



UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS INTEGRANDO FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA COM UM ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5202

Autores: ROSIANE RIBEIRO ROCHA, RICHARD JUNIOR MANUEL GODINEZ TELLO, RAFAEL ERICK AZEVEDO SANTOS

Resumo: A Engenharia de Controle e Automação integra tecnologias para otimizar processos industriais e robóticos, desempenhando um papel crucial na modernização de diversos setores. O envolvimento precoce dos alunos é essencial para seu sucesso, uma vez que enfrentam desafios como adaptação e complexidade técnica. Estratégias práticas como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) são fundamentais, conforme evidenciado por iniciativas que utilizam robôs seguidores de linha para aplicar conceitos teóricos. Projetos e competições de robótica demonstram a eficácia dessa abordagem, promovendo o engajamento e habilidades práticas desde o início do curso. Este trabalho propõe integrar princípios básicos de matemática e física com robôs seguidores de linha para engajar novos alunos de Engenharia de Controle e Automação, visando uma experiência de aprendizado mais significativa e eficaz.

Palavras-chave: Engenharia de Controle e Automação, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Robôs Seguidor de Linha, Engajamento dos Alunos, Desenvolvimento de Habilidades Práticas

UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS INTEGRANDO FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA E FÍSICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA COM UM ROBÔ SEGUIDOR DE LINHA

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia de Controle e Automação é uma área multidisciplinar que engloba o controle de processos e sistemas por meio de tecnologia e automação. Desde sistemas de produção industrial até robótica avançada, essa disciplina desempenha um papel crucial na modernização e eficiência de diversos setores.

O engajamento de estudantes dos primeiros períodos da universidade/faculdade é fundamental para o sucesso acadêmico e profissional no campo da engenharia de controle e automação. Os primeiros anos do curso são essenciais para a construção de uma base sólida de conhecimento e habilidades que serão fundamentais ao longo da carreira. Alunos calouros frequentemente enfrentam desafios como a adaptação ao ambiente universitário, a complexidade dos conteúdos técnicos e a necessidade de adquirir habilidades práticas. Superar esses desafios é crucial para garantir um progresso eficaz no curso.

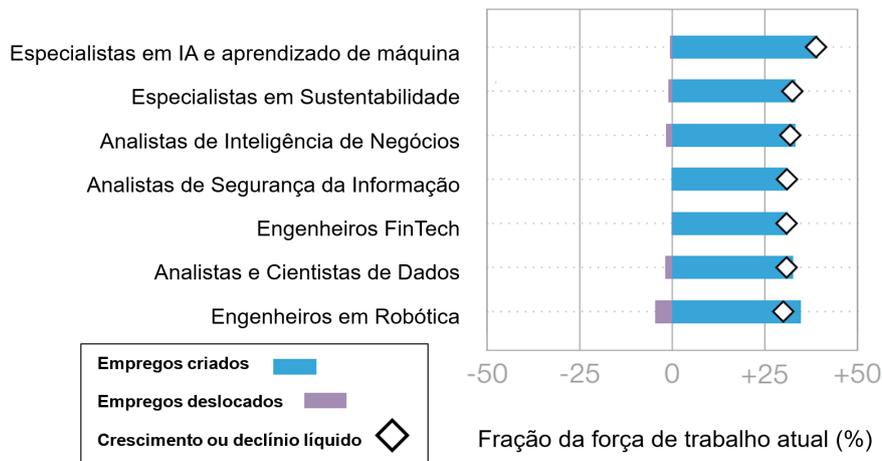
Para isto, é necessário adotar uma abordagem prática e integrada ao ensino, que permita aos alunos aplicar os conceitos teóricos em situações do mundo real desde o início do curso. Essa abordagem facilitaria a compreensão dos conteúdos e promoveria um aprendizado mais significativo.

Uma das principais diferenças entre a instrução fornecida através do uso de robôs e a do ensino tradicional é que os sentidos utilizados nas atividades de ensino tradicionais são apenas visuais e auditivas (HSIEH et al., 2022). Em contrapartida, ao utilizar um robô tangível como meio de ensino, o fato de interação entre robô-educando pode complementar os sentidos visuais e auditivos, potencializando o efeito de aprendizagem, aumentando a concentração, a memória e o foco emocional (HSIEH et al., 2022).

Por outro lado, ensinar o pensamento computacional tornou-se uma prioridade para educadores e gestores encarregados na formação de estudantes para os chamados “empregos do futuro” que prevê-se serem cada vez mais automatizados (LEMAY et al., 2021). Segundo Lemay et al. (2021) indicam que intervenções educacionais eficazes para o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional incluem pensamento algorítmico e crítico, resolução de problemas, criatividade e cooperatividade, resultando uma melhora no desempenho acadêmico dos alunos.

No Relatório sobre o Futuro do Emprego de 2023 do Fórum Econômico Mundial (FORUM, 2023), foi projetado um ranking indicando a criação (azul) e o deslocamento (roxo) de empregos entre 2023 e 2027 (ver Figura 1). O crescimento ou declínio líquido projetado para cada ocupação nos próximos cinco anos (losangos) foi calculado pela subtração percentual entre novos empregos e deslocados. A rotatividade estrutural projetada do mercado de trabalho é indicada pela largura total das barras. Deste estudo, podemos observar que Engenheiros em Robótica representarão a sétima colocação devido à maior projeção de aumento de novos empregos (FORUM, 2023).

Figura 1 – Novos empregos e empregos deslocados, 2023-2027. Relatório sobre o Futuro do Emprego do Fórum Econômico Mundial.



Fonte: Extraído, adaptado e traduzido do Fórum (2023) .

No âmbito regional, diversos trabalhos destacam a importância da robótica como ferramenta de ensino-aprendizagem. Assim, no trabalho de Afonso et al. (2018) indicam a importância da implementação de clubes de robótica nos cursos de Engenharia Elétrica como forma de promover o desenvolvimento de projetos acadêmicos autônomos. Numa competição de robôs seguidores de linha realizada pelos autores evidenciou a viabilidade e a importância dessas atividades no processo de ensino-aprendizagem dos participantes, contribuindo para sua formação acadêmica e profissional.

Pinto et al. (2018) apresentaram o projeto LinusBot, desenvolvido pelo Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica (PET-Elétrica) da UFJF, que capacita os ingressantes do curso de Engenharia Elétrica para participar de uma competição de robôs seguidores de linha. Essa iniciativa demonstra como a metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos pode promover a contextualização dos conteúdos teóricos e incentivar a participação dos alunos em atividades práticas e desafiadoras.

Cazarotto et al. (2019) destacaram a facilidade de implementação do robô seguidor de linha como ferramenta pedagógica para estudantes do ensino médio, enfatizando o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares e o despertar do interesse em áreas como programação, eletrônica e robótica. Essa abordagem prática e interativa é fundamental para engajar os alunos desde o início de suas jornadas acadêmicas.

França et al. (2019) abordaram a utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos através da competição de robôs seguidores de linha como uma forma de desenvolver habilidades técnicas, de pesquisa, de trabalho em grupo e de comunicação para alunos iniciantes em cursos de Engenharia Elétrica. Os resultados obtidos demonstraram a eficácia dessa abordagem em promover um aprendizado mais significativo e engajador.

Oliveira et al. (2019) descreveram um projeto de extensão voltado para o acolhimento de calouros dos cursos de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica, que incluiu uma capacitação em robótica autônoma utilizando robôs seguidores de linha. Essa iniciativa proporcionou aos participantes uma experiência prática e lúdica, na qual puderam aplicar seus conhecimentos e habilidades em situações do mundo real, contribuindo assim para sua formação acadêmica e profissional.

Guimarães et al. (2020) propuseram uma abordagem envolvendo a construção e experimentação de um robô seguidor de linha como forma de explorar conteúdos matemáticos e físicos de maneira instigante. Essa proposta destaca a importância de tornar o aprendizado mais prático e contextualizado, além de promover a sustentabilidade e a conscientização ambiental.

Por fim, Ataíde et al. (2023) realizaram um estudo sobre competições de robótica na Engenharia, com foco específico no desenvolvimento de robôs seguidores de linha e carros autônomos utilizando visão computacional. Os resultados obtidos destacaram o potencial dessas competições em promover a aplicação prática de conceitos teóricos e o desenvolvimento de habilidades técnicas e colaborativas entre os participantes.

Esses estudos sublinham a eficácia dos robôs seguidores de linha como ferramentas pedagógicas, especialmente para engajar alunos iniciantes em cursos de engenharia, como Engenharia de Controle e Automação. A revisão bibliográfica revela uma série de abordagens e projetos que visam integrar conceitos teóricos com aplicações práticas, promovendo assim um aprendizado mais significativo e eficaz desde os primeiros anos do curso.

Com base nesse contexto, este artigo propõe uma abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos, integrando fundamentos de matemática e física da educação básica com um robô seguidor de linha. O objetivo é engajar alunos calouros do curso de Engenharia de Controle e Automação desde o início de sua formação acadêmica. A abordagem prática e contextualizada adotada neste trabalho visa superar os desafios enfrentados pelos alunos iniciantes, proporcionando uma experiência enriquecedora que os preparará para os desafios da indústria..

2 FUNDAMENTOS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP)

A metodologia conhecida como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) tem origem na obra de John Dewey, um educador norte-americano que em 1897 publicou seu livro "*My Pedagogical Creed*", focado na importância do "aprender fazendo" e é sobre esta premissa que Dewey é considerado por alguns pesquisadores como o fundador da aprendizagem baseada em projetos (WAHBEH et al., 2021).

Dewey defendia uma abordagem educacional mais prática e voltada para a resolução de problemas reais, em contraste com o ensino tradicional baseado em filosofias clássicas. No Brasil, as ideias de Dewey foram diretamente influentes para os autores do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova em 1932.

Atualmente, a ABP é fundamentada em teorias cognitivas e de aprendizagem, que argumentam que atividades educacionais realizadas de maneira colaborativa, envolvendo análise de problemas reais e ações práticas, são mais eficazes para a aprendizagem. Defensores da ABP também afirmam que o modelo industrial, com sua ênfase em gestão por projetos, influenciou o contexto educacional, levando a uma preocupação não apenas com o conteúdo, mas também com o desenvolvimento de habilidades. A autonomia dos estudantes na resolução de problemas é um aspecto central da ABP (ZANETTI, 2019).

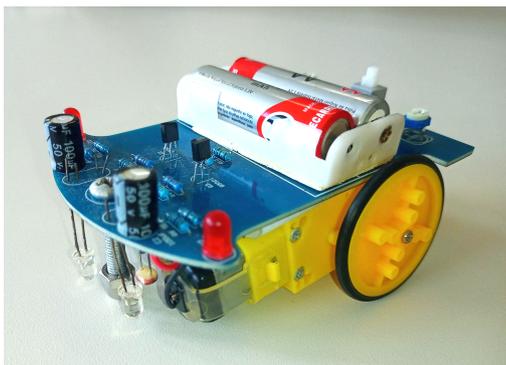
A Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia educacional na qual os alunos aprendem através da realização de projetos práticos que abordam problemas do mundo real. Essa abordagem educacional desafia os alunos a aplicar seus conhecimentos teóricos na resolução de problemas concretos. Além disso, os projetos

práticos permitem aos alunos uma compreensão mais profunda dos conceitos teóricos, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro. Ao trabalhar em projetos práticos desde o início do curso, os alunos desenvolvem as habilidades necessárias para se tornarem profissionais capacitados e inovadores.

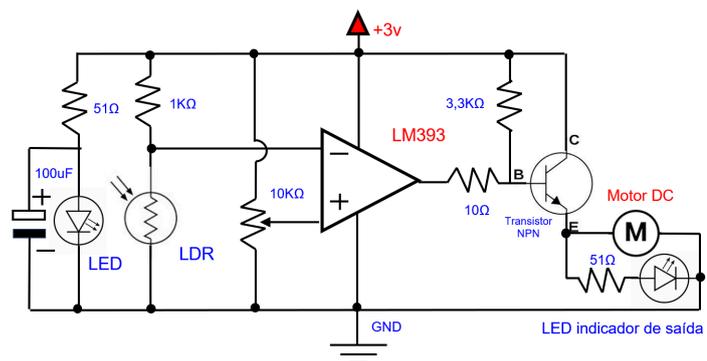
3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo envolve a implementação do robô seguidor de linha como uma ferramenta pedagógica para promover a aprendizagem prática e interdisciplinar dos alunos. O robô seguidor de linha é uma oportunidade para os alunos aplicarem seus conhecimentos teóricos em um projeto prático e desafiador, estimulando o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe, pensamento crítico e criatividade. Importante destacar que robôs seguidores de linha podem ser construídos através de dispositivos eletrônicos discretos, isto é, sem a necessidade de dispositivos programáveis, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – (a) Robô seguidor de linha baseado no amplificador operacional comparador LM393; (b) Lógica de funcionamento do LM393 para um dos motores.



(a)



(b)

Fonte: autoria própria.

O robô seguidor de linha mostrado na Figura 2 está constituído de dois amplificadores operacionais comparadores LM393, dois LDRs, dois diodos LEDs emissores em direção ao chão, dois diodos LEDs indicadores da ativação dos motores, dois motores DC (do Inglês - *Direct Current*), resistores, capacitores, dois potenciômetros, dois transistores, duas rodas laterais e uma roda boba. Os LEDs próximos ao chão emitem luz constante, refletida pela superfície do chão. Assim, os LDRs posicionados à frente do robô, detectam a quantidade de luz refletida. Quando o robô estiver sobre uma linha preta, a reflexão é menor, alterando a resistência do LDR e a tensão no divisor de tensão. O LM393 compara essa tensão com uma tensão fixa obtida e ajustada pelos potenciômetros. Desta forma, o robô consegue ajustar sua direção e posiciona-se sobre a linha.

Por outro lado, existem os robôs seguidores de linha programáveis, os quais possuem a versatilidade de poder reconfigurar o robô e se adaptar a novos cenários e dimensões. Este trabalho apresenta detalhes sobre a estrutura, os componentes, os sensores utilizados para detectar a linha, o entendimento do algoritmo de controle e as características relevantes para o funcionamento de um robô seguidor de linha.

3.1 Descrição do robô seguidor de linha

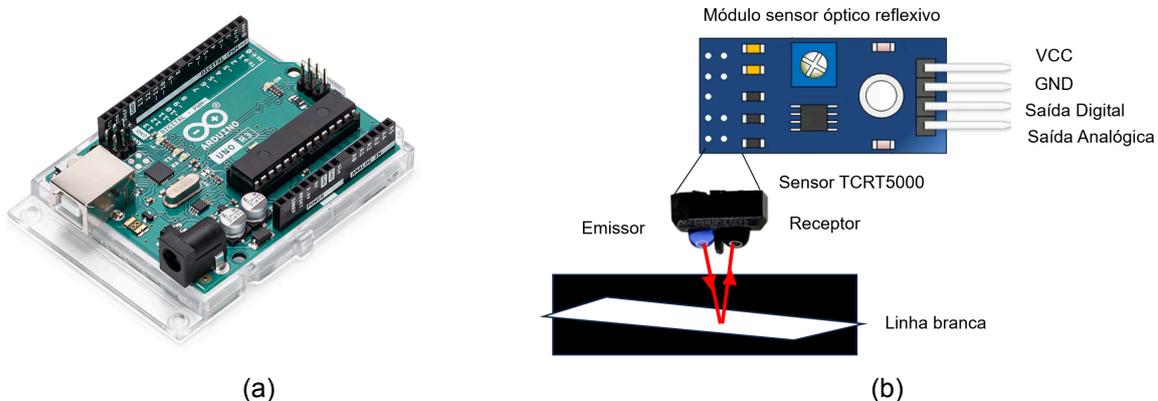
Um robô seguidor de linha é um dispositivo autônomo projetado para se deslocar ao longo de uma linha preta ou branca em uma superfície plana. Este robô pode ser programado e controlado através de uma plataforma que usa microcontroladora a partir da leitura das luzes infravermelhas captadas por sensores ópticos reflexivos de tipo TCRT5000.

A seguir, são elencados os materiais necessários para a construção de um robô do tipo seguidor de linha:

- 1 Arduino Uno R3;
- 2 módulos com sensor óptico reflexivo TCRT5000;
- 1 Driver de motores Ponte H L298N;
- 1 mini protoboard de 400 furos;
- 2 Motores DC redutores de 6V com roda;
- 1 Suporte para 4 pilhas AA;
- 2 Diodos 1N4007;
- 4 Pilhas AA de 1,5V;
- 1 Roda boba.

Para a execução deste projeto, utilizou-se a plataforma microcontrolada Arduino Uno R3 (ver Figura 3a) que utiliza o microcontrolador ATmega328P. Uma das principais vantagens do Arduino em comparação com outras plataformas de desenvolvimento é sua simplicidade no uso, a grande quantidade de informação acessível e as diversas plataformas de simulação existentes, como o Tinkercad, Wokwi e SimulIDE (DONADIA, 2023). A placa Arduino é programável na linguagem C através do ambiente de desenvolvimento integrado denominado Arduino IDE. Para detecção das linhas pretas foram usados os sensores reflexivos modelo TCRT5000 (ver Figura 3b). Este módulo também utiliza o comparador LM393 no seu circuito.

Figura 3 – (a) Plataforma microcontrolada Arduino Uno R3; (b) Módulo sensor óptico reflexivo com sensor TCRT5000



Fonte: (a) Arduino (2024); (b) autoria própria.

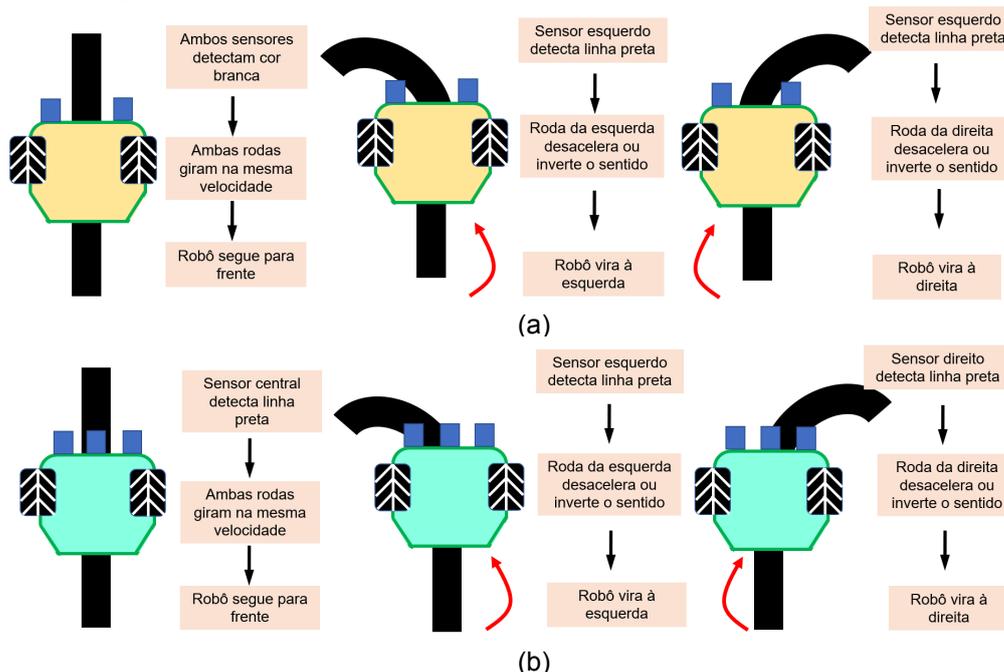
A detecção das linhas é dada pelos sensores TCRT5000 que utilizam o princípio de reflexão de luz. Assim, existe um dispositivo emissor e um receptor em cada módulo. Quando a linha for preta, a luz infravermelha é absorvida e o receptor não recebe o sinal.

De forma análoga, quando o chão for branco, o sinal infravermelho é refletido obtendo o recebimento do sinal. A sensibilidade da detecção das linhas, e por consequência, a distância entre os sensores e o chão pode ser ajustada por meio dos potenciômetros incluídos nos módulos TCRT5000, os potenciômetros calibram a sensibilidade e a referência de tensão dos comparadores LM393. O giro dos motores DC, seja horário ou anti-horário, é possível através de um módulo Ponte H L298N. Da mesma forma, esta ponte H possibilita o controle tanto da velocidade quanto do sentido de rotação dos motores DC de forma independente. Os pinos com Modulação por Largura de Pulso (PWM, do inglês, *Pulse Width Modulation*) do Arduino são empregados para o controle de velocidade, permitindo ajustar a velocidade dos motores de forma independente. A programação busca ser intuitiva e segue uma lógica baseada na leitura de sinais digitais.

Os sensores realizam a leitura da cor da linha (preta ou branca) e este sinal digital é lido pelo Arduino como zero (0 - estado lógico baixo) ou 1 (um - estado lógico alto). Por meio destas leituras, é possível detectar a posição da linha em relação aos sensores. Assim, o robô ajusta sua direção alterando a velocidade dos motores. Se a leitura dos sensores for 0 (sensor da esquerda) e 0 (sensor da direita), o robô permanecerá se movimentando para frente; caso for 1 (sensor da esquerda) e 0 (sensor da direita), o robô deve se movimentar para à esquerda; caso for 0 (sensor da esquerda) e 1 (sensor da direita), o robô deve se movimentar para à direita e finalmente, se a leitura dos sensores for 1 (sensor da esquerda) e 1 (sensor da direita), o robô irá parar.

Quando o robô está alinhado com a pista, isto é, a linha está entre os sensores, ambos os motores operam com a mesma velocidade. Se estiver inclinado para o lado direito da pista, a velocidade do motor da roda esquerda é reduzida ou o giro é invertido. Da mesma forma, se estiver inclinado para o lado esquerdo, a velocidade da roda direita é diminuída ou o sentido de giro é invertido. Esses ajustes permitem que o robô permaneça seguindo a direção da linha (ver Figura 4a). Se tivéssemos um robô seguidor de linha com 3 módulos de sensores TCRT5000, a lógica de funcionamento seria de acordo com o desenho mostrado na Figura 4b.

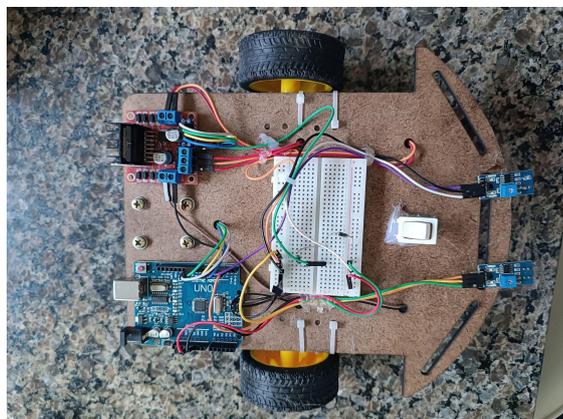
Figura 4 – (a) Lógica de funcionamento do robô seguidor de linha com 2 sensores TCRT5000; (b) Lógica de funcionamento do robô seguidor de linha com 3 sensores TCRT5000.



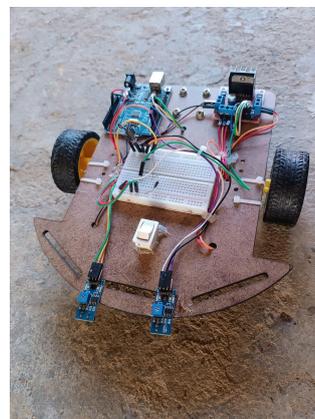
Fonte: autoria própria.

O robô desenvolvido foi montado num *chassi* de MDF de 3mm de espessura, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Robô Seguidor de Linha desenvolvido. (a) Vista superior; (b) Vista frontal-lateral.



(a)



(b)

Fonte: autoria própria.

A seguir serão descritas as etapas do processo de ensino-aprendizagem, desde a introdução dos conceitos teóricos até a realização das atividades práticas com o robô, aplicando conteúdos vistos na Educação Básica.

3.2 Planejamento das atividades educacionais

A Figura 6 ilustra as etapas da abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos proposto para a execução do projeto do robô seguidor de linha. O método consiste em quatro fases distintas: estudo, prática, projeto e aplicação.

Figura 6 – Etapas da metodologia proposta.

Estudo	Prática	Projeto	Aplicação
<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os conceitos básicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Praticar os conceitos adquiridos. - Testar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Projetar o robô seguidor de linha. - Construir o robô seguidor de linha. - Testar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar conceitos de matemática. - Aplicar conceitos de física.

Fonte: autoria própria.

Na fase de estudo, serão transmitidos aos alunos os conceitos básicos para que possam compreender os componentes e manipular os equipamentos. É importante ressaltar que os alunos são novatos, portanto, esses conceitos devem ser apresentados de maneira clara, evitando o enfoque em deduções de fórmulas matemáticas, que não são o objetivo principal da disciplina. Durante essa etapa, a proposta é ministrar aulas teóricas sobre diversos componentes, incluindo aqueles utilizados na construção do robô, como resistores, capacitores, diodos, LEDs, sensores, motores, entre outros.

Na segunda etapa (Prática), as atividades são conduzidas nos laboratórios, com o intuito de identificar os parâmetros dos componentes e montar circuitos práticos

relacionados a problemas reais. Um exemplo desses problemas é a automação da porta de entrada de um estacionamento usando circuitos digitais, onde os alunos possam utilizar portas lógicas ou microcontrolador, além de utilizar fotodiodos, foto-transistores, motores DC e resistores para solucionar o problema. Outro exemplo de prática mais relacionada ao robô seguidor de linha é o uso do sensor óptico reflexivo, onde os alunos podem detectar e contar objetos numa esteira. Neste projeto, os alunos podem controlar o acionamento e velocidade de um motor DC, por exemplo. As etapas de estudo e prática são caracterizadas por uma maior orientação por parte dos professores nas aulas teóricas e práticas.

Na etapa “Projeto”, a turma será dividida em grupos de 4 ou 5 alunos. Nesta etapa, caberá aos alunos a construção e aplicação dos conhecimentos adquiridos. O objetivo desta fase é promover o desenvolvimento de diversas habilidades, tais como trabalho em equipe, resolução de problemas técnicos e questões pessoais, habilidade de comunicação, habilidade manual para montagem de circuitos e soldagem de componentes, bem como habilidade de raciocínio, análise e resolução para aplicar as informações teóricas e atingir seus objetivos. A etapa “Projeto” é subdividida em três etapas: Projetar o robô seguidor de linha, construir o robô seguidor de linha e testar.

A fase “Aplicação” constituirá a etapa em que os alunos efetivamente aplicarão os conceitos de matemática e física adquiridos durante a educação básica, especialmente no Ensino Fundamental II e Ensino Médio, e os integrarão ao robô seguidor de linha construído. A seguir, exemplos de conteúdos de matemática e física que podem ser trabalhados utilizando robôs seguidores de linha:

- Matemática:
 - Geometria:
 - Conceitos de coordenadas cartesianas para definir a localização do robô na pista.
 - Cálculos de ângulos e distâncias para definir trajetórias e curvas.
 - Utilização de geometria analítica para determinar a posição relativa do robô em relação à linha.
 - Álgebra:
 - Utilização de equações para modelar o comportamento do robô em relação às leituras dos sensores de linha.
 - Implementação de algoritmos de controle, como PID (Proporcional, Integral e Derivativo), que envolvem equações algébricas.
 - Aritmética:
 - Cálculos de velocidade, aceleração e tempo para otimizar o desempenho do robô.
- Física:
 - Cinemática:
 - Estudo dos movimentos do robô, incluindo velocidade, aceleração, deslocamento e trajetória.
 - Aplicação de equações de movimento para prever o comportamento do robô ao seguir a linha.
 - Dinâmica:
 - Estudo das forças envolvidas no movimento do robô, como atrito e gravidade.
 - Utilização das leis de Newton para entender e modelar a interação entre o robô e a pista.

- o Eletrônica e Circuitos:
 - Conceitos de eletricidade e eletrônica para entender o funcionamento dos componentes do robô, como motores, sensores e circuitos de controle.
 - Aplicação de princípios de circuitos elétricos na montagem e no funcionamento do robô.
- o Óptica:
 - Utilização de sensores ópticos para detectar a linha na pista.
 - Compreensão dos princípios de reflexão e absorção de luz para calibrar e ajustar os sensores de linha.

Na próxima subseção, são propostos métodos e instrumentos de avaliação que podem ser utilizados para mensurar o impacto do uso do robô seguidor de linha no processo de ensino e aprendizagem.

3.3 Procedimentos para avaliar o impacto do uso do robô no ensino

Com o objetivo de avaliar de forma abrangente e detalhada o impacto do uso do robô seguidor de linha no processo de ensino e aprendizagem, propõe-se a implementação dos seguintes procedimentos de avaliação:

- Avaliação Qualitativa:
 - o Observação em Sala de Aula: realizar uma observação direta durante as atividades práticas em sala de aula, visando analisar o nível de engajamento dos alunos, a qualidade da interação entre eles e a aplicação efetiva dos conceitos teóricos na prática.
 - o Entrevistas Estruturadas: conduzir entrevistas individuais ou em grupo com os alunos participantes do projeto. Essas entrevistas buscarão obter *insights* sobre suas percepções, experiências e desafios enfrentados ao longo do desenvolvimento do robô seguidor de linha. As perguntas serão direcionadas para explorar aspectos como motivação, aprendizado e sugestões de melhoria.
 - o *Feedback* dos Alunos: solicitar aos alunos que forneçam *feedback* por escrito sobre sua experiência com o projeto, encorajando-os a destacar tanto os aspectos positivos quanto os negativos, além de oferecer sugestões construtivas para futuras melhorias.
- Avaliação Quantitativa:
 - o Testes de Conhecimento: aplicar testes antes e depois da implementação do projeto, com o objetivo de avaliar o ganho de conhecimento dos alunos em relação aos conceitos de matemática, física e engenharia abordados durante o desenvolvimento do robô seguidor de linha.
 - o Avaliação do Desempenho do Robô: registrar dados quantitativos relacionados ao desempenho dos robôs construídos pelos alunos, como tempo de percurso, precisão na detecção da linha e eficácia na correção de trajetória. Esses dados serão utilizados para avaliar a aplicação prática dos conceitos aprendidos.
 - o Questionários de Satisfação: distribuir questionários aos alunos para avaliar sua satisfação com o projeto. Os questionários abordarão aspectos como

interesse despertado, relevância para a formação acadêmica e profissional, e nível de desafio enfrentado.

- **Análise de Resultados:**
 - Analisar qualitativa e quantitativamente os dados coletados para identificar tendências, padrões e correlações.
 - Comparar os resultados com os objetivos estabelecidos no início do projeto, permitindo uma avaliação abrangente do impacto do uso do robô seguidor de linha no ensino de engenharia de controle e automação.
 - Utilizar os *insights* obtidos a partir da análise dos dados para ajustar e aprimorar continuamente a metodologia de ensino, visando garantir sua eficácia e relevância para os alunos.

Esses procedimentos de avaliação serão fundamentais para compreender o impacto do uso do robô seguidor de linha no processo de ensino e aprendizagem, fornecendo subsídios importantes para o aprimoramento da prática pedagógica e para promover um aprendizado mais significativo e engajador para os alunos.

4 RESULTADOS ESPERADOS E AVALIAÇÃO

Espera-se que a implementação da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) com robôs seguidores de linha resulte em um maior engajamento dos alunos e permita uma maior compreensão dos conceitos teóricos da matemática e da física. Espera-se que os alunos desenvolvam habilidades práticas, como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico. A avaliação do projeto incluirá observações em sala de aula, entrevistas e *feedback* dos alunos, além de testes de conhecimento antes e depois das atividades. Desempenho do robô e questionários de satisfação também serão utilizados para medir o impacto. Os resultados esperados são um aumento na motivação e no desempenho acadêmico dos alunos, preparando-os melhor para os desafios da Engenharia de Controle e Automação.

5 CONCLUSÃO

A integração da aprendizagem baseada em projetos (ABP) com o uso de robôs seguidores de linha demonstra ser uma abordagem eficaz para engajar alunos iniciantes em Engenharia de Controle e Automação. Esta metodologia não apenas facilita a compreensão de conceitos teóricos de matemática e física, mas também promove o desenvolvimento de habilidades práticas essenciais para a carreira. As iniciativas e competições de robótica destacam a importância do aprendizado ativo e contextualizado, proporcionando aos alunos uma experiência prática e desafiadora, alinhada a princípios sociais como a cooperação e trabalho em equipe. Assim, a ABP com robôs seguidores de linha pode contribuir significativamente para uma formação mais sólida e motivadora, preparando os estudantes para os desafios técnicos e profissionais do futuro. A aplicação contínua dessa estratégia pode revolucionar a forma como a educação em engenharia é conduzida, tornando-a cada vez mais dinâmica e preparando recursos humanos para os desafios e demandas da indústria.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) pelo apoio institucional, pela infraestrutura e pelos recursos fornecidos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, L. H. D.; MAIA, E. J.; MELLO, N. C.; PEREIRA, T. de O. A. **A implementação de um Clube de Robótica no Curso de Engenharia Elétrica: Relato sobre a Competição do Robô Seguidor de Linha**. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. Anais. Salvador. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

ATAIDE, R. F.; DIAS, H. R. L.; CHAGAS, J. A. C.; CARVALHO, C. V.; AMADO, J. A. D.; NETO, C. R. L.; LIBARINO, C. S. **Competições de Robótica na Engenharia**. In: 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2023, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

CAZAROTTO, R.; ROMANO, R.; BERTOLDO, G.; RADTKE, J. J. **Utilização de robô seguidor de linha como ferramenta pedagógica**. In: IX Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR, Pato Branco, 2019. Anais: Pato Branco. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2019/paper/view/5010>. Acesso em 14 de mai. de 2024.

DONADIA, GEOVÂNIA. **Uma Revisão de Plataformas de Simulação para o Ensino-Aprendizagem de Sistemas Embarcados**. Monografia de Especialização em Pós-graduação Lato Sensu em Práticas Pedagógicas para EPT. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3244>. Acesso em 15 de mai. de 2024.

FORUM, WORLD ECONOMIC. **Future of Jobs Report 2023**. 2023. ISBN-13: 978-2-940631-96-4 Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em 28 de mai. de 2024.

FRANÇA, C. A. de; GALETI, H. V. A.; BARCELLOS, R.; WATANABE, F. Y.; KATO, E. R. R. **Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) através da Competição de Robôs**. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2019, Fortaleza. Anais. Fortaleza. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

HSIEH, MING-CHIA; PAN, HUI-CHUN; HSIEH, SHENG-WEN; HSU, MENG-JUN; CHOU, SHIH-WEI. **Teaching the Concept of Computational Thinking: A STEM-Based Program With Tangible Robots on Project-Based Learning Courses**. *Frontiers in Psychology*. Vol. 12. 2022.

GUIMARÃES, D. da S.; SILVA, E. A. da; BARBOSA, F. da C. **Explorando a matemática e a física com o robô seguidor de linha na perspectiva da robótica livre**. *Texto Livre*, Belo Horizonte, v.14, n.1, p. e24895, 2020.

LEMAY, DAVID JOHN; BASNET, RAM B.; DOLECK, TENZIN; BAZELAIS, PAUL; SAXENA, ANOOP. **Instructional interventions for computational thinking: Examining**

the link between computational thinking and academic performance. Computers and Education Open, Vol. 2. 2021.

OLIVEIRA, J. R.; SOARES, D. T.; NOLASCO, L. da S.; FISTEL, K. H.; PAULO, L. dos S.; CÂNDIDO, R.; SOVIERZOSKI, M. A. **Acolhida de Calouros de Engenharia com Capacitação e Mão na Massa em Robótica Autônoma.** In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2019, Evento On-Line. Anais. Evento On-Line. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

PINTO, D. P.; ALVARENGA, A. P. Z. A.; REZENDE, B. D.; KNOP, D. N. H.; SERVO, H. dos S.; OLIVEIRA, J. K. de S.; HADDAD, L. A. N.; SARMENTO, P. P. S.; BARROS, T. R. **Linusbot: Educação Ativa na Formação em Engenharia.** In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. Anais. Salvador. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sis_artigos.php. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

ZANETTI, N. G. **Práticas de ensino, estratégias de avaliação.** Apostila digital. Vitória: Ifes, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3915?show=full>. Acesso em: 14 de mai. de 2024.

WAHBEH, DUA GHOSHEH; NAJJAR, EMAN A.; SARTAWI, ADEL F.; ABUZANT, MAYSA; DAHER, WAJEEH. **The Role of Project-Based Language Learning in Developing Students' Life Skills.** Sustainability 2021, 13, 6518. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13126518>. Acesso em 15 de mai. de 2024.

A PROPOSAL FOR PROJECT-BASED LEARNING INTEGRATING FUNDAMENTALS OF MATHEMATICS AND PHYSICS IN BASIC EDUCATION WITH A LINE FOLLOWER ROBOT

Abstract: *Control and Automation Engineering integrates technologies to optimize industrial and robotic processes, playing a crucial role in modernizing various sectors. Early student involvement is essential for their success, as they face challenges such as adaptation and technical complexity. Practical strategies like Project-Based Learning (PBL) are fundamental, as evidenced by initiatives using line-following robots to apply theoretical concepts. Robotics projects and competitions demonstrate the effectiveness of this approach, promoting engagement and practical skills from the beginning of the course. This work proposes integrating basic mathematics and physics principles with line-following robots to engage new Control and Automation Engineering students, aiming for a more meaningful and effective learning experience.*

Keywords: *Control and Automation Engineering, Project-Based Learning (PBL), Line-Following Robots, Student Engagement, Practical Skills Development.*

