

CENTRO PAULA SOUZA
Etec CORONEL FERNANDO FEBELIANO DA COSTA
Mecatrônica

Adrielly Silva Santos

José Vicente de Oliveira Netto

Marcela Yamada da Silva

CÉLULA DE PRODUÇÃO CONTROLADA POR SENSOR:
teaching hand

Piracicaba

2024

Adrielly Silva Santos
José Vicente de Oliveira Netto
Marcela Yamada da Silva

**CÉLULA DE PRODUÇÃO CONTROLADA POR SENSOR:
teaching hand**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa, orientado pelos Professores Luís Henrique Bernardo e Marcos Aníbal da Cunha como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Mecatrônica.

**Piracicaba
2024**

DEDICATÓRIA

Aos professores e colegas que compartilharam experiências e conhecimento que contribuíram de maneira única para a execução deste trabalho e para o nosso crescimento enquanto estudantes e indivíduos. Que este projeto reflita, de alguma forma, nossa gratidão pela influência positiva que nossos aprendizados tiveram em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho marca o fim de uma jornada que não seria possível sem o amor, apoio e encorajamento dos nossos familiares e amigos que nos ensinaram a importância da perseverança e que sempre estiveram ao nosso lado, com palavras de incentivos e orgulho por nossas conquistas.

EPÍGRAFE

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

(FREIRE, 1996, p. 67).

RESUMO

Foi desenvolvido o protótipo com intuito de representar o processo de separação de elementos em uma esteira de produção. A partir da construção do braço robótico, analisou-se que a realização de tal tarefa pode ser utilizada como instrumento de aprendizagem por professores da rede pública brasileira. Tal as habilidades trabalhadas durante o processo, ademais, que após sua conclusão, o sistema em miniatura pode ser uma demonstração prática do funcionamento de procedimentos envolvidos em linhas industriais em aulas que abordem temáticas relacionadas às aplicações da tecnologia.

Palavras-Chave: Protótipo, Braço Robótico, Aprendizagem.

ABSTRACT

The prototype was developed with the purpose of simulating the process of material sorting on a production conveyor system. Through the construction of the robotic arm, it was determined that this task could serve as an educational tool for instructors in Brazilian public schools. This is feasible due to the technical skills developed throughout the project. Moreover, upon completion, the miniaturized system can function as a hands-on demonstration of the operational procedures within industrial production lines, making it suitable for use in classes focused on the applications of technology and automation.

Key-Words: Robotic Arm, Educational Tool, Industrial Production Lines.

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estrutura física do protótipo | 16 |
| Figura 2: Diagrama elétrico do sensor de cores..... | 16 |
| Figura 3: Diagrama elétrico dos servos-motores..... | 17 |
| Figura 4: Ligações elétricas e eletrônicas reorganizadas..... | 17 |
| Figura 5: Reprogramação do braço robótico..... | 18 |

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 1.1 Justificativa | 10 |
| 1.2 Objetivo | 11 |
| 2 DESENVOLVIMENTO..... | 12 |
| 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 21 |
| REFERÊNCIAS..... | 22 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo o estudo “O pensamento de Paulo Freire sobre a tecnologia: trançando novas perspectivas”, de Anderson Fernandes de Alencar (2005), Paulo Freire afirma que a inserção das novas tecnologias nos processos de aprendizagem dos alunos estimula a conexão entre a linguagem escrita e audiovisual. Além disso, a utilização de programas de computador pode fornecer acesso a correções gramaticais e promover a autonomia dos estudantes, especialmente durante atividades que envolvem pesquisas por meio da internet.

No entanto, o autor também aponta críticas ao uso excessivo da tecnologia, destacando a sobrecarga de informações e a propagação de conteúdos consumistas, muitas vezes ligados à publicidade na internet. Para Freire, esses aspectos podem ser prejudiciais ao processo de aprendizagem e ao desenvolvimento crítico dos alunos.

Porém, os efeitos negativos do uso da tecnologia podem ser minimizados se os docentes estiverem devidamente preparados e se houver o suporte adequado das instituições educacionais para ensinar aos alunos maneiras saudáveis e produtivas de utilizar as inovações tecnológicas. Nesse sentido, a formação de professores e o uso consciente das tecnologias são fundamentais para que a tecnologia seja uma ferramenta de aprendizado efetiva.

1.1 Justificativa

A relevância deste projeto fundamenta-se na necessidade de consolidar o uso consciente e pedagógico das tecnologias no ambiente educacional, considerando-se as contribuições teóricas de Paulo Freire e outros pesquisadores. A integração de ferramentas tecnológicas, como a robótica educacional, apresenta-se como uma estratégia eficaz para articular diferentes linguagens — escrita, audiovisual e prática —, promovendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada às demandas contemporâneas dos estudantes.

Embora as tecnologias educacionais possuam potencial para enriquecer os processos de ensino e aprendizagem, é imprescindível reconhecer as limitações apontadas por Freire, como a sobrecarga de informações e a propagação de conteúdos consumistas, que podem comprometer o desenvolvimento crítico dos discentes. Nesse sentido, o presente projeto propõe a concepção de um protótipo de robótica acessível e adaptado às realidades escolares, com vistas a fortalecer práticas pedagógicas interativas e reflexivas, evitando, assim, a superficialidade ou a descontextualização no uso de tecnologias.

Adicionalmente, o trabalho dialoga com os desafios inerentes à formação docente, destacando-se a necessidade de capacitação para o emprego de metodologias ativas que incorporem as tecnologias de forma produtiva e educativa. No contexto da educação pública brasileira, marcada por limitações de infraestrutura e recursos tecnológicos, o desenvolvimento de ferramentas acessíveis e de alto impacto pedagógico pode contribuir para a redução das desigualdades no acesso às inovações. Essa abordagem alinha-se aos objetivos de promover equidade educacional e potencializar o papel da tecnologia como instrumento de democratização do conhecimento.

Portanto, este projeto justifica-se por sua contribuição teórica e prática à superação de desafios estruturais e metodológicos da educação nacional, bem como por sua capacidade de fomentar o desenvolvimento de competências críticas, colaborativas e reflexivas nos estudantes, preparando-os para os desafios da sociedade contemporânea.

1.2 Objetivo

O objetivo é fornecer aos educadores uma ferramenta de ensino que estimule o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas nos alunos da rede de ensino pública brasileira, além de proporcionar uma demonstração do funcionamento de processos industriais, promovendo, assim, a aprendizagem por meio da prática.

2 DESENVOLVIMENTO

1. Teorias de Aprendizagem e Tecnologia

Segundo Becker (2017), no estudo "Paulo Freire e Jean Piaget: Teoria e Prática", os estudiosos construtivistas Freire e Piaget compreendem o conhecimento como fruto das ações do indivíduo em sua interação com o meio, a sociedade e a cultura. Nessa perspectiva, a construção de um protótipo de robô, como abordado neste projeto, não apenas incentiva a aprendizagem de maneira prática e interativa, mas também reflete a ideia de que o aprendizado é um processo ativo e dinâmico. Piaget (1970) reforça que o saber é adquirido por meio da interação constante com o ambiente, enquanto a robótica educacional possibilita que os alunos vivenciem a teoria ao projetar e programar seus próprios dispositivos.

Em adendo, Alzira Ferreira da Silva (2009) ressalta que "na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupos, e a autonomia é exercida na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade pelo seu próprio conhecimento e pelo grupo". Dessa forma, ao integrar a robótica pedagógica nas práticas educativas, os estudantes não só desenvolvem competências técnicas relacionadas ao funcionamento do robô, mas também aprimoram habilidades cognitivas e socioemocionais, como trabalho em equipe e independência intelectual.

A teoria de Vygotsky (1978), com sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), é igualmente relevante, pois enfatiza que a colaboração no desenvolvimento de protótipos permite que os alunos avancem de um nível de conhecimento mais básico para outro mais avançado, com o suporte de colegas ou professores. De forma complementar, a aprendizagem experiencial defendida por Dewey (1938) e Kolb (1984) reforça que experiências práticas, como a robótica educacional, favorecem a reflexão e a aplicação de conhecimentos em novos desafios, consolidando assim um aprendizado mais profundo e significativo.

Portanto, a robótica pedagógica não apenas impulsiona a aquisição de competências técnicas, mas também promove o desenvolvimento de habilidades

fundamentais, como pensamento crítico e resolução de problemas complexos, alinhando-se a um modelo educacional mais interativo e inclusivo.

2. Robótica e Automação na Educação

De acordo com a pesquisa "Robótica na Educação: Uma Revisão Sistemática dos Últimos 10 Anos" (SBIE, 2015), a robótica contribui significativamente para a construção de conhecimentos em disciplinas como matemática, geometria, física, ciências, história e geografia. Nesse sentido, Ribeiro, Coutinho e Costa (2011, p. 442) enfatizam que "a robótica envolve competências matemáticas essenciais como sejam: medidas, contagens, cálculo mental. Estas estão incluídas nas áreas base de aritmética, estimação, álgebra e geometria".

Além de estimular o desenvolvimento dessas habilidades, a robótica educacional favorece o engajamento dos alunos quando o professor atua como mediador no processo de ensino. Ao estabelecer essa conexão, os estudantes tendem a se sentir mais motivados e a compreender melhor o conteúdo abordado, o que resulta em um desempenho superior tanto em avaliações internas quanto externas. Tal dinâmica foi evidenciada na pesquisa de Oliveira e Fonseca (2018, p. 286), intitulada "Robótica Pedagógica: Uma Forma Diferenciada para o Ensino de Ciências na Região Amazônica", que demonstrou o impacto positivo dessa abordagem na aprendizagem e no interesse dos alunos.

Por conseguinte, a robótica educacional desponta como uma ferramenta poderosa não apenas para ensinar conceitos técnicos, mas também para despertar a curiosidade e o pensamento crítico, criando um ambiente interdisciplinar que conecta diferentes áreas do saber.

3. Criticidade

Como já discutido, a introdução da robótica em sala de aula vai além do desenvolvimento de habilidades técnicas e do aprendizado de conteúdos específicos, abrangendo também aspectos biopsicossociais. Nesse contexto, Paulo Freire (1992, p. 133) argumenta que "[...] o que me parece fundamental para nós, hoje, mecânicos

ou físicos, pedagogos ou pedreiros, marceneiros ou biólogos é a assunção de uma posição crítica, vigilante, indagadora, em face da tecnologia. Nem, de um lado, demonologizá-la, nem, de outro, divinizá-la."

Essa visão reforça que a integração de ferramentas tecnológicas no ensino deve ser acompanhada por uma postura reflexiva. Ainda que a robótica aplicada à educação ofereça inúmeros benefícios, a falta de uma abordagem crítica pode levar a práticas descontextualizadas ou tecnicistas, que desconsideram as reais necessidades dos estudantes. Assim, cabe aos professores adaptar essas ferramentas às particularidades do ambiente escolar, garantindo que sejam utilizadas de forma significativa e alinhadas às condições socioculturais dos alunos.

Além disso, ao aplicar uma abordagem crítica, os educadores têm a oportunidade de transformar a robótica em um instrumento para fomentar a reflexão ética e social sobre o papel da tecnologia na vida contemporânea. Dessa forma, a robótica educacional não apenas contribui para a aprendizagem, mas também para a formação de cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios de uma sociedade cada vez mais tecnológica.

4. Casos de Sucesso

Um exemplo de como a robótica pedagógica pode ser eficaz no processo de ensino e no desenvolvimento de diversas habilidades é o estudo observacional realizado por Fonsceca e Oliveira, já mencionado anteriormente, que explorou o uso do Arduíno e do Ardublockly para possibilitar que os alunos construíssem e programassem robôs durante as aulas de ciências em uma escola municipal de Santo Antônio de Tauá – PA.

Os resultados da pesquisa evidenciaram um avanço significativo no desempenho dos estudantes, reforçando a relevância de iniciativas que promovam o uso de tecnologias pedagógicas no ambiente escolar.

Com base nesses princípios, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo como ferramenta prática para a aplicação da Robótica Pedagógica, buscando integrar teoria e prática no contexto educacional.

5. Educação pública no Brasil: desafios no ensino de tecnologia.

A pandemia de Sars-CoV-2 (COVID-19) trouxe à tona, de forma contundente, as desigualdades estruturais presentes na educação brasileira, particularmente no que tange à integração de tecnologias no processo pedagógico. Essa conjuntura evidenciou não apenas a carência de equipamentos, como computadores e acesso à internet, mas também a ausência de políticas públicas efetivas para assegurar a inclusão digital e a formação contínua dos docentes.

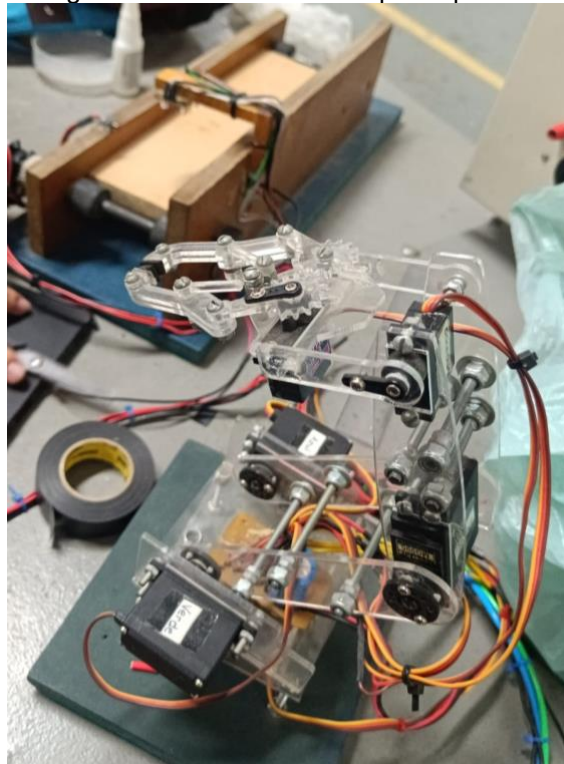
Conforme discutido por Pereira (2022), um dos maiores desafios enfrentados pelos professores ao utilizar tecnologias em sala de aula reside na dificuldade de identificar ferramentas que dialoguem com os conteúdos curriculares e na implementação de metodologias ativas que estimulem o protagonismo estudantil. Em escolas públicas, essa problemática é ainda mais acentuada pela insuficiência de recursos financeiros e materiais, resultando em uma barreira significativa para a consolidação de práticas pedagógicas inovadoras.

A precariedade de infraestrutura tecnológica nas instituições públicas brasileiras reforça a necessidade de políticas educacionais que priorizem o investimento em tecnologias acessíveis e formação docente. Iniciativas como a Robótica Pedagógica, abordada neste trabalho, destacam-se como alternativas viáveis, especialmente por permitirem a utilização de materiais de baixo custo aliados a práticas pedagógicas que promovem autonomia, criatividade e interdisciplinaridade. Assim, a integração da tecnologia ao ensino público pode não apenas minimizar lacunas de aprendizagem, mas também contribuir para a equidade educacional.

5. Estruturação do protótipo.

Para a realização do presente trabalho de conclusão de curso, foi utilizada a estrutura física do protótipo construída por Gois, Melo, Victor, Torres, Leme e Ferreira (ETEC Cel. Fernando Febeliano da Costa, 2019) que é possível ver na figura 1.

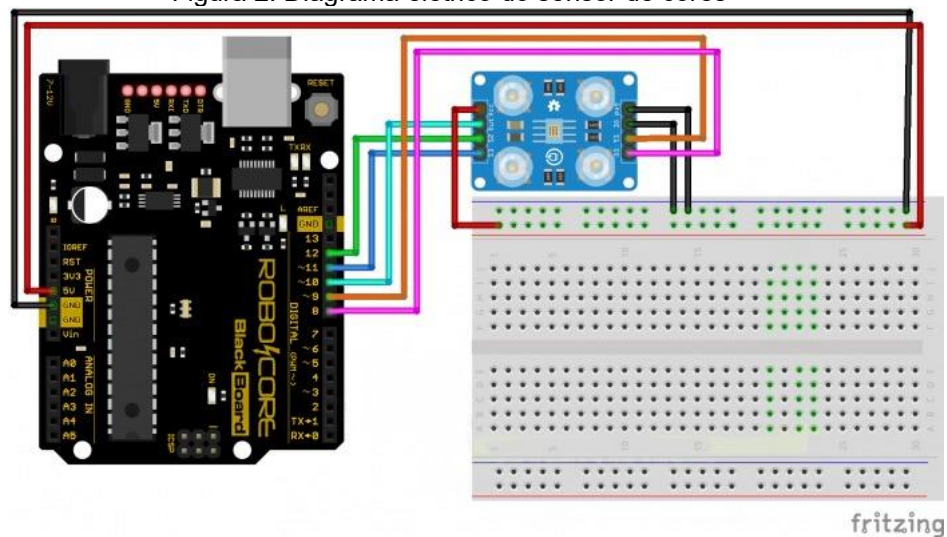
Figura 1: Estrutura física do protótipo



Fonte: Dos próprios autores, 2024.

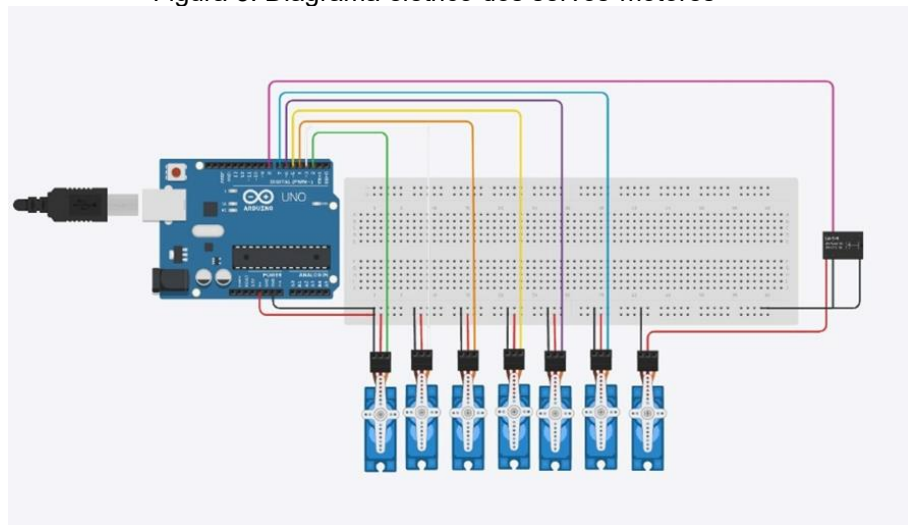
Os estudantes iniciaram a montagem a partir da esteira. Utilizaram suportes de madeira e anexaram os roletes, em seguida, estruturaram o braço robótico com as peças de acrílico. Após isso, fixaram o protótipo no suporte e fizeram as ligações elétricas e eletrônicas conforme a figura 2 que ilustra o diagrama elétrico do sensor de cores e a figura 3 apresenta o diagrama da conexão dos servos-motores presentes no projeto.

Figura 2: Diagrama elétrico do sensor de cores



Fonte: Dos próprios autores, 2024.

Figura 3: Diagrama elétrico dos servos-motores



Fonte: Dos próprios autores, 2024.

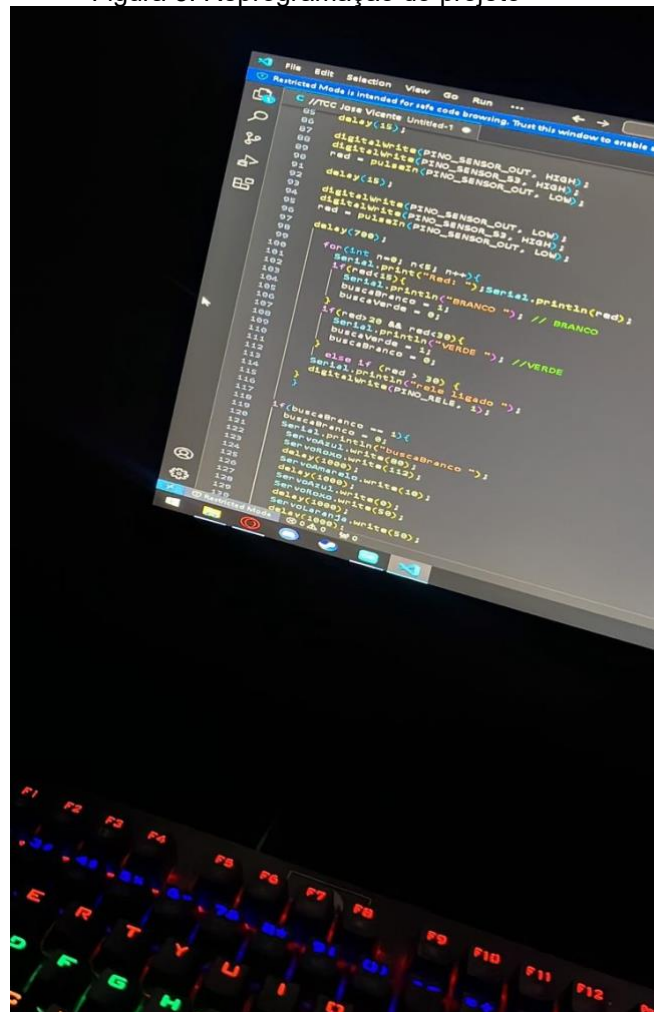
O presente grupo de trabalho, adaptou e deu continuidade ao protótipo, algumas ligações elétricas foram reorganizadas tal qual visto na figura 4 e o braço robótico foi reprogramado assim como ilustrado na figura 5.

Figura 2: Ligações elétricas e eletrônicas reorganizadas



Fonte: Dos próprios autores, 2024

Figura 3: Reprogramação do projeto



Fonte: Dos próprios autores, 2024.

6. Funcionamento do sistema.

O funcionamento do protótipo consiste na representação da separação de produtos aplicado em um setor industrial.

Em relação à programação, o código elaborado “seta” as portas de cada terminal dos servo-motores presentes no braço robótico, do sensor de cores e do relê no Arduino UNO.

O servo-motor presente na esteira rolante é utilizado como motor e é controlado por um relê, e assim que o programa é iniciado, o braço robótico vai para a posição inicial, logo depois o relê redireciona o sinal para o servo-motor iniciar a rotação até que o sensor de cores detecte um objeto azul ou verde, quando ocorre tal ação, o relê

transfere a informação para que o servo-motor pare e depois de 2 segundos o relé interpreta a cor do bloco, o braço robótico é ativado e leva até o respectivo recipiente.

Os objetos azuis, ilustram um cenário de caos, ou seja, produtos com defeito ou classificados como impróprios para continuar o processo de produção, logo, são direcionados até uma caixa de rejeição.

As etapas do código de programação do projeto consistem em:

Linhas 1 a 16: Configuração inicial

1. Importa a biblioteca Servo.h para controlar servo-motores.
2. Declara os objetos dos servos (ServoBranco, ServoAzul, etc.) e define pinos para sensores, relé e LED.
3. Declara variáveis (red, green, blue) para leitura de cores e indicadores de busca (buscaVerde, buscaBranco).

Linhas 18 a 40: Função setup

1. Inicializa a comunicação serial e configura os pinos como entrada/saída.
2. Configura servos nos pinos apropriados.
3. Posiciona os servos em ângulos iniciais.
4. Liga o LED e o relé, indicando que a configuração terminou.

Linhas 42 a 95: Leitura e decisão inicial do sensor

1. Mede pulsos de saída do sensor de cor para determinar o valor da cor vermelha (red).
2. Condicional: Se $red > 25$: liga o relé e exibe "rele ligado".
3. Caso contrário: Desliga o relé, exibe "rele DESLIGADO", lê novamente os valores e avalia a cor detectada (branco, verde ou outro).

Linhas 97 a 117: Busca pelo objeto branco

1. Se $buscaBranco == 1$:
2. Controla servos para executar movimentos específicos relacionados à manipulação de um objeto branco.
3. Retorna os servos às posições iniciais após a manipulação.
4. Linhas 118 a 139: Busca pelo objeto verde
5. Se $buscaVerde == 1$:
6. Controla servos para manipular o objeto verde.

7. Retorna os servos às posições iniciais após a manipulação.

Fluxo geral do código: Inicia no setup, posicionando os servos e ativando o LED.

No loop:

1. Lê valores do sensor de cor.
2. Decide se liga ou desliga o relé baseado na intensidade do vermelho.
3. Identifica cores (branco, verde) e executa a manipulação correspondente.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos e do desenvolvimento do projeto, conclui-se que a Robótica Pedagógica configura-se como uma alternativa eficaz para estimular, incentivar e desenvolver diversas habilidades no ambiente escolar, especialmente em instituições públicas que enfrentam limitações no acesso a tecnologias voltadas para a educação. Além disso, o desenvolvimento do projeto possibilitou ao grupo não apenas a ampliação de conhecimentos técnicos na área, mas também a consolidação do aprendizado adquirido ao longo do ciclo estudantil, culminando em uma experiência acadêmica enriquecedora e bem-sucedida.

REFERÊNCIAS

GOIS, David Matheus; MELO, Eduardo de; VICTOR, Gabriel; TORRES, João; LEME, Leonardo; FERREIRA, Matheus. Célula robótica de processos industriais: Protótipo de braço robótico. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Mecatrônica – ETEC Cel. Fernando Febeliano da Costa, Piracicaba-SP, 2019.

OLIVEIRA, David Gentil de; FONSCECA, Wellington da Silva; **ROBÓTICA PEDAGÓGICA, UMA FORMA DIFERENCIADA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA REGIÃO AMAZÔNICA**, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/marce/Downloads/alinne,+19+-+RELATO+DE+EXPERI%C3%8ANCIA+-+621+-+Rob%C3%B3tica+Pedag%C3%B3gica+-+pp.+278-289%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/marce/Downloads/alinne,+19+-+RELATO+DE+EXPERI%C3%8ANCIA+-+621+-+Rob%C3%B3tica+Pedag%C3%B3gica+-+pp.+278-289%20(1).pdf). Acesso em: 02/09/2024.

NETO, Ranulfo Plutarco Bezerra; ROCHA, Diego Porto; SANTANA, André Macedo; SOUZA, Anderson Abner de Santana; **ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS ÚTIMOS 10 ANOS**, 2015. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/viewFile/5192/3580>. Acesso em: 20/10/2024.

TIMURA, Timothy; **DEWEY, FREIRE, & KOLB - FINANCIAL EDUCATION'S PURPOSE: FINANCIAL LITERACY FOR ONE'S LIVED WORLD**, 2022. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1347520.pdf>. Acesso em: 21/10/2024.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana; **VYGOTSKY E AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM**, 2006. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/5857/?sequence=1>. Acesso em: 21/10/2024.

SILVA, Alzira Ferreira; **ROBOEDUC: UMA METODOLOGIA DE APRENDIZADO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL**, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/15128/1/AlziraFS.pdf>. Acesso em: 08/10/2024.

ALENCAR, Anderson Fernandes de; **O PENSAMENTO DE PAULO FREIRE SOBRE A TECNOLOGIA: TRAÇANDO NOVAS PERSPECTIVAS**, 2005. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57194406/O_PENSAMENTO_DE_PAULO_FREIRE SOBRE A T ECNOLOGIA_TR-libre.pdf?1534370841=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO_PENSAMENTO_DE_PAULO_FREIRE SOBRE A TEC.pdf&Expires=1732796732&Signature=XZiYjkzSABZ9hhQLCy8zvhnAJKJlm5Wix86-0KKKfoTtlrCV9IwC-qXQg1b4-KWgSUviWJ0wkb5hvg5IRYj66r~ShoXjZVhBhIUoVg9-XO-CyFAsTGd9ustf8s4pxQDSdM12mdB4diB3t-NGIS3Rlz6XYOggEzGbrCgY-wsHzveFlro-vGmPp~Bv10qlaTnD~iSejVmde4NwDfAPIOc7aWESjKk4agr9bFdyjs~3X-xYnNveBRccUI9fU4NFh5EIm6ZXA81SG24Zb1~TG9VPTjx6Vj3g14v9DHib59Yvr3xcivdCacYfvWiX-Lr4upxKspseHo7meKNSS0WWTynBoQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 24/05/2024.

BECKER, Fernando; **PAULO FREIRE E JEAN PIAGET: TEORIA E PRÁTICA**, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/marce/Downloads/labeditorial,+7140-Texto+do+artigo-22969-1-10-20170725%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/marce/Downloads/labeditorial,+7140-Texto+do+artigo-22969-1-10-20170725%20(1).pdf). Acesso em: 11/04/2024.

RIBEIRO, Célia; COUTINHO, Clara; COSTA, Manuel F; **A ROBÓTICA EDUCATIVA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA NO ENSINO BÁSICO**, 2011. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12920/1/Celia_Ribeiro.pdf. Acesso em: 12/11/2024.