilização

Para utilizar a plataforma robótica 2WD após a montagem e programação, siga os passos detalhados abaixo:

A.5.1 Conectar via Bluetooth

A.5.1.1 Parear o módulo Bluetooth com o dispositivo

- Ligue a plataforma robótica 2WD.
- No dispositivo que será usado para controlar o robô (pode ser um smartphone, tablet ou computador), ative o Bluetooth.
- Procure por dispositivos Bluetooth disponíveis. O módulo Bluetooth deve aparecer como "HC-05" ou "HC-06".
- Selecione o módulo e inicie o processo de pareamento. Se solicitado, insira o código de pareamento padrão, que geralmente é "1234" ou "0000".

A.5.1.2 Abrir um aplicativo de terminal serial Bluetooth

- No dispositivo controlador, abra um aplicativo de terminal serial Bluetooth. Alguns exemplos são "Serial Bluetooth Terminal" para Android ou "Bluetooth Terminal" para iOS.
- Conecte-se ao módulo Bluetooth pareado. O aplicativo deve mostrar uma conexão bem-sucedida.

A.5.2 Enviar Comandos

A.5.2.1 Formato dos comandos

Os comandos devem ser enviados no formato $C\ T\ V/n$, onde:

- C é o comando de movimento, podendo ser:

- F para mover para frente.
 - T para mover para trás.
 - D para girar para a direita.
 - E para girar para a esquerda.
- T é o tempo de duração do movimento, em milissegundos.
 - V é a velocidade do movimento, variando de 0 a 255.
 - O comando deve ser seguido por uma barra (/) e um caractere de nova linha (n).

A.5.2.2 Exemplos de comandos

- Para mover o robô para frente por 1 segundo com velocidade 200, envie:
F 1000 200/n
- Para mover o robô para trás por 1,5 segundos com velocidade 150, envie:
T 1500 150/n
- Para girar o robô para a direita por 0,5 segundos com velocidade 180, envie:
D 500 180/n
- Para girar o robô para a esquerda por 2 segundos com velocidade 100, envie:
E 2000 100/n

A.5.3 Testando os Comandos

- Após enviar cada comando, observe o comportamento do robô para garantir que ele está executando os movimentos corretamente.
- Se o robô não se mover ou se comportar de maneira inesperada, verifique as conexões e o código no Arduino para assegurar que tudo está configurado corretamente.

A.6 Ajustes e Personalizações

A.6.1 Ajuste de Velocidade

- Você pode ajustar a velocidade dos motores alterando o valor da variável V nos comandos. Valores mais altos resultam em maior velocidade.

A.6.2 Alteração do Tempo de Movimento

- O tempo que o robô se move é determinado pela variável T. Aumente ou diminua este valor para ajustar a duração do movimento.

A.6.3 Adição de Novas Funcionalidades

- Com os conhecimentos adquiridos, você pode adicionar novos comandos ou funcionalidades ao robô, como sensores de distância para evitar obstáculos, sensores de linha para seguir trajetórias, entre outros.

A.7 Dicas de Uso

A.7.1 Bateria

- Certifique-se de que as baterias estão carregadas adequadamente para evitar perda de potência durante os movimentos.
- Desconecte a alimentação quando o robô não estiver em uso para economizar bateria.

A.7.2 Ambiente de Operação

- Utilize a plataforma robótica em superfícies lisas e planas para melhor desempenho dos motores.
- Evite operar o robô em ambientes com muitos obstáculos até ter certeza de que os comandos básicos estão funcionando corretamente.

A.8 Resolução de Problemas

A.8.1 Robô não se move

- Verifique todas as conexões elétricas para garantir que estão firmes.
- Confirme que o código foi carregado corretamente no Arduino.
- Verifique a conexão Bluetooth e assegure-se de que o comando está sendo enviado no formato correto.

A.8.2 Movimentos erráticos

- Certifique-se de que os valores de tempo e velocidade estão dentro dos limites apropriados.
- Verifique se os motores estão corretamente conectados e funcionando.

A.9 Conclusão

Este manual fornece as instruções detalhadas para montar e programar uma plataforma robótica 2WD controlada via Bluetooth utilizando um Arduino. Com os conhecimentos adquiridos, você pode expandir o projeto, adicionando sensores e outros módulos para criar robôs mais complexos.

A.10 Programação do Arduino – Motores com velocidades distintas

Essa é a versão alternativa do código onde foram feitos os ajustes para responder aos comandos no formato $C \ V_d \ V_e \ T/n$, onde temos agora dois parâmetros para velocidade: V_d para velocidade do motor direito e V_e para velocidade do motor esquerdo. Esse código é necessário para aula 7 e 8 do projeto 1.

Carregue o seguinte código no Arduino usando a IDE do Arduino:

Código-fonte 2 – Código de controle com velocidades distintas para motores

```
1: #include <SoftwareSerial.h>
2:
3: // Definição dos pinos
4: const int motorEsquerdoENA = 10;
5: const int motorEsquerdoIN1 = 9;
6: const int motorEsquerdoIN2 = 8;
7: const int motorDireitoENB = 5;
8: const int motorDireitoIN3 = 7;
9: const int motorDireitoIN4 = 6;
10: SoftwareSerial bluetooth(0, 1); // RX, TX
11: void setup() {
12:   // Configuração dos pinos dos motores
13:   pinMode(motorEsquerdoENA, OUTPUT);
14:   pinMode(motorEsquerdoIN1, OUTPUT);
15:   pinMode(motorEsquerdoIN2, OUTPUT);
16:   pinMode(motorDireitoENB, OUTPUT);
17:   pinMode(motorDireitoIN3, OUTPUT);
```

```
18:   pinMode(motorDireitoIN4, OUTPUT);
19:
20:   // Inicia comunicação serial com o módulo Bluetooth
21:   Serial.begin(9600);
22:   bluetooth.begin(9600);
23: }
24:
25: void loop() {
26:   if (bluetooth.available()) {
27:     char comando = bluetooth.read();
28:     int velocidadeDireito = bluetooth.parseInt();
29:     int velocidadeEsquerdo = bluetooth.parseInt();
30:     int tempo = bluetooth.parseInt();
31:     // Processa o comando recebido
32:     if (comando == 'F') {
33:       moverFrente(velocidadeDireito, velocidadeEsquerdo, tempo);
34:     } else if (comando == 'T') {
35:       moverTras(velocidadeDireito, velocidadeEsquerdo, tempo);
36:     } else if (comando == 'D') {
37:       moverDireita(velocidadeDireito, velocidadeEsquerdo, tempo);
38:     } else if (comando == 'E') {
39:       moverEsquerda(velocidadeDireito, velocidadeEsquerdo, tempo)
40:     ;
41:   }
42: }
43:
44: void moverFrente(int velocidadeDireito, int velocidadeEsquerdo,
45:                 int tempo) {
46:   analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidadeEsquerdo);
47:   digitalWrite(motorEsquerdoIN1, HIGH);
48:   digitalWrite(motorEsquerdoIN2, LOW);
49:   analogWrite(motorDireitoENB, velocidadeDireito);
50:   digitalWrite(motorDireitoIN3, HIGH);
51:   digitalWrite(motorDireitoIN4, LOW);
52:   delay(tempo);
53:   parar();
54: }
55: void moverTras(int velocidadeDireito, int velocidadeEsquerdo, int
56:               tempo) {
57:   analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidadeEsquerdo);
```

```
57:   digitalWrite(motorEsquerdoIN1, LOW);
58:   digitalWrite(motorEsquerdoIN2, HIGH);
59:   analogWrite(motorDireitoENB, velocidadeDireito);
60:   digitalWrite(motorDireitoIN3, LOW);
61:   digitalWrite(motorDireitoIN4, HIGH);
62:   delay(tempo);
63:   parar();
64: }
65:
66: void moverDireita(int velocidadeDireito, int velocidadeEsquerdo,
    int tempo) {
67:   analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidadeEsquerdo);
68:   digitalWrite(motorEsquerdoIN1, HIGH);
69:   digitalWrite(motorEsquerdoIN2, LOW);
70:   analogWrite(motorDireitoENB, velocidadeDireito);
71:   digitalWrite(motorDireitoIN3, LOW);
72:   digitalWrite(motorDireitoIN4, HIGH);
73:   delay(tempo);
74:   parar();
75: }
76:
77: void moverEsquerda(int velocidadeDireito, int velocidadeEsquerdo,
    int tempo) {
78:   analogWrite(motorEsquerdoENA, velocidadeEsquerdo);
79:   digitalWrite(motorEsquerdoIN1, LOW);
80:   digitalWrite(motorEsquerdoIN2, HIGH);
81:   analogWrite(motorDireitoENB, velocidadeDireito);
82:   digitalWrite(motorDireitoIN3, HIGH);
83:   digitalWrite(motorDireitoIN4, LOW);
84:   delay(tempo);
85:   parar();
86: }
87:
88: void parar() {
89:   analogWrite(motorEsquerdoENA, 0);
90:   digitalWrite(motorEsquerdoIN1, LOW);
91:   digitalWrite(motorEsquerdoIN2, LOW);
92:   analogWrite(motorDireitoENB, 0);
93:   digitalWrite(motorDireitoIN3, LOW);
94:   digitalWrite(motorDireitoIN4, LOW);
95: }
```

ATIVIDADE 1 UTILIZADA NA OFICINA

Escola: _____

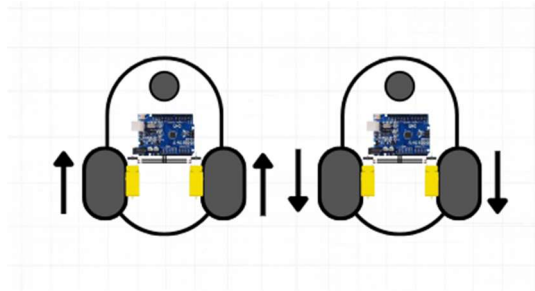
Nome _____

Turma: _____ Data: _____

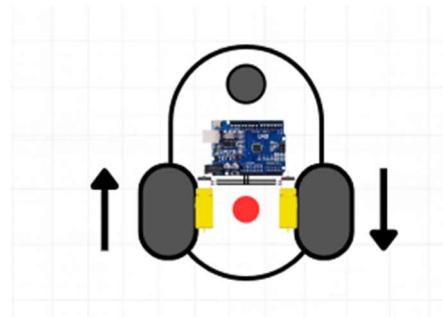
Atividade 1

1-) Associando o robô com uma figura no plano e a pista como o plano, descreva e desenhe a transformação geométrica que ocorrerá em cada situação:

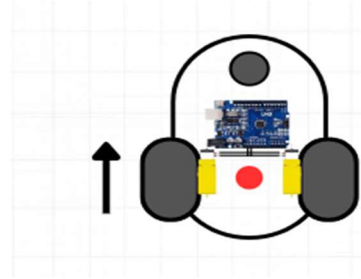
a-) Se ambos os motores forem ligados em mesmo sentido e mesma velocidade:



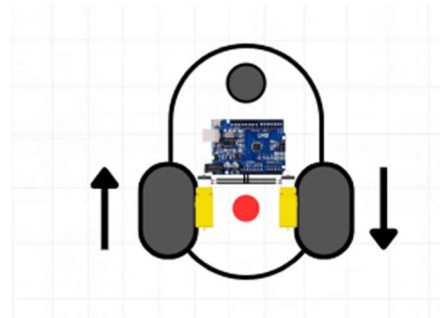
b-) Se ambos os motores forem ligados em sentido opostos e mesma velocidade:



c-) Se um motor for ligado e o outro desligado:

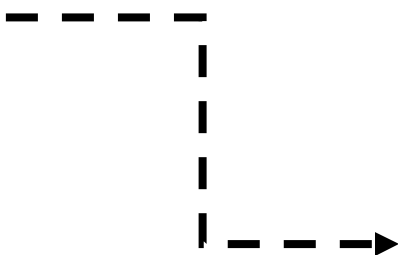


d-) Se ambos os motores forem ligados em mesmo sentido e velocidade diferentes:

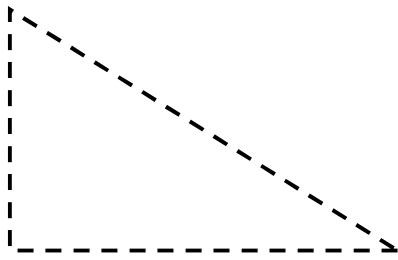


2-) Observe cada figura e descreva na forma de uma sequencia de movimentos quais instruções que o robô teria que receber para percorrer a linha pontilhada:

a-)



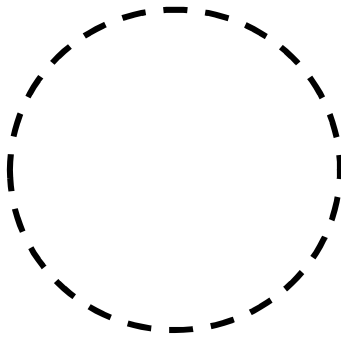
b-)



c-)



d-)



ATIVIDADE 2 UTILIZADA NA OFICINA

Escola: _____

Nome _____

Turma: _____ Data: _____

Atividade 2

1-) Sabendo que podemos controlar o tempo que o robô liga os motores e a quantidade de energia, explique como podemos determinar a velocidade do robô? De um exemplo.

2-) Um robô foi ligado de forma que realizou uma translação por 7 segundos a uma velocidade constante e parou, após parar foi notado que a distância do ponto inicial até o final era de 315cm. Qual foi a velocidade média de deslocamento do robô?

3-) Com o robô programado na mesma velocidade do exercício anterior como faria para que se deslocasse aproximadamente 200cm?

4-) O robô foi ligado com motores em mesma velocidade em sentidos opostos realizando assim uma rotação em torno de si mesmo, a rotação durou 5 segundos e o robô deu 2,5 voltas completas. Determine a razão entre a rotação e o tempo, formando assim uma unidade que servira de base para outros movimentos similares:

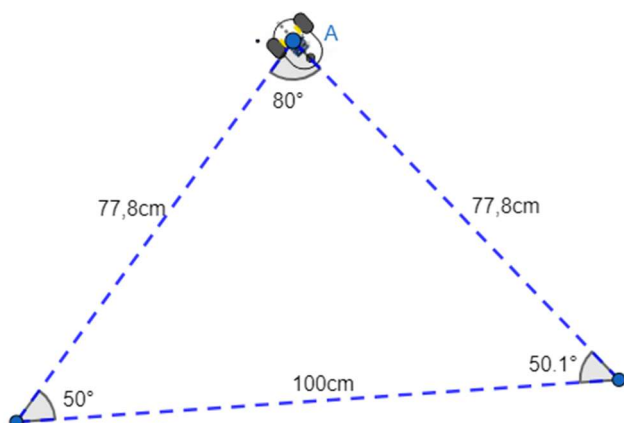
5-) Com base no valores da questão 4, como podemos controlar o robô para que ele efetue um rotação de 90° (ângulo reto)?

6-) Após estudar seus movimentos os robôs foram programados de forma que cada movimento fosse executado por um comando no formato "C T V/n", onde C é o comando ("F" vai para frente, "T" para trás, "D" gira sentido horário e "E" gira sentido anti-horário), T é o tempo em ms que ele executa esta função, e V é o valor analógico que determina a velocidade de rotação este valor pode variar de (0-255). Em seguida foi feito um teste com os seguintes comandos:

F 5000 200/n

D 3000 150/n

Com esse comando foi observado que o robô se deslocou para frente 300cm e depois girou 540° no sentido horário. Utilizando destes dados escreva uma sequencia de comandos para que o robô segundo a figura abaixo saindo do ponto A se desloque sobre o pontilhado e retorne a mesma posição.



ATIVIDADE 3 UTILIZADA NA OFICINA

Escola: _____

Nome _____

Turma: _____ Data: _____

Atividade 3

1-) Já estudamos anteriormente que ao ligar ambos os motores em mesma direção mas com velocidade diferentes eles vão fazer uma rotação cujo o raio da circunferência percorrida é maior que a distancia entre as rodas. Assim colocando um motor a uma velocidade de 60cm/s e outro a 30cm/s, determine o raio da circunferência maior e o tempo que levará para dar uma volta?

2-) Considerando as velocidades do exercício anterior, explique como teria que fazer para que o robô realizasse uma trajetória de um arco com mesmo raio mais de com medida de 90°? E com a medida de 120°?

3-) explique como podemos agora programar o robô para que se movimente sobre uma circunferência de 100cm de raio?(considere a roda mais longe do centro passando pela circunferência)

