

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* SABARÁ
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Victor Augusto Pimenta Silva

**ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA ENSINO STEM: UMA APLICAÇÃO
BASEADA EM PROBLEMAS**

Sabará
2024

VICTOR AUGUSTO PIMENTA SILVA

**ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA ENSINO STEM: UMA APLICAÇÃO
BASEADA EM PROBLEMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus Sabará*, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Hiroshi Murofushi

Sabará
2024

Silva, Victor Augusto Pimenta

S586r

Robótica educacional para ensino STEM: uma abordagem baseada em problemas [manuscrito]. / Victor Augusto Pimenta Silva. - 2024.

54 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Hiroshi Murofushi.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Sabará.

1. Robótica na educação. – Monografia. 2. Tecnologia educacional. – Monografia. 3. Aprendizagem baseada em problemas. – Monografia. 4. Software educacional (PictoBlox). – Monografia. 5. Robôs. – Monografia. I. Murofushi, Rodrigo Hiroshi. II. Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Sabará. III. Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação. IV. Título.

CDU 681.5:37



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Sabará
Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão
Conselho de Área - Controle e Processos Industriais
Rodovia MGC 262, Km 10 - Bairro Sobradinho - CEP 34590-390 - Sabará - MG
- www.ifmg.edu.br

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao dia 09 do mês de outubro do ano de 2024, às 17:30 horas, sob a presidência de Rodrigo Hiroshi Murofushi, o discente **Victor Augusto Pimenta Silva** do Curso de Engenharia de Controle e Automação, R.A nº 0050050 do IFMG *campus* Sabará, defendeu o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**Robótica Educacional para Ensino STEM: Uma Aplicação Baseada em Problemas**” e foi avaliado com a nota final média de 95 pontos, que está condicionada ao cumprimento dos procedimentos pós-defesa do TCC.

Compuseram a Banca Examinadora:

Membro 1: Dr. Rodrigo Hiroshi Murofushi -IFMG *campus* Sabará (orientador),

Membro 2: Dr. Bruno Nonato Gomes - IFMG *campus* Sabará,

Membro 3: Dr. Carlos Alexandre Silva - IFMG *campus* Sabará.

O discente deverá apresentar o trabalho com as devidas modificações em formato pdf, até 30/10/2024 à Coordenação de TCC e fazer o depósito no repositório institucional de TCC do IFMG. O não cumprimento dos procedimentos pós-defesa de TCC até a data estipulada implica no não cumprimento das horas referentes aos componentes curriculares de TCC I e II.

Sabará, 09 de outubro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Hiroshi Murofushi, Professor**, em 10/10/2024, às 22:17, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Nonato Gomes, Professor**, em 11/10/2024, às 07:31, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Alexandre Silva, Professor EBTT**, em 11/10/2024, às 08:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2068588** e o código CRC **6F5A98C6**.

RESUMO

A robótica educacional tem sido muito discutida no cenário atual como uma ferramenta valiosa no âmbito pedagógico, principalmente no desenvolvimento de disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Porém, algumas abordagens utilizadas acabam sendo deixadas de lado devido a falta de recursos que sejam, ao mesmo tempo, acessíveis e eficientes. Por isso, esse trabalho vem com o intuito de desenvolver uma aplicação prática com abordagens baseadas em problemas para ensino da educação *STEM*, introduzindo conceitos essenciais de forma básica através do aplicativo de codificação educacional *PictoBlox* até a construção de um robô feito de materiais em impressora 3D, incorporando modelos diferentes do ensino tradicional com o objetivo de entregar conhecimento aos alunos por meio da expansão da robótica em escolas com poucos recursos financeiros.

Palavras-chave: Robótica educacional; Robô; *STEM*; *PictoBlox*; ABP.

ABSTRACT

Educational robotics has been much discussed in the current scenario as a valuable tool in the pedagogical scope, mainly in the development of science, technology, engineering and mathematics disciplines. However, some approaches used end up being left out due to the lack of resources that are, at the same time, accessible and efficient. Therefore, this work aims to develop a practical application with problem-based approaches to teaching *STEM* education, introducing essential concepts in a basic way through the educational codification app *PictoBlox* and building a robot made of materials in a 3D printer, incorporating different models of traditional teaching in order to deliver knowledge to the students by expanding the use of robotics in schools with few financial resources.

Keywords: Educational robotics; Robot; STEM; *PictoBlox*; PBL.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Kit <i>Lego Mindstorm</i> ®.	16
Figura 2 – Arduino Mega.	17
Figura 3 – Interface de desenvolvimento do <i>Scratch</i>	18
Figura 4 – <i>Integração Scratch for Arduino</i>	18
Figura 5 – Interface do aplicativo <i>PictoBlox</i>	19
Figura 6 – Módulo LED RGB KY-016.	19
Figura 7 – Buzzer ativo 5V.	20
Figura 8 – Identificação dos pinos do sensor de cor TCS3200.	21
Figura 9 – Sensor Infravermelho E18-D80NK - NPN.	21
Figura 10 – Sensor Ultrassônico - HC-SR04.	22
Figura 11 – Micro Servo Motor 9g Sg90 para Arduino.	22
Figura 12 – Motor DC 3V a 6V com Redução.	23
Figura 13 – Identificação dos pinos do driver ponte H dupla L298N.	23
Figura 14 – Estrutura do Motor de Passo.	24
Figura 15 – Sensor de Efeito Hall KY-003.	24
Figura 16 – Sensor Reflexivo Infravermelho - Seguidor de Linha - KY-033.	25
Figura 17 – Desenho dos Temas do Espaço Sideral.	28
Figura 18 – Tapete Temático Final.	29
Figura 19 – Vistas do Robô <i>Ovni</i> na Plataforma <i>Onshape</i>	32
Figura 20 – Vistas da peça adicional para o encaixe do Motor.	33
Figura 21 – Vistas da peça adicional para o encaixe da Roda Livre.	34
Figura 22 – 3D da Garra.	34
Figura 23 – Impressão da base do robô.	36
Figura 24 – Impressão das peças auxiliares.	36
Figura 25 – Estrutura impressa do robô finalizada.	37
Figura 26 – Primeira montagem superior do robô.	37
Figura 27 – Montagem da parte inferior do robô.	38
Figura 28 – Robô montado com todas as conexões.	38
Figura 29 – Componentes e acessórios do Robô <i>Ovni</i>	39
Figura 30 – Funções base para acionamento dos LEDs.	40
Figura 31 – Variáveis definidas.	40
Figura 32 – Código das declarações iniciais.	41
Figura 33 – Código de inicialização do Robô.	42
Figura 34 – Código da Missão 1.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Custos de um <i>Kit</i> Lego <i>Mindstorm</i> EV3.	10
Tabela 2 – Tabela de Custos para a Construção do Robô <i>Ovni</i>	11
Tabela 3 – Tabela das Missões.	30
Tabela 4 – Tabela de Sequências da Programação das Missões.	31
Tabela 5 – Tabela de Conexões do Arduino.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
S4A	<i>Scratch for Arduino</i>
RE	Robótica Educacional
MIT	Massachusetts Institute of Technology
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
PWM	Pulse Width Modulation
LED	Light Emitting Diode

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos	9
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	9
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	9
1.2	Justificativa	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Aprendizagem Significativa	15
3.2	Desenvolvimento do Pensamento Computacional	15
3.3	O impulso da Educação <i>STEM</i>	15
3.4	O cenário da Robótica Educacional	16
3.5	O destaque dos recursos de auxílio: <i>Arduino</i> e <i>Scratch</i>	17
3.6	O aplicativo <i>PictoBlox</i>	19
3.7	LED RGB	19
3.8	<i>Buzzer</i>	20
3.9	Sensor de Cor	20
3.10	Sensor Infravermelho	21
3.11	Sensor Ultrassônico	21
3.12	Servo Motor	22
3.13	Motor de Corrente Contínua	23
3.14	Driver Ponte H L298N	23
3.15	Motor de Passo	24
3.16	Sensor de Efeito Hall (Magnético)	24
3.17	Sensor Reflexivo Infravermelho (Seguidor de Linha)	25
3.18	Prototipagem 3D	25
4	METODOLOGIA	27
5	DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS	28
5.1	Campo Temático	28
5.2	Definição das Missões	29

5.3	<i>Design do Robô</i>	31
5.4	Montagem e Conexões do Robô	35
5.5	Programação do Robô no <i>PictoBlox</i>	39
6	CONCLUSÃO	44
6.1	Trabalhos Futuros	44
	REFERÊNCIAS	46
7	APÊNDICE A - CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO COMPLETO	49

1 INTRODUÇÃO

O resultado apresentado no Panorama *British Council* aponta que aproximadamente 51% dos alunos brasileiros do ensino básico estão nos níveis rudimentares em disciplinas que envolvem o campo da ciência, uma porção que levanta uma preocupação em relação ao futuro da sociedade com bases sólidas em letramento científico, em específico das disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM*) (UNBEHAUM; GAVA; ARTES, 2023).

Por meio dos números levantados no panorama, a busca pela capacitação de indivíduos em áreas afins surge como uma necessidade de se adaptar às condições do mercado atual. Nesse sentido, a robótica possui um papel fundamental para essa integração. Apesar dos grandes avanços dessa área nos últimos anos, ainda encontram-se diversas questões em aberto a respeito do impacto da robótica educacional no desenvolvimento das habilidades dos alunos, principalmente se tratando da aplicação de metodologias que se mostrem efetivas para permitir o aprendizado dos alunos de forma proveitosa (ALIMISIS, 2013).

O pensador Piaget (1999) propõe em seus estudos que o desenvolvimento cognitivo surge da interação do indivíduo com o ambiente que o cerca. Desse modo, à medida que uma criança é exposta às novas experiências e informações, as estruturas mentais, denominada de esquemas por ele, vão se formulando, contribuindo para a construção do conhecimento. Através desse pensamento, é possível inferir que a manipulação material, como o manuseio de componentes para a montagem de um robô, por exemplo, aprimora o progresso pessoal. Nesse contexto, mais uma vez identifica-se a importância da robótica educacional como uma ferramenta primordial para promover o aprendizado em disciplinas *STEM*, motivando os alunos a validarem os conceitos teóricos, muitas vezes apresentados apenas em salas de aula.

Através da robótica educacional, as crianças têm a oportunidade de experimentar conceitos inovadores e desbravar novas abordagens e metodologias para compreender, interpretar, solucionar e chegar a conclusões a respeito de algum problema.

No ambiente escolar é possível encontrar usos da robótica educacional através de pequenas oficinas de robótica Lego, mas que são uma opção de custo elevado para algumas instituições devido ao alto preço de mercado dos *kits Lego Mindstorm®*, que variam entre 3000 reais e 11000 reais. Dessa forma, isso se faz um limitador dentro da realidade das escolas brasileiras, uma vez que é difícil encontrar recursos com boa relação custo-benefício.

Nesse sentido, em virtude da dificuldade de acesso a recursos e plataformas essenciais para o processo de ensino de robótica e do abismo existente entre as propostas de alto valor presentes no mercado e a situação financeira escassa de certas escolas, surge esse trabalho, cuja proposta se empenha em construir um robô modelado e impresso em material 3D, buscando integrar a plataforma Arduino com o aplicativo *PictoBlox* como uma opção mais intuitiva e de fácil utilização. Pensa-se, ainda, na elaboração de desafios que possam servir de embasamento

para os alunos programarem os próprios robôs através da plataforma disponibilizada, enfatizando o Aprendizado Baseado em Problemas (ABP).

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral do trabalho é projetar e construir um robô de baixo custo para ser utilizado em desafios práticos baseados em problemas para promover o aprendizado em disciplinas *STEM*, com foco no ensino de programação e robótica para alunos do ensino médio e fundamental.

1.1.2 *Objetivos específicos*

- Identificar possibilidades de montar equipamentos de baixo custo para serem utilizados em abordagens educacionais por meio de impressão 3D;
- Projetar a estrutura do robô educacional;
- Especificar os componentes eletrônicos que poderão ser utilizados no robô;
- Analisar a compatibilidade dos sensores e atuadores com os blocos de funções do aplicativo *PictoBlox*;
- Elaborar missões e desafios didáticos com o intuito de abordar os conceitos estudados nas salas de aula de forma mais agradável, criativa e lúdica;
- Expandir o uso da robótica como ferramenta primordial para ensino de disciplinas *STEM* nas escolas.

1.2 Justificativa

A capacitação de pessoas nos dias atuais é de extrema importância, e o contato adquirido por elas no estágio inicial de suas vidas, muitas vezes, definem os caminhos que cada criança irá trilhar. Nesse aspecto, a robótica tem se mostrado uma ferramenta promissora no contexto educacional, favorecendo o aprendizado em disciplinas *STEM* e incentivando os alunos a aplicarem os conhecimentos teóricos de forma criativa, além de proporcionar o desenvolvimento social de trabalho em equipe quando trata-se de atividades com ABP.

Enfatizando a importância da interação das crianças com o ambiente, o uso de robôs para a resolução de problemas estabelece uma relação mais agradável com as crianças por se tratar de materiais lúdicos como no caso dos robôs Legos. No entanto, o elevado custo dessas ferramentas inviabiliza o contato dos alunos em sala de aula com esses materiais.

A criação de materiais educativos com preços acessíveis democratiza a aprendizagem, garantindo que mais crianças e adolescentes tenham a oportunidade de explorar e desenvolver suas habilidades. No contexto da robótica educacional, a disponibilização de ferramentas a um custo reduzido não apenas facilita o acesso a uma tecnologia inovadora, mas também promove um aprendizado mais inclusivo e engajador, trazendo mais igualdade de oportunidades. Ao desenvolver robôs de baixo custo e acessíveis, eliminam-se barreiras financeiras, permitindo que mais crianças possam se envolver em oficinas com ABP de forma prática e interativa, o que é fundamental para consolidar conceitos teóricos e estimular a curiosidade científica.

De forma paralela, conceitos relacionados à robótica, ciência dos materiais, desenho e modelagem 3D, programação de microcontroladores, matemática, dentre diversos outros associados ao aprendizado científico estarão sendo abordados. Destacando o campo da engenharia, a implantação do projeto motiva a concretização de teorias através da aplicação de problemas práticos que podem estar próximos de situações que engenheiros encontrarão em suas áreas de atuação.

Em relação ao custo, as ferramentas educacionais presentes no mercado, como os *kits* Lego *Mindstorm* EV3 por exemplo, tendem a ter um valor médio acima de 3000 reais, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de Custos de um *Kit* Lego *Mindstorm* EV3.

KIT LEGO MINDSTORMS EV3		
COMPONENTE / RECURSO	QUANTIDADE	VALOR
Bloco EV3	1	R\$ 1.750,00
Motor de acionamento (Large)	2	R\$ 400,00
Motor de precisão (Medium)	1	R\$ 150,00
Sensor de toque	1	R\$ 100,00
Sensor de ultrassom	1	R\$ 150,00
Sensor de cor	1	R\$ 100,00
Sensor giroscópio	1	R\$ 125,00
Peças de LEGO (diversas)	~500	R\$ 250,00
Eixos e eixos de rotação	~20	R\$ 5,00
Rodas	2	R\$ 50,00
Cabo USB	1	R\$ 25,00
Bateria recarregável	1	R\$ 150,00
Manuais de instruções	1	-
TOTAL		R\$ 3.255,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tal abordagem proposta aponta uma vantagem do ponto de vista econômico, uma vez que o protótipo se apresenta mais barato do que os outros produtos disponíveis no mercado. Mais

especificamente, quando comparado com o valor do kit Lego *Mindstorm* mais acessível, o kit do robô *Ovni* é cerca de 91,5% mais barato. Os detalhes estratificados dos custos, em média, para a elaboração do robô está representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de Custos para a Construção do Robô *Ovni*.

KIT ROBÔ OVNI		
COMPONENTE / RECURSO	QUANTIDADE	VALOR
PictoBlox	-	R\$ -
Material ABS (impressão 3D)	250g	R\$ 30,00
Arduino Mega 2560 Rev3	1	R\$ 106,00
Kit Jumpers (20 unidades)	2	R\$ 11,20
Módulo Led RGB KY-016	1	R\$ 4,28
Buzzer Ativo 5V	1	R\$ 2,76
Sensor Infravermelho E18-D80NK - NPN	1	R\$ 28,40
Servo Motor SG90	1	R\$ 17,00
Drive (Ponte H) L298N	1	R\$ 18,90
Sensor Hall KY-003 (Magnético)	1	R\$ 4,66
Motor DC + Roda	2	R\$ 28,32
Sensor Infravermelho KY-033	2	R\$ 27,84
TOTAL		R\$ 279,36

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, como alternativa para permitir o acesso à essas crianças e adolescentes e tornar o aprendizado mais significativo e prazeroso, faz-se necessário o desenvolvimento de um robô de baixo custo. A partir dessa abordagem, espera-se que mais crianças tenham acesso de qualidade através da robótica, contribuindo, conseqüentemente, para a capacitação desses indivíduos em disciplinas *STEM*, habilidades que se encontram escassas nos dias atuais, mas que são essenciais para o desenvolvimento acadêmico e profissional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É possível observar em diversos trabalhos relevantes a necessidade de encontrar recursos que sejam acessíveis e ao mesmo tempo atraentes que contribuam para o ensino de qualidade. Atualmente, algumas das opções mais conhecidas de código aberto, isto é, de uso livre nas redes, que atendem tais requisitos são a plataforma Arduino e *Scratch*.

É notório a relevância dessas ferramentas de ensino alinhadas à definição do pensamento computacional quando França e Amaral (2013) apresentam em seu trabalho o potencial das metodologias aplicadas na educação básica utilizando a linguagem de programação *Scratch*. No documento exposto, os resultados indicaram um aprendizado significativo de conceitos computacionais em estilos de projetos diferentes. Seguindo essa mesma linha, Zanetti *et al.* (2017) propõe, por meio de módulos de ensino, como transmitir esses conceitos fundamentais de forma mais assertiva para os alunos do ensino fundamental que participam de oficinas com o intuito de estimular o raciocínio em programação, também através do *Scratch*. Os referentes trabalhos, mostram, mais uma vez, o grande valor que essa linguagem tem para a propagação do pensamento computacional.

Em acréscimo, a união entre o Arduino e *Scratch* amplia o universo de aplicações para além de apenas uma interface visual, podendo ser aplicado a protótipos físicos. A ideia de montar o próprio kit por meio de componentes eletromecânicos como feito por Guimarães (2019), permite um aprendizado participativo desde a etapa da montagem, uma vez que concede às crianças a oportunidade de conhecer os componentes utilizados e suas funcionalidades, se estendendo ao aprendizado de noções de desenho e ao raciocínio da lógica de programação por meio da realização de várias atividades.

Do mesmo modo, o aplicativo educacional de programação *PictoBlox* que também utiliza da linguagem *Scratch* se mostra tão promissor quanto. Tal recurso de acesso gratuito transmite a mesma ideia ao oferecer, para iniciantes, uma forma simples de programação, permitindo que o aprendizado em códigos seja divertido e sem complexidade. O recente documento que comprova essa eficiência é o apresentado por Yumisaca (2024), que mostra o grande engajamento e satisfação dos alunos diante do aplicativo *PictoBlox* e o impacto dessa ferramenta no desenvolvimento do pensamento computacional.

A difusão dos recursos apresentados abriram portas para o desdobramento da Robótica Educacional (RE), pois possibilitou a integração de componentes eletrônicos sendo utilizados para inúmeros projetos em diversas áreas de aplicação, estimulando a criação de soluções que podem se tornar possíveis potenciais de inovação no futuro. Exemplos disso, são os recursos educacionais Lego disponíveis no mercado. A flexibilidade do conjunto *Mindstorm Education EV3* como abordado no trabalho de Wegner, Heinrichs e Wawginiaks (2018), mostra como o uso de dispositivos do próprio kit contribui para deixar a atividade diferente ao integrar o reconhecimento de cores com o ensino da matemática. No artigo de Zhong e Xia (2018), o uso da robótica apresentou resultados significativos no aprendizado de gráficos e geometria. Além da

matemática, em outros campos da metodologia *STEM* é possível identificar a contribuição de projetos educacionais para o desenvolvimento de habilidades essenciais do profissional do futuro, como na pesquisa realizada por Duso (2018), destacando a importância da plataforma *Scratch* no auxílio e engajamento das crianças na implementação de códigos de forma independente no decorrer dos desafios apresentados.

Dentro das salas de aula, a RE pode ser explorada em diversos estilos de projetos diferentes, aplicando conceitos que relacionam entre si. A publicação feita por Vieira *et al.* (2019), mostra exatamente essa ideia de confeccionar protótipos utilizando vários componentes. Os resultados disponibilizados pelo autor no documento mostram os benefícios das oficinas de robótica na interação entre os alunos e no conhecimento adquirido por eles. Nos *kits* desenvolvidos por Susilo *et al.* (2016), a RE é aplicada para auxiliar em experimentos dinâmicos para calcular diversos parâmetros dentro da engenharia, como aceleração, velocidade, altitude e orientação. No mesmo trabalho, a RE pode ainda ser alinhada a atividades lúdicas através de competições de futebol entre robôs, expondo, mais uma vez, o quanto a robótica possui ampla aplicação.

Outra forma de buscar a motivação dos alunos é tentando trazer os conceitos estudados em sala para a prática através de uma abordagem baseada em problemas. Isso fica mais claro quando no artigo de Chin, Hong e Chen (2014) combina elementos multimídia, como *PowerPoint* e robôs educacionais em uma escola no Taiwan, expondo o grande envolvimento dos alunos da escola com o sistema de aprendizado abordado, revelando que os alunos apresentaram sentimento de satisfação. Isso sugere que a utilização de aprendizagem com robôs educacionais, mesmo que em diversas aplicações, ajuda não só no desempenho acadêmico, mas também aumenta o interesse e o engajamento dos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente e eficaz.

No entanto, a deficiência de recursos acessíveis e roteiros de auxílio para abordagem da robótica educacional nas salas de aula impede que essa ferramenta se torne um modelo eficaz de ensino-aprendizagem. Junto à isso, a falta de profissionais qualificados para disseminar o tema dentro das salas de aula muitas vezes acaba deixando de lado um recurso pedagógico valioso. Por esse motivo, se faz extremamente necessário a apresentação desses conceitos descritos e a curricularização para aqueles que estarão à frente do processo de ensino, como os professores. A revisão realizada por Sapounidis e Alimisis (2020) apresenta algumas literaturas e termos importantes para a compreensão do tema da robótica educacional, além de indicar projetos que podem ser utilizados como recursos para oficinas de robótica.

De forma complementar, o material de ensino disponibilizado por Alves *et al.* (2012) para desenvolver conhecimento básico sobre a integração do Arduino com a RE servem como aparatos para transmitir os conteúdos de forma efetiva aos alunos envolvidos, situação que pode ser aproveitada em diversos trabalhos. Além desse documento, a proposta de construir um material didático para a capacitação de professores, com foco no aplicativo *PictoBlox* como apontado no recente artigo de Junior e Rivera (2023), é extremamente útil para que estes possam estar familiarizados com o recurso, de forma a tornar o aprendizado ainda mais eficiente.

Como exposto, os referenciados trabalhos trazem a RE como um viés de aprimoramento do modelo ensino-aprendizagem, buscando uma alternativa lúdica, intuitiva, prática e eficiente de ensinar crianças e adolescentes assuntos que abordam disciplinas voltadas para a educação *STEM* e o pensamento computacional. Além disso, apontam essa análise como fator primordial para o desenvolvimento cognitivo, buscando sempre evoluir no que diz respeito à pesquisas inovadoras envolvendo o campo *STEM*. Entretanto, o grande desafio está exatamente na forma de trazer a RE como recurso pedagógico ao mesmo tempo eficaz e barato, uma vez que essas ferramentas são economicamente inviáveis para muitas escolas carentes, não podendo trazer um benefício para educação de muitas crianças.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa é uma teoria difundida pelo psicólogo David Ausubel que destaca a importância de relacionar experiências já vivenciadas, denominada por ele de subsunção, com novos conhecimentos adquiridos. Para ele, a associação entre novas informações e ideias consolidadas possui um papel fundamental na construção de um aprendizado duradouro, distanciando daquele modelo de aprendizagem sem significado, definido por ele de aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica pode ser entendida como uma aprendizagem de memória, em que o indivíduo apenas decora os conceitos aprendidos, não sendo muito relevante para o processo de ensino-aprendizagem do aluno (AUSUBEL, 1982).

No entanto, para que a aprendizagem do indivíduo se torne mais significativa é necessário que o conteúdo do material de estudo seja apresentado de forma clara, evidenciando a relevância de aprender aquele determinado assunto. Além disso, é preciso que a pessoa esteja predisposta e comprometida a aprender, pois, assim, é possível que ela compreenda melhor e crie uma empatia pelo tema abordado, despertando maior interesse (AUSUBEL, 1982).

3.2 Desenvolvimento do Pensamento Computacional

No cenário atual marcado pela grande presença de recursos digitais e computacionais, a capacidade de raciocinar computacionalmente surge como uma habilidade essencial para os indivíduos. O princípio do pensamento computacional vai muito além da compreensão de problemas complexos. Essa abordagem, incorpora conceitos fundamentais como a maneira de reconhecer padrões e desmembrar desafios, trazendo a importância do pensamento analítico na busca de soluções eficazes para grandes problemas em diversos campos de atuação (WING, 2006).

3.3 O impulso da Educação STEM

Do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, esse conceito aborda um modelo de ensino originado durante um debate realizado nos Estados Unidos em meados da década de 2000. De acordo com a obra de Bybee (2013), a proposta idealizada trata da perspectiva de desenvolver pesquisas com foco em inovação dedicadas às áreas apresentadas, de forma a trazer novos horizontes para a sociedade e, como consequência, favorecer a empregabilidade com a criação de empreendimentos lucrativos.

Recentemente, com o acréscimo da disciplina de Artes, em alguns lugares, a sigla passou a se tornar *STEAM*, mas a concepção ainda abrange a teoria aplicada a prática, guiada pelo desenvolvimento de projetos, de forma a despertar o interesse de alunos por tópicos científicos, incluindo a arte. Basicamente, apresenta uma estratégia de inspiração para que os estudantes

possam desenvolver habilidades consideradas cruciais para o futuro e colaborar para o avanço científico (BACICH; HOLANDA, 2020).

3.4 O cenário da Robótica Educacional

A Robótica Educacional (RE) teve seu início compreendido entre as décadas de 1960 e 1970, logo após os robôs industriais, quando especialistas exploraram a ideia de utilizar essas ferramentas para auxiliarem de forma diferente. Com o intuito de dar as crianças o poder de comandar o computador, Seymour Papert e um grupo de cientistas, em 1967, deram origem à primeira versão da linguagem de programação, a Logo, uma influência que abriu portas para o universo da tecnologia aplicada à educação no mundo. (MASSA; OLIVEIRA; SANTOS, 2022)

Após essa transformação, houveram outros grandes pioneiros que contribuíram para o impulsionamento da robótica pedagógica, como a projetista de software, Radia Perlman, que trouxe a abordagem da programação com o Sistema de Interpretação Recursivo da Tartaruga (em inglês *Tangible Programming with Trains System - TORTIS*), muito utilizado para ensino básico de programação para crianças. (CAMPOS, 2019)

Desde então, essa concepção inovadora da Robótica Educacional tem se mostrado como uma ferramenta interdisciplinar muito útil para o desenvolvimento de habilidades, estimulando os alunos a aplicarem os conhecimentos teóricos na prática de forma lúdica. Através do envolvimento sobre essa área, surgiu a conhecida linha comercial de Robôs *Lego*, desenvolvida pela *Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab* como proposta de recursos adicionais para as escolas em salas de aulas para favorecer o aprendizado coletivo e, mais tarde, vieram os kits *Lego Mindstorm®* (Figura 1),

Figura 1 – Kit *Lego Mindstorm®*.



Esses *kits* educacionais emergiram com a disponibilização de livros de instruções, como o de Ford (2011), que apresenta uma jornada de aprendizado, ensinando todos os componentes, passando pela construção até a programação de diferentes tipos de robôs. Dessa forma, aprender ciência se tornou bem mais interessante para as crianças em especial.

3.5 O destaque dos recursos de auxílio: Arduino e *Scratch*

Desenvolvido em 2005, na Itália, por um grupo de cinco grandes pesquisadores ¹, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica responsável por processar as informações a serem implementadas através de um ambiente de desenvolvimento (IDE). Apresenta portas analógicas e digitais que possibilitam a conexão e integração de alguns componentes, como LEDs (do inglês *Light Emitting Diodes*), interruptores, sensores, *displays*, botões, motores, dentre diversos outros. Também é composto por um microprocessador, responsável por ler e interpretar os comandos programados através da IDE (MCROBERTS, 2015).

O Arduino pode ser utilizado gratuitamente, e sua programação se baseia na lógica C/C++. Devido ao baixo custo quando comparado com outros microcontroladores e por ser fácil de transportar, pode ser utilizado em inúmeros projetos eletrônicos, em aplicações de internet das coisas, em sistemas de automação residencial e industrial e até em robôs. Basicamente, ao criarem essa plataforma, a intenção era oferecer uma solução de fácil acesso e barato a estudantes que tinham o objetivo de construir protótipos com uso de lógica de programação, como o Arduino Mega, visto na Figura 2.

Figura 2 – Arduino Mega.



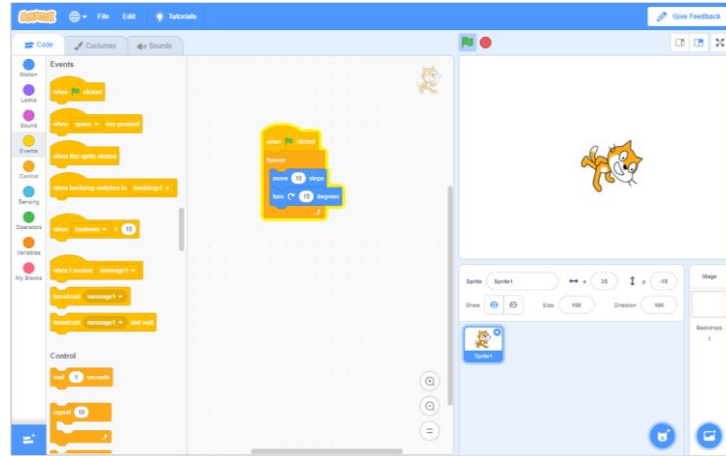
Fonte: <https://www.curseagora.com.br/produtos/arduino-mega-2560-r3/>.

Um outro recurso de auxílio importante é o *Scratch*, apresentado na Figura 3, projetado com o intuito de permitir o ensino-aprendizagem de linguagem de programação visual de maneira mais compreensível para crianças e adolescentes. Desenvolvida por um grupo do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, o ambiente de desenvolvimento oferece uma experiência intuitiva e criativa que pode ser implementado sem acesso à internet, disponibilizando diversos blocos

¹ Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis

com ações únicas que são divididos em classes de acordo com a funcionalidade de cada um, sem a necessidade de digitar comandos de programação (MARJI, 2014).

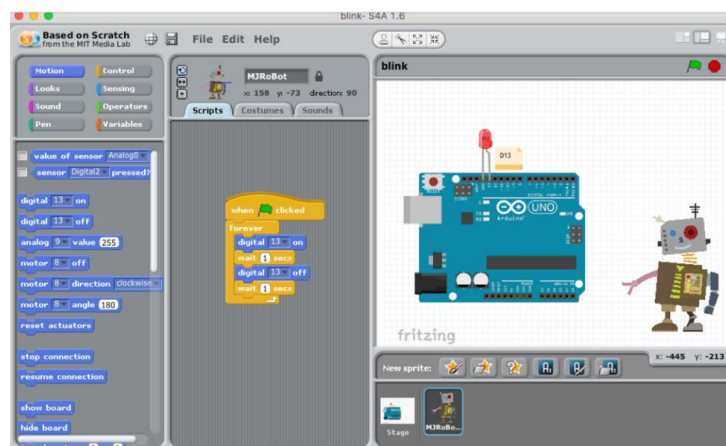
Figura 3 – Interface de desenvolvimento do *Scratch*.



Fonte: <https://flathub.org/pt-BR/apps/edu.mit.Scratch>.

Já a união entre as duas plataformas, denominada *Scratch for Arduino* (S4A), cuja interface pode ser observada na Figura 4, é uma adaptação oriunda do *Scratch*.

Figura 4 – *Integração Scratch for Arduino*.



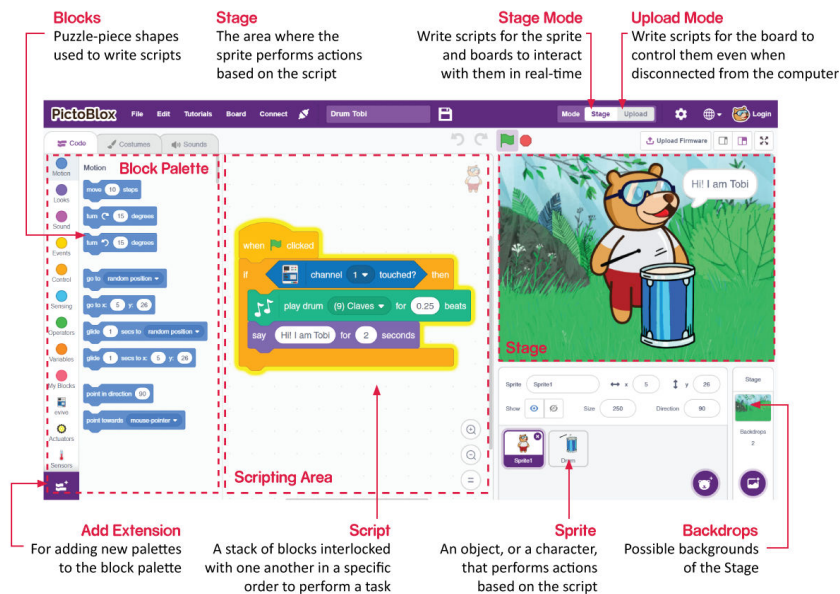
Fonte: <https://www.instructables.com/Physical-Computing-Scratch-for-Arduino/>.

A plataforma unificada chamou a atenção de diversas crianças para o uso do Arduino, uma vez que é possível integrar os ambientes, oferecendo a praticidade da programação em blocos de funções do *Scratch* e permitindo utilizar as funcionalidades eletrônicas da placa de Arduino.

3.6 O aplicativo *PictoBlox*

O *PictoBlox* (Figura 5) é um aplicativo de codificação em blocos voltado para iniciantes que utiliza da linguagem *Scratch*. Além disso, o aplicativo conta com recursos adicionais como, inteligência artificial, aprendizado de máquina e robótica para aprimorar a interação do usuário.

Figura 5 – Interface do aplicativo *PictoBlox*.



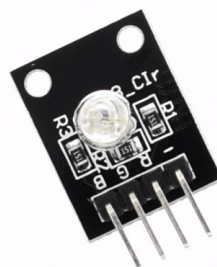
Fonte: <https://docs.sunfounder.com/projects/uno-mega-kit/en/latest/pictoblox/installandintroduce.html>.

Por incorporar esses sistemas e ser uma ferramenta gratuita disponível na *internet* para *download*, o *PictoBlox* se torna uma boa alternativa e, por esse motivo, será utilizado para a programação do robô que será construído na proposta deste trabalho.

3.7 LED RGB

Os LEDs são componentes bastante utilizados em projetos simples de arduino com a função de indicar o *status* de determinado dispositivo. Na Figura 6, há um exemplo de um módulo LED RGB transparente para arduino.

Figura 6 – Módulo LED RGB KY-016.



Fonte: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-led-rgb-ky-016>.

Os LEDs RGB, por sua vez, possuem uma gama de funções por terem um conjunto de três LEDs encapsulados que podem ser controlados de forma individual. As três cores dão origem ao nome do tipo de LED, representados pelas letras R - vermelho (do inglês *Red*), G - verde (do inglês *Green*) e B - azul (do inglês *Blue*), que são as cores primárias da luz.

3.8 Buzzer

Os componentes de geração de ruídos sonoros, comumente conhecidos como *Buzzers*, são componentes muito utilizados no campo da eletrônica para inúmeras aplicações, como dispositivos de emergência, sinaleiros sonoros, identificação de objetos, dentre outras. O funcionamento do *buzzer* é baseado na conversão da energia elétrica recebida em energia mecânica.

Existem dois tipos de *buzzer*, os ativos e os passivos. Os *buzzers* ativos, como o representado na Figura 7, necessitam somente de uma alimentação apropriada para que eles possam gerar o respectivo som.

Figura 7 – Buzzer ativo 5V.



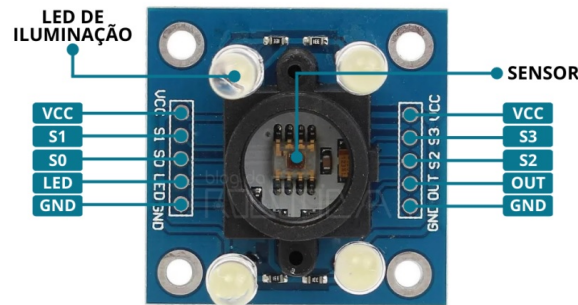
Fonte: <https://solectroshop.com/pt/modulos-arduino/1378-buzzer-pcb-ativo-5v-preto.html>.

Por outro lado, os *buzzers* passivos precisam de uma conexão externa para poderem gerar algum som. Esse componente pode gerar sons em uma faixa de frequência, o que faz com que o ruído transmitido alcance vários tons específicos, permitindo diferenciá-los e criar melodias.

3.9 Sensor de Cor

De acordo com Thomazini e Albuquerque (2020), os dispositivos de detecção de cor são utilizados para reconhecer diferentes tipos de colorações por meio de pequenos detalhes em uma superfície, incluindo tons de cinza. A identificação se dá através da comparação entre um padrão ou referência estabelecido anteriormente com a reflexão da radiação após a emissão de uma luz em direção ao objeto. Se a leitura coincidir com a faixa de tolerância definida no sensor, a saída de comutação é ativada ou os valores relacionados às cores primárias são enviados. Um exemplo desse tipo de sensor disponível para arduino é o TCS3200 que está indicado na Figura 8.

Figura 8 – Identificação dos pinos do sensor de cor TCS3200.



Fonte: <https://www.blogdarobotica.com/2022/12/30/como-utilizar-o-modulo-sensor-de-cor-tcs3200-tcs230-com-arduino/>.

3.10 Sensor Infravermelho

Também de acordo com Thomazini e Albuquerque (2020) o sensor infravermelho, representado na Figura 9, é um dispositivo óptico cujo funcionamento se baseia na presença de um emissor e um receptor.

Figura 9 – Sensor Infravermelho E18-D80NK - NPN.



Fonte: <https://www.eletrogate.com/sensor-infravermelho-e18-d80nk-npn>.

A luz emitida pelo emissor é projetada com uma certa intensidade de propagação, atingindo o receptor, que recebe o sinal e realiza a comutação da saída. Dessa forma, é possível identificar objetos sem a necessidade de haver contato físico ou mecânico com o sensor.

3.11 Sensor Ultrassônico

O sensor ultrassônico, visto na Figura 10, transmite a mesma ideia do efeito de comunicação emitido pelos morcegos para auxiliar em seus voos. Thomazini e Albuquerque (2020) apresentam que esses sensores se baseiam no princípio da emissão de uma onda sonora com uma frequência elevada.

Figura 10 – Sensor Ultrassônico - HC-SR04.



Fonte: <https://www.smartkits.com.br/sensor-ultrassonico-hc-sr04>.

Quando há a propagação de um sinal sonoro, uma porção muito pequena da onda propagada é absorvida e grande parte é refletida, efeito denominado eco. A distância e a intensidade da onda são fatores muito importantes, pois é preciso que esses parâmetros estejam dentro do raio de detecção do sensor para que ele possa responder de forma adequada.

3.12 Servo Motor

O servo motor é um atuador mecânico que pode ser encontrado no mercado em alternativas baratas que garantem uma ótima funcionalidade para o sistema. Uma das variações encontradas no mercado são os micro servo motores, apresentado na Figura 11, que devido ao seu custo-benefício podem ser usados em diversas aplicações na plataforma Arduino, como em manipuladores robóticos.

Figura 11 – Micro Servo Motor 9g Sg90 para Arduino.



Fonte: <https://loja.roboticaeducacional.art.br/micro-servo-motor-9g-sg90-para-arduino-aeromodelo-original-diy>.

Esse componente possui um controle interno que identifica a posição atual e a compara com a referência obtida através de um sinal de posição do eixo (BRITO, 2017). Dessa forma, o dispositivo permite movimentar o eixo até a posição desejada.

3.13 Motor de Corrente Contínua

Os motores de corrente contínua, como mostrado na Figura 12, são utilizados em diversas aplicações devido à facilidade de uso, como, por exemplo, em carrinhos de brinquedos, além de serem economicamente viáveis.

Figura 12 – Motor DC 3V a 6V com Redução.



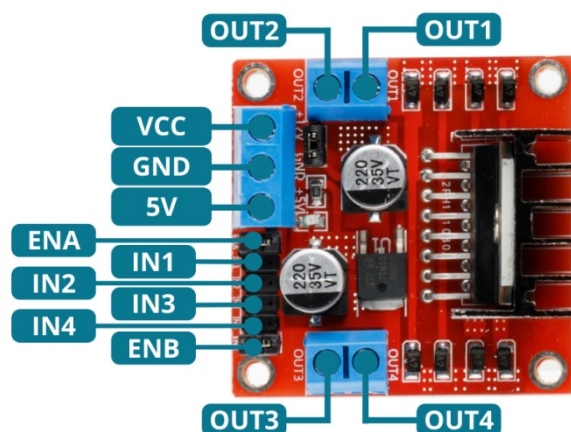
Fonte: <https://www.tecnotronics.com.br/motor-dc-com-reducao-p-robotica-chassi.html>.

Esses motores utilizam a energia elétrica que circula em seus enrolamentos para realizar movimentação mecânica (SHEPHERD; HULLEY; LIANG, 1995). A fluidez da corrente contínua gera um campo magnético, fazendo com que a corrente sofra algumas inversões de sentido no interior das bobinas do motor, permitindo a rotação de forma contínua.

3.14 Driver Ponte H L298N

O *driver* ponte H é um tipo de circuito eletrônico de potência muito útil em projetos de eletrônica, principalmente quando se usam motores de corrente contínua (cc). A principal função da ponte H é inverter a polaridade dos motores para permitir a rotação em ambos os sentidos. A identificação dos pinos do circuito desse *driver* pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Identificação dos pinos do driver ponte H dupla L298N.



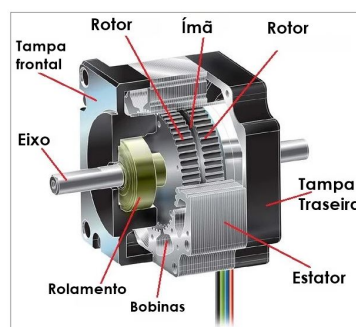
Fonte: <https://www.blogdarobotica.com/2023/05/15/como-controlar-motor-dc-utilizando-o-driver-ponte-h-l298n/>.

Além disso, em projetos de robótica, de controle e automação, o seu uso se torna vantajoso, uma vez que é possível controlar a velocidade do motor através da variação da tensão aplicada no circuito, permitindo ajustes mais finos e precisão em certos movimentos.

3.15 Motor de Passo

O motor de passo também faz a conversão da energia elétrica em movimentação mecânica, mas por meio de pequenos passos. A estrutura interna de um motor de passo pode ser observada na Figura 14.

Figura 14 – Estrutura do Motor de Passo.



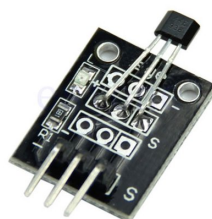
Fonte: <https://curtocircuito.com.br/blog/motor-de-passo/introducao-ao-motor-de-passo>.

Basicamente a energização das bobinas causa a geração de campos magnéticos no estator que interagem com os ímãs presentes no rotor do motor. Conforme essas bobinas são energizadas, o rotor se movimenta em passos discretos, permitindo um controle mais preciso da posição do eixo.

3.16 Sensor de Efeito Hall (Magnético)

O sensor de Efeito Hall (Figura 15) inclui um regulador de tensão que permite a sua operação de 4,5V a 24V.

Figura 15 – Sensor de Efeito Hall KY-003.



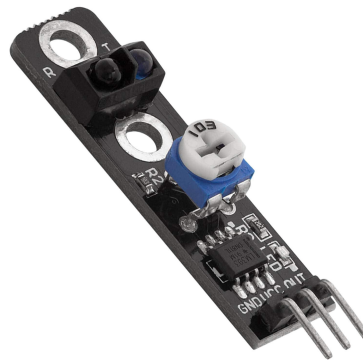
Fonte: <https://robots-argentina.com.ar/didactica/ky-003-modulo-de-sensor-magnetico-por-efecto-hall-kit-de-sensores-keyes-3/>.

O circuito integrado presente neste módulo para Arduino trabalha mediante à sensibilidade do campo magnético gerado pelo efeito hall nas proximidades. Ao aproximar algum objeto magnético, a saída do sensor se ativa, por outro lado, a ausência do campo magnético garante uma saída de nível baixo, ou seja, não há ativação.

3.17 Sensor Reflexivo Infravermelho (Seguidor de Linha)

O sensor reflexivo infravermelho, também comumente conhecido como um seguidor de linha (Figura 16), é um módulo para Arduino construído com o sensor reflexivo infravermelho TCRT5000 cuja sensibilidade da distância de leitura pode ser ajustada com a ajuda de um potenciômetro.

Figura 16 – Sensor Reflexivo Infravermelho - Seguidor de Linha - KY-033.



Fonte: <https://www.amazon.co.uk/AZDelivery-KY-033-TCRT5000-Tracking-Sensor/dp/B0819YD47R>.

O funcionamento é bem simples, baseado na reflexão de acordo com a superfície que está sendo lida. No caso de superfícies pretas e brancas, situações em que está mais submetido, devido a aplicação como seguidor de linha, quando não recebe a luz de reflexão (superfície preta), o módulo envia sinal de nível alto para a saída. Do contrário, ao detectar a cor branca, ele envia um sinal de nível baixo para a saída, permitindo, assim, que ele funcione como um seguidor.

3.18 Prototipagem 3D

O avanço das inovações tecnológicas impulsionaram diversas criações, sendo a prototipagem 3D uma delas. Com raízes na década de 1980, o princípio da modelagem 3D foi conhecida, inicialmente, como estereolitografia, uma técnica de fabricação patenteada por Charles Hull. Posteriormente, ele fundou a primeira corporação a vender produtos fabricados por impressoras 3D. Com o passar do tempo e o encerramento da patente, a impressão 3D, passou a ser ofertada ao público, dando origem a outras impressoras com tecnologias mais avançadas e revolucionárias, com amplas aplicações industriais, comerciais e até caseiras.

Dentro do contexto educacional, a prototipagem 3D desempenha um papel muito valioso, principalmente no âmbito da abordagem *STEM* muito presente atualmente, pois permite que os alunos se envolvam de forma mais prática e lúdica, despertando a criatividade e criando ambientes inovadores, dando ênfase ao que se conhece como aprendizagem significativa (JUNIOR; VAZ, 2020).

4 METODOLOGIA

Na proposta deste projeto, é discorrido a respeito das dificuldades de se encontrar métodos e ferramentas que sejam eficientes o bastante para ensinar as disciplinas de *STEM* para crianças e adolescentes por meio da robótica. Por isso, esse trabalho surge com o intuito de incorporar formas distintas de fazer os envolvidos no processo a apresentarem soluções para os problemas, direcionando para um modelo de ensino diferente dos tradicionais.

Na primeira fase de coleta de informações, foi feita uma avaliação da revisão bibliográfica de projetos envolvendo robótica no ramo pedagógico e na educação *STEM* empregando as plataformas de acesso livre, Arduino, *Scratch* e o aplicativo *PictoBlox*.

Na segunda etapa da proposta, foi refletido a opção de realizar uma modelagem 3D das peças para construir o robô, como uma alternativa de reduzir o custo com equipamentos que podem encarecer o desenvolvimento dos protótipos dos robôs educacionais. Com isso, foi modelado um robô utilizando um *software* de livre acesso e especificado os componentes eletrônicos que sejam compatíveis com a plataforma de programação em linguagem *Scratch*, o *PictoBlox*, a fim de serem utilizados para diversas aplicações.

De forma paralela, foi idealizado o desenvolvimento de um tapete temático que representa o campo de aplicação do robô. Para incorporar este campo, foi elaborado duas missões com desafios didáticos que perpassam pelos níveis fácil e médio, que façam referência ao tema escolhido, incentivando a utilização de diversos mecanismos e sensores que foram disponibilizados como forma de demonstrar a abordagem baseada em problema (ABP) para o ensino da educação *STEM*.

Na terceira etapa, foi realizada a montagem dos robôs com os materiais impressos, avaliando as condições estruturais e a viabilidade desse protótipo para ser manuseado por crianças e adolescentes.

Posteriormente, como última fase do projeto (etapa 4) o protótipo foi submetido aos testes, de forma a analisar sua funcionalidade no tapete construído por meio da programação de um desafio implementado no aplicativo *PictoBlox*, onde os conceitos essenciais podem ser introduzidos de forma básica por meio de uma plataforma gratuita e básica, contribuindo para expansão da robótica educacional para o ensino de disciplinas *STEM* com ABP.

5 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

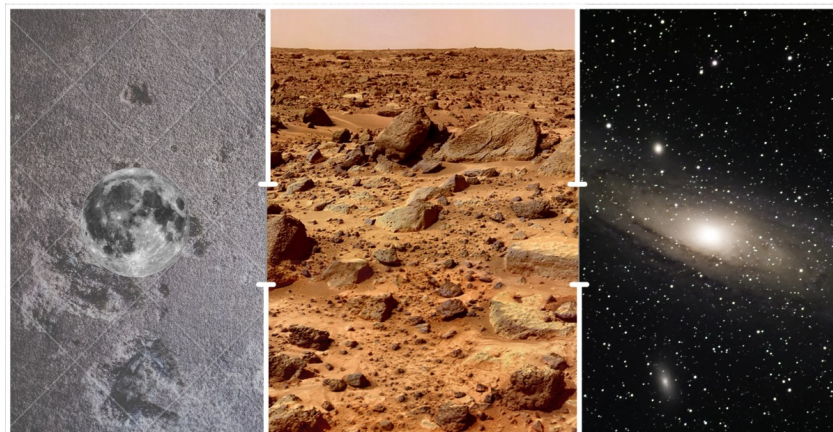
5.1 Campo Temático

Como apresentado durante todo o trabalho, o objetivo geral do tema é explorar os benefícios que a Robótica Educacional pode trazer para as salas de aula, buscando promover o aprendizado lúdico e engajando os alunos. A partir dessas discussões apresentadas, no decorrer do desenvolvimento do trabalho será mostrado todas as atividades para realizar uma pesquisa aplicada no campo de robótica educacional, de forma a explorar a viabilidade da abordagem sugerida no projeto através da execução de um desafio.

Dessa forma, objetiva-se difundir o uso desse robô desenvolvido para escolas com baixo recurso financeiro, oferecendo mais qualidade de ensino e aprendizado às crianças, despertando, conseqüentemente, o interesse delas em realizar cursos, graduações e especializações nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Nesse aspecto, com o intuito de transmitir a ideia de um ambiente divertido, mas que ao mesmo tempo possa proporcionar o conhecimento, foi desenhado a solução de um tapete temático de dimensões 2m x 1,5m através do aplicativo *Canva*. Neste caso, o tapete representa alguns dos cenários do universo do espaço sideral, como pode ser observado na Figura 17. O tapete possui três cenários cujas missões podem ser distribuídas para serem realizadas pelo robô programado. Os cenários representam, respectivamente, a Lua, o ambiente de Marte e a Via Láctea.

Figura 17 – Desenho dos Temas do Espaço Sideral.

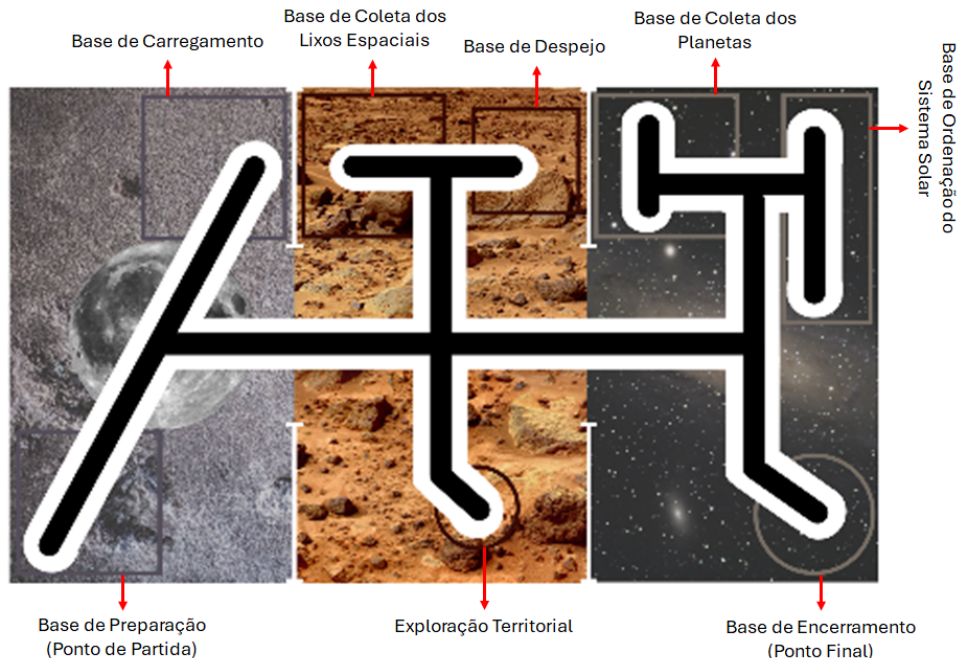


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que fosse possível obter um campo em que o robô possa seguir e realizar as missões, fez-se necessário algumas adaptações do cenário anterior, como, por exemplo, as faixas pretas e brancas que representam o caminho que o robô pode rastrear e seguir. Além disso, foram marcados alguns locais do tapete (delimitados em cinza e marrom) para que o usuário sintasse a vontade para adicionar outros objetos ao campo para permitir um ambiente mais palpável, de

forma que o aluno pudesse se sentir mais próximo da realidade. O resultado do *design* do tapete final pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Tapete Temático Final.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Definição das Missões

Para um aprendizado mais interessante, os desafios foram divididos em duas etapas, fácil e média. O nivelamento se baseia na dificuldade de utilizar e programar os sensores para cada missão específica, bem como o tempo de realização de cada uma delas.

Como acréscimo, com o intuito de oferecer uma diversão para os alunos envolvidos, foi decidido nomear cada uma das missões. O nome escolhido para o objetivo geral que engloba todos os desafios propostos do tapete foi Objetivo Interestelar. A justificativa para esse nome se deve ao fato de todo o sistema envolver viagens entre três diferentes tipos de cenários presentes no universo. A partir disso, as outras duas missões foram originadas e distribuídas da seguinte forma:

- Missão 1: O cenário escolhido para a missão foi a Lua, definindo a Missão Lunar. Para esse primeiro cenário, as missões escolhidas são de natureza fácil, pois envolve apenas o acionamento dos motores e o uso dos seguidores de linha para movimentar o robô e fazer com que ele leve um objeto até a próxima base.

Justificativa: A escolha dessa missão se deve ao fato de envolver alguns conceitos básicos de algumas disciplinas, além de aprender o funcionamento básico dos sensores utilizados.

A física pode ser observada na movimentação do robô, podendo ser utilizado para ensinar a inércia, por exemplo. Assuntos como momento de força, explica a força necessária para que as rodas comecem a girar. No objetivo principal da missão de deslocar o robô de uma base para a outra, pode-se aplicar também a distância entre dois pontos, assunto muito estudado na disciplina de matemática. Ainda é possível utilizar dados da dimensão da circunferência da roda para calcular a quantidade de giros necessários para que o robô chegue até a outra base de carregamento. Outros diversos conceitos são possíveis de serem abordados ao verificar todos os detalhes presentes com mais profundidade.

- **Missão 2:** A segunda missão representa o Planeta Marte, definindo a Missão Salve Marte. É uma missão desenvolvida para acrescentar mais sensores na programação do robô, por isso considerada de nível médio. Para concluir a missão, é necessário programar, além dos motores para movimentação do robô, o servo motor que movimenta a garra e o sensor infravermelho para checar a presença de um objeto para permitir a abertura da garra para realizar a coleta dos lixos espaciais. No outro desafio, é preciso encontrar um objeto magnético que está escondido no campo, o que inclui a programação do sensor magnético. Ao encontrar o tesouro, o desafio é concluído e o Objetivo Interestelar chega ao fim.

Justificativa: Novamente, a proposta da missão é introduzir novos conceitos que perpassam pelas disciplinas *STEM*. A física, mais uma vez sendo apresentada para explicar o efeito *Hall*, que envolve o comportamento de um campo magnético gerado pelo ímã escondido debaixo do tapete temático. A explicação da radiação infravermelha e assuntos correlatos através do sensor infravermelho do robô. O acionamento de motores, visto na movimentação das garras, estudo de dimensões dos objetos, representados pelos lixos espaciais, raios de giro, curvatura, dentre outros conceitos.

Vale destacar que todas as missões também ensinam conceitos voltados para a tecnologia por meio da programação dos recursos do robô para a execução das missões. O resumo das missões pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela das Missões.

OBJETIVO INTERESTELAR		
TAPETE TEMÁTICO	Cenário 1 Lua	Cenário 2 Marte
Nível	Fácil	Médio
Nome da Missão	Missão Lunar	Missão Salve Marte
Desafio 1	Sair de uma base até a outra e entregar um objeto	Coletar lixo espacial
Desafio 2	-	Exploração territorial (encontrar o X)

Com o intuito de facilitar a programação do robô no aplicativo *PictoBlox*, foi feita a Tabela 4. Assim, torna-se mais fácil e visível a ordem e qual dispositivo deve ser programado para executar os objetivos.

Tabela 4 – Tabela de Sequências da Programação das Missões.

SEQUÊNCIA	
Nº	INÍCIO / PREPARAÇÃO
1	Ligar o robô e acionar os 3 LEDs RGB, cada um com um som do Buzzer diferente para simular a partida da nave (1 vez)
2	Manter um LED Azul aceso para identificar que a nave está ligada
MISSÃO 1	
3	Partindo da Base de Preparação, inicializar com a garra fechada para pegar um objeto e seguir até a outra base de carregamento
4	Abrir a garra e soltar o objeto
5	Logo após, acionar LED verde + buzzer agudo e desligar LED azul
MISSÃO 2	
6	Sair da Base de Carregamento e seguir para a Missão 2
7	Utilizar a garra com o sensor infravermelho para coletar o lixo espacial, pegando o lixo e descarregando-o em uma outra base ao lado
8	Assim que finalizar, acionar o LED verde + buzzer agudo
9	Seguir para o próximo Desafio de exploração territorial e encontrar o material magnético escondido no tapete
10	Acionar o LED verde + buzzer agudo quando encontrar o material e desligar LED azul
ENCERRAMENTO	
11	Sair do segundo cenário e seguir para o terceiro cenário até a Base de Encerramento
12	Acionar os 3 LEDs RGB, com o sinal do Buzzer diferente, de trás para frente, em ordem invertida em relação ao passo 1 (sequência 1) para simular o desligamento da nave
FIM	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Importante destacar que as missões escolhidas não são únicas e servem como uma exemplificação de como é possível inserir a didática nesse cenário. Portanto, o usuário é livre para desenvolver seus próprios desafios de acordo com o objetivo de aprendizagem que ele deseja transmitir.

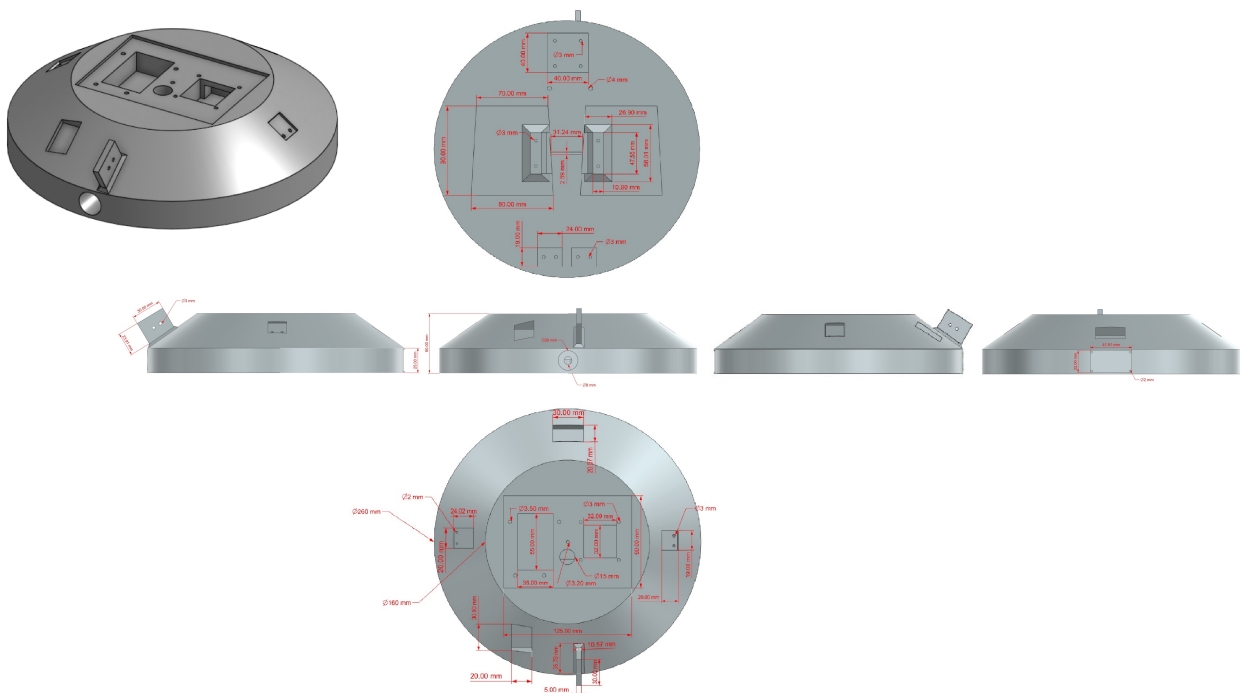
5.3 Design do Robô

Na etapa de desenvolvimento do robô educacional, foram idealizados diversos modelos até chegar à conclusão do protótipo final. Para desenvolver o robô, novamente levou-se em consideração o tema abordado, chegando ao modelo de um robô com aspectos de um *Ovni*. O

robô foi modelado em uma ferramenta de desenho 3D, gratuita para versão estudante, conhecida como *Onshape*. O desenho da carcaça do Robô *Ovni* na plataforma pode ser observado na Figura 19.

Para a criação do *design* levou-se em consideração os tipos de missões as quais o robô irá executar para, então, definir os tipos de sensores a serem utilizados para cada aplicação. Dessa forma, foi separado um *slot* com as medidas para parafusar os sensores na carcaça do robô.

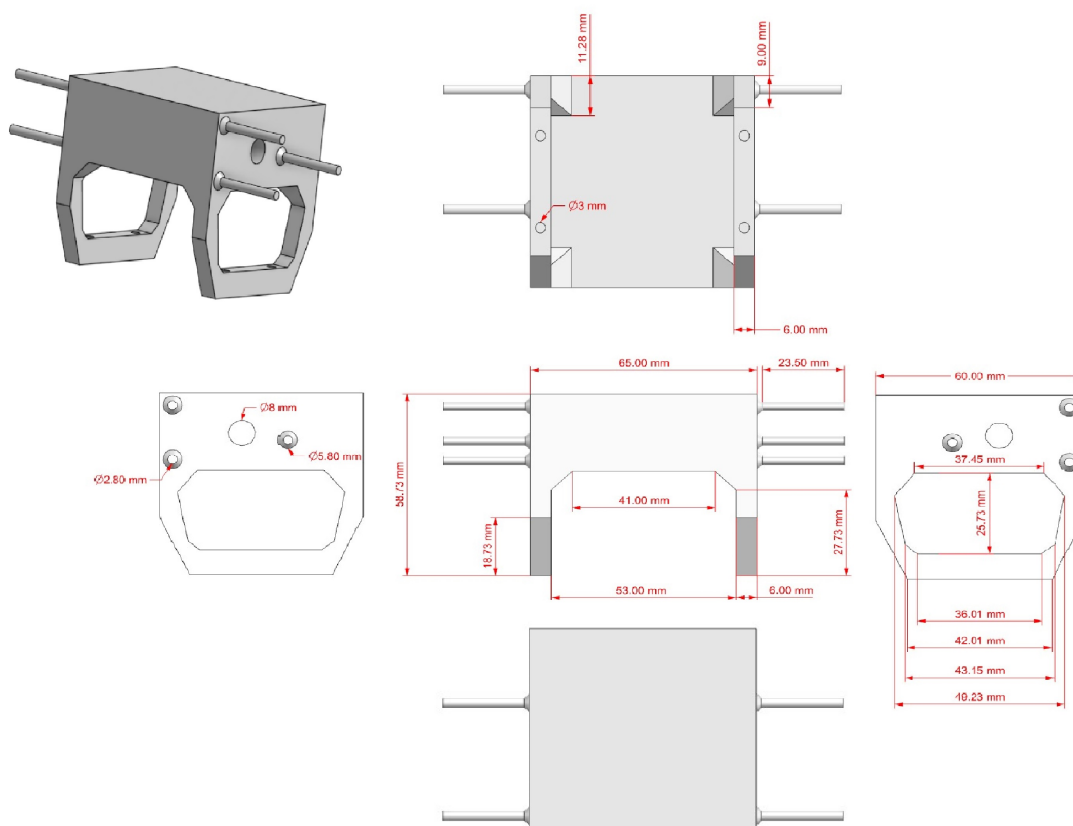
Figura 19 – Vistas do Robô *Ovni* na Plataforma *Onshape*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

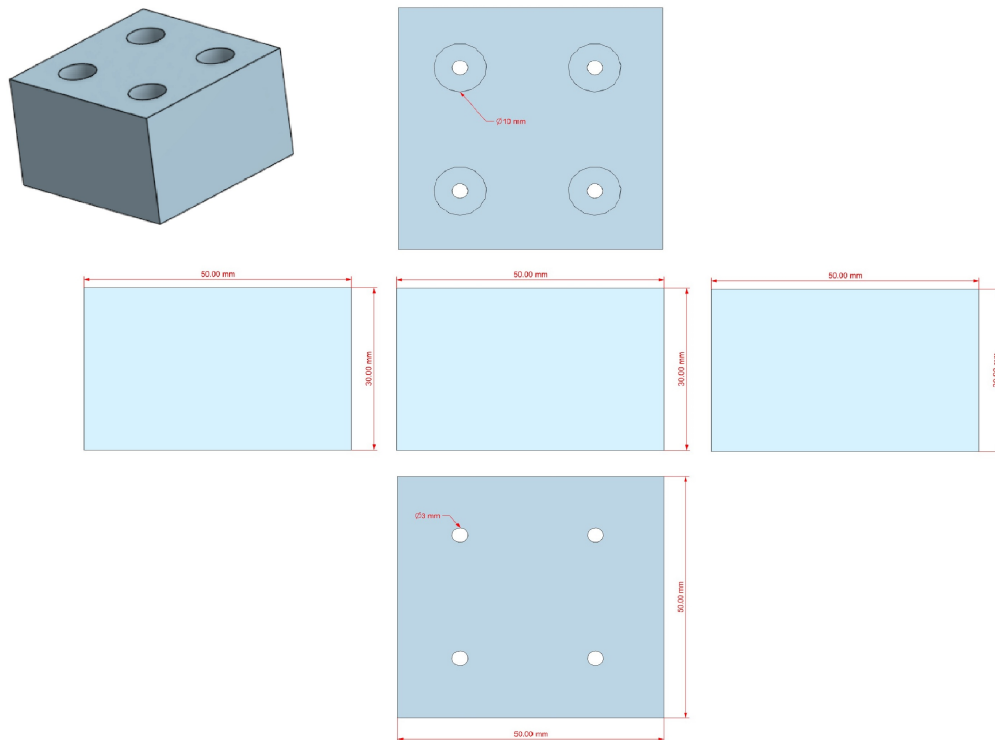
Para permitir o acoplamento de outros sensores ao robô, foram desenhadas outras partes que pudessem ser conectadas à ele. As partes envolvem o apoio para os motores de corrente contínua (Figura 20), onde as rodas são encaixadas e o suporte para a roda livre (Figura 21).

Figura 20 – Vistas da peça adicional para o encaixe do Motor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21 – Vistas da peça adicional para o encaixe da Roda Livre.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os desenhos foram gerados como arquivos com extensão *.STEP* para que fosse possível realizar a impressão das peças em uma impressora 3D.

Já para a garra (Figura 22), utilizada para que o robô consiga pegar algumas peças no campo de acordo com as tarefas estabelecidas, foi reaproveitado um arquivo de um manipulador robótico para arduino disponível na página *DO IT YOURSELF - ARDUINO BASED ROBOT ARM*, que contém os desenhos necessários, em extensão apropriada, para a impressão 3D, bastando apenas realizar a montagem da mesma.

Figura 22 – 3D da Garra.



Fonte: <https://cults3d.com/en/3d-model/various/arduino-based-robot-arm-howtomechatronics>.

5.4 Montagem e Conexões do Robô

Sabe-se que conexões eletroeletrônicas em geral exigem uma grande quantidade de fios, o que pode acabar ocasionando em conexões erradas. Com o objetivo de evitar tal fadiga e facilitar no momento da organização, a Tabela 5 possui uma sugestão para as conexões dos sensores nas pinagens do Arduino. Além disso, na tabela também se observa algumas informações relevantes, como tipo de sensor, saídas do sensor, observações importantes, a cor do fio a ser utilizada e as TAGs para identificar de qual sensor o fio se originou. Dessa maneira, torna-se menos trabalhoso realizar a correta conexão dos fios no Arduino e, conseqüentemente, facilita em caso de futuras manutenções necessária.

Tabela 5 – Tabela de Conexões do Arduino.

CONEXÕES ARDUINO							
#	MÓDULO SENSOR / ATUADOR	SAÍDAS	PINAGEM ARDUINO	OBSERVAÇÕES	COR	FIOS	TAGS
1	Módulo Led RGB KY-016	R	4	LED vermelho		Violeta	R1
		G	2	LED verde		Verde	G1
		B	3	LED azul		Azul	B1
		GND	GND			Preto	GND1
2	Buzzer Ativo 5V	S	5			Laranja	S2
		PINO MEIO - (MENOS)	5V			Vermelho	PW2
			GND			Preto	GND2
3	Sensor Infravermelho	FIO MARROM	5V			Vermelho	PW3
		FIO AZUL	GND			Preto	GND3
		FIO PRETO	6			Amarelo	S3
4	Servo Motor SG90	FIO LARANJA	10	Posições 0 inicial para garra fechada e 180 para aberta		Laranja	S4
		FIO VERMELHO	5V			Vermelho	PW4
		FIO MARROM	GND			Preto	GND4
5	Drive (Ponte H) L298N	OUT1	Contato 1 Motor DC A	A		Branco	C1A
		OUT2	Contato 2 Motor DC A	A		Branco	C2A
		OUT3	Contato 1 Motor DC B	B		Cinza	C1B
		OUT4	Contato 2 Motor DC B	B		Cinza	C2B
		IN1	22	Direção 1 do motor A (direção 1 da conexão no pictoblox)		Amarelo	D1A
		IN2	23	Direção 2 do motor A (direção 2 da conexão no pictoblox)		Amarelo	D2A
		IN3	12	Direção 1 do motor B (direção 1 da conexão no pictoblox)		Marrom	D1B
		IN4	13	Direção 2 do motor B (direção 2 da conexão no pictoblox)		Marrom	D2B
		JUMPER	Deixar conectado	Regulador de tensão 5V (está funcionando como saída de 5V)		NA	
		12V	Ligado à fonte	VCC		Violeta	PW9
		GND	GND			Preto	GND5
5V	5V			Vermelho	PW5		
ENA	9	Controle de velocidade do Motor A - conecta em um pino PWM		Laranja	S5A		
ENB	11	Controle de velocidade do Motor B - conecta em um pino PWM		Laranja	S5B		
6	Sensor Hall KY-003 (Magnético)	- (MENOS)	GND			Preto	GND6
		PINO MEIO	5V			Vermelho	PW6
		S	A8	Ao detectar, ele envia sinal de nível baixo		Laranja	S6
7	Motor DC 1	Contato 1	OUT1 da Ponte H	A		Branco	C1A
		Contato 2	OUT2 da Ponte H	A		Branco	C2A
8	Motor DC 2	Contato 1	OUT3 da Ponte H	B		Cinza	C1B
		Contato 2	OUT4 da Ponte H	B		Cinza	C2B
10	Sensor Infravermelho KY-033 (Seguidor de Linha) - 1	GND	GND			Preto	GND10
		VCC	5V			Vermelho	PW10
		OUT	40	Quando não recebe a luz (cor preta), ele envia sinal de nível alto para o arduino. Quando vê a cor branca as rodas param.		Laranja	S10
11	Sensor Infravermelho KY-033 (Seguidor de Linha) - 2	GND	GND			Preto	GND11
		VCC	5V			Vermelho	PW11
		OUT	41			Laranja	S11

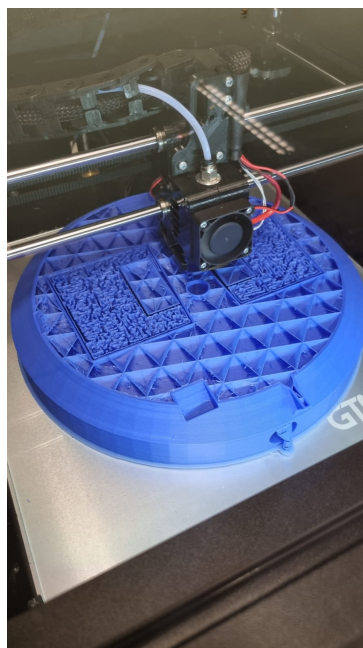
Observação Geral: Os GND e os 5V podem ser compartilhados (GND GERAL / GND AUX1 / GND AUX2 / PW GERAL / PW AUX1)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante a fase de montagem do robô, preparou-se os arquivos do *design* moldado com

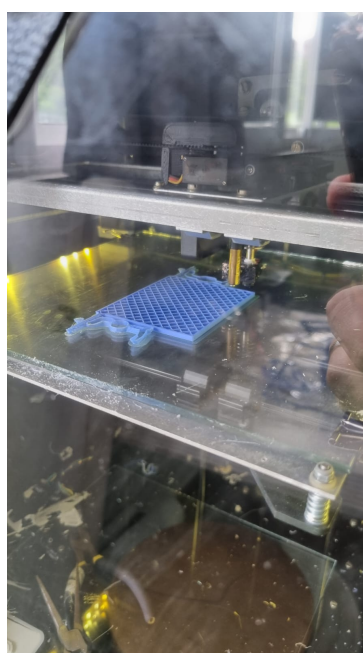
a extensão *.STEP* para permitir sua leitura pela impressora 3D disponível no laboratório de impressão do IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais) *Campus* Sabará e fabricar as respectivas peças. Na Figura 23 é possível visualizar as primeiras camadas de impressão da base do robô e na Figura 24 vê-se a impressão das peças auxiliares.

Figura 23 – Impressão da base do robô.



Fonte: Elaborado pelo autor.

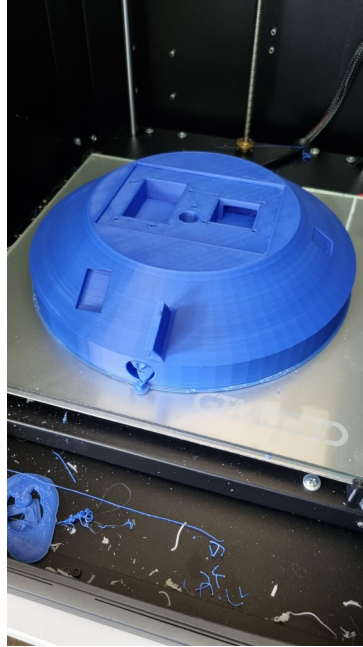
Figura 24 – Impressão das peças auxiliares.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado final da impressão completa da estrutura do robô pode ser visto na Figura 25. Para essa estrutura em específico, gastou-se aproximadamente 24 horas para a fabricação.

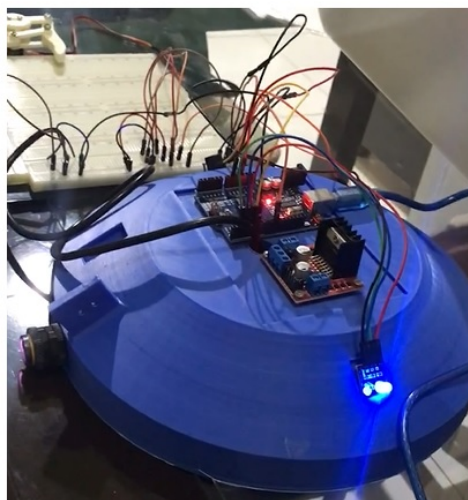
Figura 25 – Estrutura impressa do robô finalizada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já com todas as peças necessárias impressas, iniciou-se o procedimento inicial de montagem do robô (Figura 26), começando pela parte superior. Para isso, foram utilizados parafusos para fixar os sensores no robô. A fim de certificar que os sensores estavam funcionando corretamente, foi necessário realizar alguns testes básicos de forma isolada.

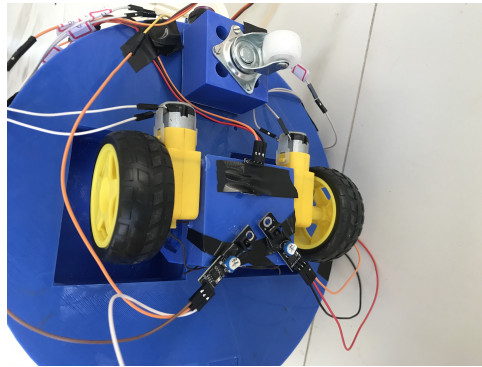
Figura 26 – Primeira montagem superior do robô.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a montagem da parte inferior do robô (Figura 27), na intenção de fixar os motores nas peças auxiliares, a roda livre, os seguidores de linha e o sensor magnético, utilizou-se de parafusos e também de uma fita isolante para reforçar a fixação.

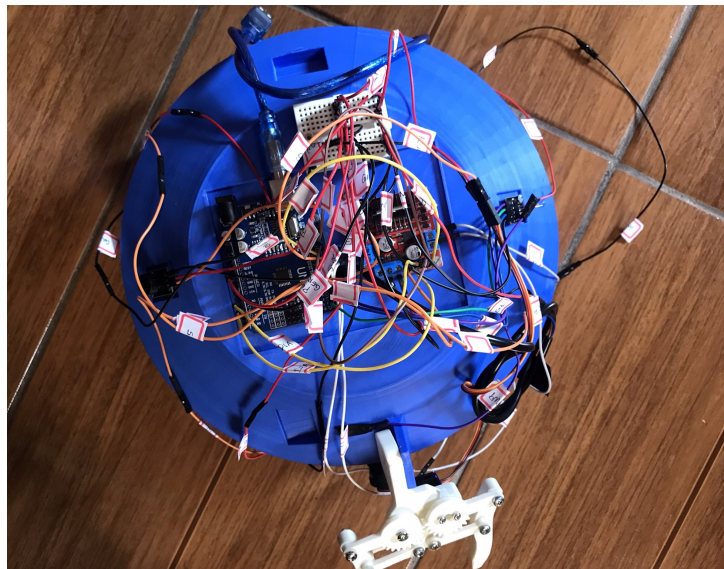
Figura 27 – Montagem da parte inferior do robô.



Fonte: Elaborado pelo autor.

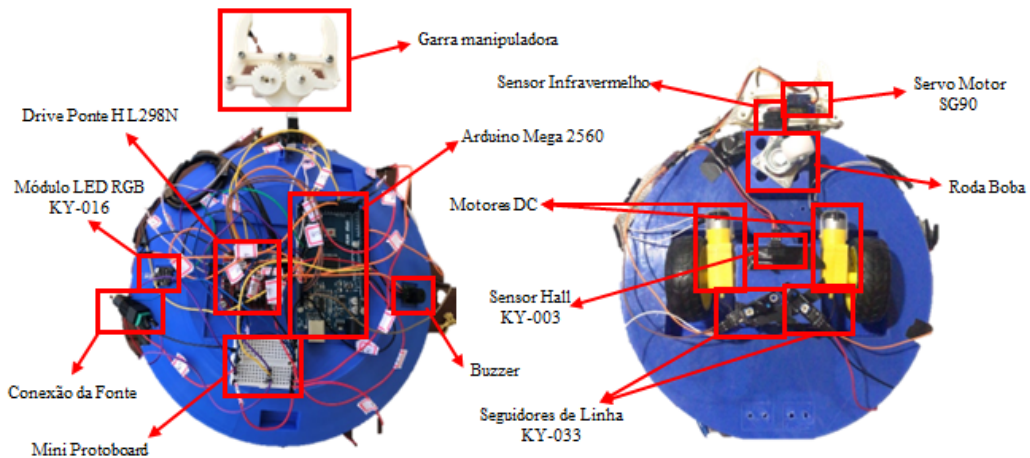
Continuando para a última fase de montagem, com o auxílio de etiquetas, identificou-se os fios de acordo com as TAGs definidas na Tabela 5 e conectou-se o restante dos sensores. Além disso, a garra foi fixada com parafusos na parte frontal. O resultado das conexões e da montagem final pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 – Robô montado com todas as conexões.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 29 observa-se o posicionamento de todos os componentes e acessórios utilizados para a montagem do Robô *Ovni*.

Figura 29 – Componentes e acessórios do Robô *Ovni*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Programação do Robô no *PictoBlox*

A nível de exemplificação e para testar a funcionalidade do Robô *Ovni* projetado, foi proposto a elaboração de um código de programação para executar o desafio da Missão 1. Através disso, será possível identificar possíveis melhorias e ajustes no projeto.

Para essa etapa, antes de apresentar o código principal para a execução prática das missões estabelecidas, houve a necessidade de implementar uma estrutura de três funções essenciais responsáveis por definirem os valores que os LEDs do módulo RGB irá receber. O código na Figura 30 demonstra essa estrutura. A variável *status* recebe um valor estipulado no código que deve ser 1 (para sinal alto), que indica se o LED deverá ascender ou 0 (para sinal baixo), que indica se o LED deverá estar apagado. Dessa forma, foram construídas as funções, uma para cada cor do módulo RGB. Cada LED possui uma saída diferente responsável por enviar uma resposta para o arduino. Nesse aspecto, a saída do módulo que identifica a cor vermelha, foi definida no pino 4 do arduino, a que identifica a cor verde, foi definida no pino 2 e a azul, definida no pino 3.

Figura 30 – Funções base para acionamento dos LEDs.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aproveitando o recurso disponível na plataforma *PictoBlox*, no bloco Variáveis, foram criadas três variáveis (Figura 31) para receberem a leitura dos sensores com o intuito de facilitar no momento da programação. São elas, Linha1, Linha2 e Tempo que representam, respectivamente, as variáveis para interpretar o seguidor de linha 1, o seguidor de linha 2 e um contador de execução de estrutura de código.

Figura 31 – Variáveis definidas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, também foi preciso definir a condição inicial do servo motor e dos motores no início do código para permitir a correta interpretação no decorrer da lógica. Tendo isso em vista, primeiramente, identificou-se que quando o servo motor está na posição de 0°, a garra manipuladora se fechava, e quando definida na posição 180°, ela abria.

Identificado essa situação, na Figura 32, vê-se o servo motor sendo conectado ao pino 10, com a posição inicial em 10°, para iniciar com a garra um pouco fechada. Foi acrescentado um tempo de espera de 3 segundos para que o programa comece a ser interpretado após ligar o arduino. Em relação aos contatos do Motor 1, estes foram conectados aos pinos digitais 22 e 23 do arduino. Para o controle da velocidade do Motor 1, o pino PWM 9 do arduino está sendo utilizado. Já para o Motor 2, os contatos dos motores estão conectados aos pinos 12 e 13 e a velocidade é controlada pelo PWM 11. Depois dessa leitura, antes de entrar no laço de repetição, o programa aguarda apenas 1 segundo para ler a próxima sequência lógica.

Figura 32 – Código das declarações iniciais.

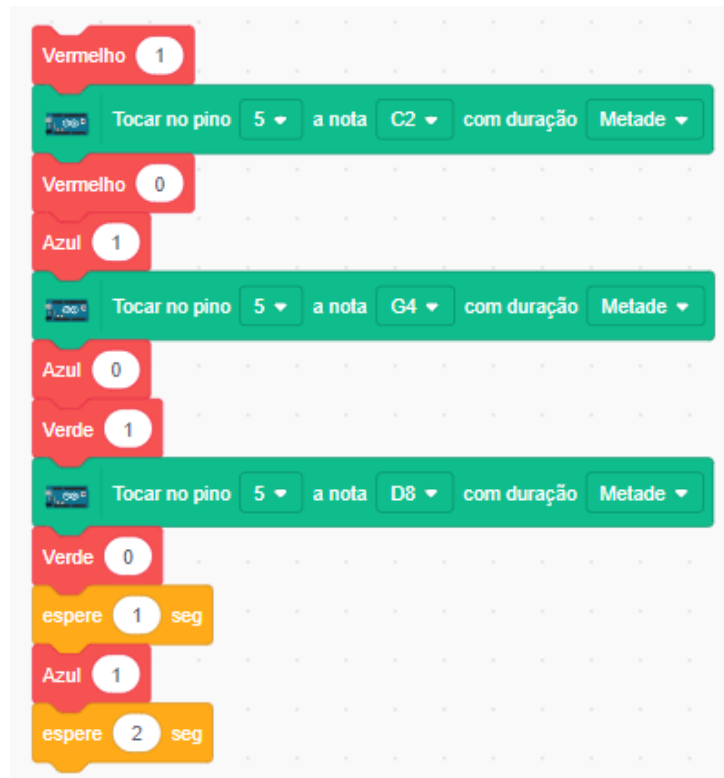


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com as funções criadas, as declarações e as condições iniciais estabelecidas corretamente, a próxima sequência lógica diz respeito à fase de inicialização e preparação do robô, de acordo com a sequência das missões indicadas na Tabela 4. A programação em blocos dessa lógica está representada na Figura 33. Importante entender no código que, para o *buzzer*, as notas C2, G4 e D8 representam, respectivamente, as notas musicais Dó grave, Sol médio e Ré agudo.

Para essa parte, a porta digital 5 está sendo usada para conectar o *buzzer*. Após passar um segundo da programação anterior, o robô então aciona o LED vermelho e o *buzzer* é ativado com uma nota grave. Logo em seguida, o LED vermelho se apaga para acionar o LED azul junto com uma nota de tom médio. Depois que a luz azul se apaga, a verde ascende e um som agudo é liberado do *buzzer*. Depois, o LED verde é apagado e espera-se 1 segundo para que o LED azul ascenda e permaneça aceso como forma de identificar que o robô está ligado, e aguarda 2 segundos para entrar na próxima fase de programação.

Figura 33 – Código de inicialização do Robô.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entrando propriamente na programação para execução da primeira missão, pode-se observar na Figura 34 o código responsável pela execução do desafio proposto para a Missão 1. A ordem de leitura do código é definida pela sequência dos números na parte superior de cada código. Nela, programa-se o funcionamento dos motores, permitindo a movimentação do robô de uma base para a outra. Nessa etapa, a garra já está pré-definida para iniciar fechada, bastando apenas colocar um objeto na frente para que o robô o leve até a outra base para concluir a missão.

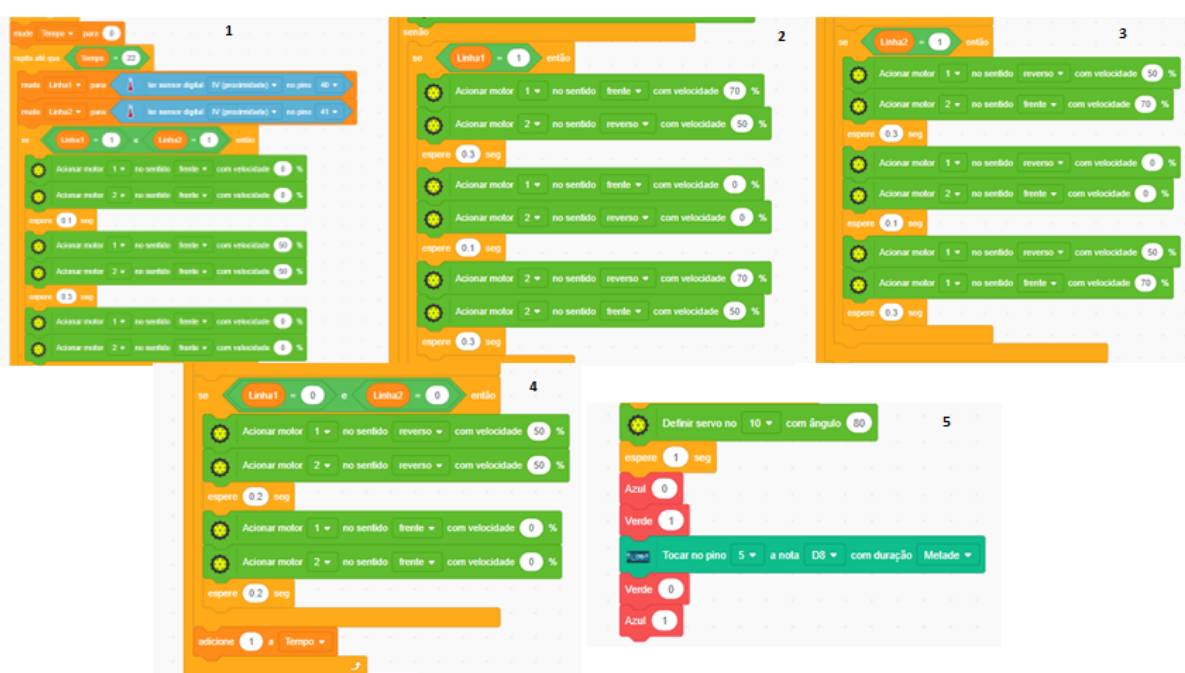
Os seguidores de linha foram conectados aos pinos 40 e 41 do arduino e as variáveis Linha1 e Linha2 recebem a leitura dos sensores. Caso haja leitura identificada pelos dois sensores, ou seja, em caso de detecção da cor preta da faixa do tapete temático, os motores 1 e 2 iniciam-se parados e são acionados logo após 0,1s para a frente com velocidade de 50% durante 0,3s e parando após esse tempo. Isso garante um pouco mais de precisão no movimento para evitar que o robô saia a todo momento da linha. Se apenas o sensor que envia informação para a variável Linha1 estiver na faixa preta, isso indica que o robô está se movimentando para a direita, ao tomar a garra como referência da parte frontal do robô. Nesse momento, o motor 1 gira para frente e o 2 para trás, com velocidades diferentes para permitir o giro adequado do robô, para que eles se centralize novamente na faixa preta.

Por outro lado, se apenas o outro sensor indicar leitura, uma situação contrária acontece, e para isso, é necessário inverter a lógica. Se ambos os seguidores estiverem na faixa branca,

indica que o robô ultrapassou o limite, portanto, é preciso que o robô volte um pouco até que ele encontre a faixa preta para seguir o seu caminho.

Toda essa lógica é executada até que a variável Tempo seja exatamente igual a 22, definido de forma empírica, que é a quantidade de vezes, em média, que o robô roda o laço de comando até chegar a próxima base. Ao sair desse laço, a garra se abre para que o objeto seja deixado por ali, e, após 1 segundo, o LED azul se apaga e o verde ascende, e uma nota aguda é emitida pelo *buzzer*. Isso é feito com a intenção de indicar que o desafio foi concluído com êxito. Logo em seguida, o LED verde apaga novamente e o azul volta a ascender.

Figura 34 – Código da Missão 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, conclui-se a proposta do desafio, indicando como a Missão 1 pode ser realizada. Vale ressaltar que a programação não se limita a essa solução, pois existem diversas formas de raciocínio para desenvolver um código que executará o desafio. O código completo em linguagem C++ pode ser encontrado na Seção 7 do artigo.

Novamente, é importante lembrar que este é apenas um exemplo de missão criada para exemplificar o trabalho e colocá-lo em prática em oficinas de RE. Nesse sentido, o criador é livre para desenvolver suas próprias missões, suas próprias regras e usar da criatividade para atingir o objetivo de ensinar robótica e conteúdos que envolvem as disciplinas *STEM*.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho ressaltou a importância da robótica educacional como um pilar fundamental para o aprendizado *STEM*, especialmente em contextos onde recursos financeiros são escassos. Ao projetar um robô em formato de *Ovni*, resgata-se a ideia de um aprendizado mais lúdico, e ao construí-lo por meio de material 3D, reassume-se o compromisso de trazer a proposta de um protótipo de baixo custo. Ao integrar os 11 dispositivos do robô com as plataformas Arduino e Scratch através do aplicativo *PictoBlox* para a implementação de práticas inovadoras e criativas, introduz-se conceitos técnicos de forma bem engajadora, enriquecendo significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, o desenvolvimento de um campo temático com 3 regiões que representam uma área do universo e a proposta de 2 missões permite um aprendizado mais lúdico. Após submeter o robô aos testes, apesar de ter obtido sucesso na programação e execução da missão de nível fácil, ainda sim foi identificadas algumas dificuldades na elaboração da programação em virtude da limitação dos blocos disponíveis para alguns sensores, como por exemplo, o sensor de cor, que restringe o seu uso no aplicativo e as diversas aplicações em que ele poderia ser abordado, propondo modelos de missões mais variados.

Portanto, é notório a importância do modelo de ensino baseado em problema no estímulo de habilidades críticas, como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico. Ao ampliar o acesso à Robótica Educacional, os alunos não estão apenas se preparando para um futuro tecnológico, mas também democratizando o conhecimento e criando oportunidades para que todos possam se beneficiar da educação *STEM*. Para tornar a experiência mais eficiente, o processo deve também envolver a colaboração entre educadores, instituições e comunidades, para que se possa garantir que essas iniciativas sejam sustentáveis e amplamente implementadas, transformando o cenário educacional e preparando as futuras gerações para os desafios do mundo contemporâneo.

6.1 Trabalhos Futuros

Para a continuação da presente pesquisa, propõe-se aperfeiçoar a quantidade de usos de sensores a serem integrados ao robô, buscando abranger outros tipos diferentes de componentes, como o sensor de cor, que não foi utilizado devido aos blocos do aplicativo não possuírem uma função crucial para o seu funcionamento, ou o sensor ultrassônico, por exemplo, para que seja possível construir missões mais criativas e interativas em que esses sensores possam ser utilizados.

Do mesmo modo, sugere-se um aperfeiçoamento do tapete temático utilizado, de forma que seja possível deixá-lo mais dinâmico, como, por exemplo, acrescentar automações nos campos, para abertura automática de portões quando o robô se aproximar do próximo cenário, objetos que ofereçam mais dinamismo aos campos, adicionar luzes para utilizar o máximo da

criatividade, pois, assim, seria muito mais interativo e atrativo, com cenários diferentes.

Além disso, outro ponto que vale a pena destacar é o conjunto de missões estabelecidas. É possível considerar acréscimo de missões, modelos diferentes, bastando usar a criatividade para inventar novos desafios e mais automatismo entre elas, de forma que o robô possa executar todas em sequência.

Ademais, apontam-se algumas melhorias que podem ser feitas, percebidas durante os testes e desenvolvimento da pesquisa, que estão apresentadas a seguir:

- Programação: sugere-se criação de blocos específicos na aba Meus Blocos presente no aplicativo *PictoBlox* para sensores que ainda não possuem blocos prontos ou que não funcionaram de forma adequada, na intenção de deixar o programa mais curto e simples caso haja a necessidade de utilizar a mesma função várias vezes;
- Design: o projeto mecânico pode ser repensado e melhorado, para facilitar a dinâmica de movimentação do robô ou para torná-lo um robô seja modular, com várias peças para encaixe, a fim de deixá-lo um pouco mais dinâmico e robusto, podendo ser aproveitado para diversas missões. Além disso, a utilização de motores com *encoder* para assegurar a precisão na posição do robô. Nesse tópico, vale também repensar na forma de fixação dos componentes, para que seja mais simples e a localização dos mesmos para reduzir o número de conectores.

Tais pontos identificados também elevam a qualidade do produto a ser oferecido, objetiva a redução de custo e o torna mais acessível para inúmeras escolas. Dessa forma, seria possível montar um *kit* interessante com diversos recursos que podem ser utilizados conforme a criatividade para tornar o aprendizado *STEM* muito mais prático e lúdico.

REFERÊNCIAS

- ALIMISIS, D. Educational robotics: Open questions and new challenges. **Themes in Science and Technology Education**, v. 6, p. 63–71, 01 2013. Citado na página 8.
- ALVES, R. M.; SILVA, A.; PINTO, M. C.; SAMPAIO, F. F.; ELIA, M. F. Uso do hardware livre arduino em ambientes de ensino-aprendizagem. **Atas da Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 163–167, 2012. Citado na página 13.
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. **São Paulo**, 1982. Citado na página 15.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica**. Penso Editora, 2020. (Desafios da Educação). ISBN 9786581334062. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=rujcDwAAQBAJ>>. Citado na página 16.
- BRITO, F. **Sensores e atuadores**. Érica, 2017. ISBN 9788536531946. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=w4ywDwAAQBAJ>>. Citado na página 22.
- BYBEE, R. W. **The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities**. [S.l.]: NSTA Press, 2013. Citado na página 15.
- CAMPOS, F. R. **A robótica para uso educacional**. [S.l.]: Editora Senac São Paulo, 2019. Citado na página 16.
- CHIN, K.-Y.; HONG, Z.-W.; CHEN, Y.-L. Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education. **IEEE Transactions on learning technologies**, IEEE, v. 7, n. 4, p. 333–345, 2014. Citado na página 13.
- DUSO, G. B. Robótica educacional na escola: desenvolvendo o raciocínio na educação infantil. 2018. Citado na página 13.
- FORD, J. **Legó Mindstorms NXT 2.0 for Teens**. Cengage Learning, 2011. (For Teens Series). ISBN 9781435454804. Disponível em: <<https://books.google.li/books?id=6UT7QQAACAAJ>>. Citado na página 17.
- FRANÇA, R.; AMARAL, H. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In: **Anais do XIX Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2013. p. 179–188. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16659>>. Citado na página 12.
- GUIMARÃES, M. R. **Uso do Scratch e Arduino para desenvolvimento do raciocínio lógico**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. Citado na página 12.
- JUNIOR, A.; RIVERA, J. Computação física: Uma proposta de livro para a formação de professores utilizando arduino e pictoblox. In: **Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 877–888. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/26369>>. Citado na página 13.
- JUNIOR, E. dos P. N.; VAZ, C. L. D. **Guia de Impressão**. [S.l.]: EditAedi, 2020. Citado na página 26.

MARJI, M. **Aprenda a Programar com Scratch: Uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática**. [S.l.]: Novatec Editora Ltda., 2014. Citado na página 18.

MASSA, N. P.; OLIVEIRA, G. S. de; SANTOS, J. A. dos. O construcionismo de seymour papert e os computadores na educação. **Cadernos da FUCAMP**, v. 21, n. 52, 2022. Citado na página 16.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. [S.l.]: Novatec Editora Ltda., 2015. Citado na página 17.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense Universtária, 1999. Citado na página 8.

SAPOUNIDIS, T.; ALIMISIS, D. Educational robotics for stem: A review of technologies and some educational considerations. In: **Science and mathematics education for 21st century citizens: Challenges and ways forward**. [S.l.]: Nova Science Publishers Hauppauge, NY, USA, 2020. p. 167–190. Citado na página 13.

SHEPHERD, W.; HULLEY, L.; LIANG, D. **Power Electronics and Motor Control**. Cambridge University Press, 1995. (Power Electronics and Motor Control). ISBN 9780521478137. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UEqt1-gEQbUC>>. Citado na página 23.

SUSILO, E. *et al.* esmac: an affordable modular robotic kit for integrated stem education. 2016. Citado na página 13.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. de. **Sensores industriais : Fundamentos e aplicações**. Saraiva Educação S.A., 2020. ISBN 9788536533247. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=1qgPEAAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.

UNBEHAUM, S.; GAVA, T. M.; ARTES, A. **Panorama de educação STEM no Brasil: Ensino de ciências e suas tecnologias no Brasil: análise de 2010 a 2020**. São Paulo, SP : British Council Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.britishcouncil.org.br/sites/default/files/relatorio_completo_panorama_stem_0.pdf>. Citado na página 8.

VIEIRA, K. V. da F.; RIBEIRO, T. T.; RÊGO, T. dos S.; VIEIRA, K. C. B.; JR, A. P. Engenheiros do futuro: RobÓtica educacional para alunos do ensino fundamental usando a plataforma arduino. 2019. Citado na página 13.

WEGNER, D. D. S.; HEINRICHS, L. F.; WAWGINIAKS, V. Robocalc: Calculando com as cores. **Feira Regional de Matemática**, v. 2, n. 2, 2018. Citado na página 12.

WING, J. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, p. 33–35, 03 2006. Citado na página 15.

YUMISACA, A. E. O. **Propuesta didáctica para el desarrollo del Pensamiento Computacional mediante la programación visual por bloques**. Dissertação (B.S. thesis) — Riobamba, 2024. Citado na página 12.

ZANETTI, H. A. P.; BORGES, M. A. F.; LEAL, V. C. G.; MATSUZAKI, I. Y. Proposta de ensino de programação para crianças com scratch e pensamento computacional. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 4, n. 1, p. 43–58, dez. 2017. Disponível em: <<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14484>>. Citado na página 12.

ZHONG, B.; XIA, L. A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 18, 11 2018. Citado na página 12.

7 APÊNDICE A - CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO COMPLETO

Nesta seção é disponibilizado o código completo utilizado durante a fase de programação do robô na linguagem C++, gerado automaticamente pela plataforma *PictoBlox*.

```
//This c++ code is generated by PictoBlox
```

```
//Included Libraries
```

```
#include <Servo.h>
```

```
#include <motor.h>
```

```
//MACROS are defined here
```

```
Servo Servo10;
```

```
Motor Motor1(22, 23, 9);
```

```
Motor Motor2(12, 13, 11);
```

```
//Global Variables are declared here
```

```
float Tempo;
```

```
float Linha1;
```

```
float Linha2;
```

```
//User Defined Functions
```

```
void Vermelho_n(double status) {
```

```
    if((status == 1)) {
```

```
        digitalWrite(4, true);
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        digitalWrite(4, false);
```

```
    }
```

```
}
```

```
void Azul_n(double status) {
```

```
    if((status == 1)) {
```

```
        digitalWrite(3, true);
```

```
    }
```

```
    else {
```

```
        digitalWrite(3, false);
```

```
    }
```

```
}
```

```
void Verde_n(double status) {
```

```
    if((status == 1)) {
```

```
    digitalWrite(2, true);
}
else {
    digitalWrite(2, false);
}
}

void setup() {
    //put your setup code here, to run once:
    Servo10.attach(10);
    pinMode(4, OUTPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(3, OUTPUT);
    pinMode(2, OUTPUT);
    pinMode(40, INPUT);
    pinMode(41, INPUT);

    delay(3 * 1000);
    Servo10.write(10);
    delay(1 * 1000);
    Vermelho_n(1);
    tone(5, 65, 500);
    delay(500);
    Vermelho_n(0);
    Azul_n(1);
    tone(5, 392, 500);
    delay(500);
    Azul_n(0);
    Verde_n(1);
    tone(5, 4699, 500);
    delay(500);
    Verde_n(0);
    delay(1 * 1000);
    Azul_n(1);
    delay(2 * 1000);
    Tempo = 0;
    while(!(Tempo == 22)) {
        Linha1 = digitalRead(40);
        Linha2 = digitalRead(41);
```

```
if(((Linha1 == 1) && (Linha2 == 1))) {
    Motor1.moveMotor(2.55*0);
    Motor2.moveMotor(2.55*0);
    delay(0.1 * 1000);
    Motor1.moveMotor(2.55*50);
    Motor2.moveMotor(2.55*50);
    delay(0.3 * 1000);
    Motor1.moveMotor(2.55*0);
    Motor2.moveMotor(2.55*0);
}
else {
    if((Linha1 == 1)) {
        Motor1.moveMotor(2.55*70);
        Motor2.moveMotor(-2.55*50);
        delay(0.3 * 1000);
        Motor1.moveMotor(2.55*0);
        Motor2.moveMotor(-2.55*0);
        delay(0.1 * 1000);
        Motor2.moveMotor(-2.55*70);
        Motor2.moveMotor(2.55*50);
        delay(0.3 * 1000);
    }
    if((Linha2 == 1)) {
        Motor1.moveMotor(-2.55*50);
        Motor2.moveMotor(2.55*70);
        delay(0.3 * 1000);
        Motor1.moveMotor(-2.55*0);
        Motor2.moveMotor(2.55*0);
        delay(0.1 * 1000);
        Motor1.moveMotor(-2.55*50);
        Motor1.moveMotor(2.55*70);
        delay(0.3 * 1000);
    }
}
if(((Linha1 == 0) && (Linha2 == 0))) {
    Motor1.moveMotor(-2.55*50);
    Motor2.moveMotor(-2.55*50);
    delay(0.2 * 1000);
    Motor1.moveMotor(2.55*0);
```

```
    Motor2.moveMotor(2.55*0);
    delay(0.2 * 1000);
}
Tempo += 1;
}
Servo10.write(80);
delay(1 * 1000);
Azul_n(0);
Verde_n(1);
tone(5,4699,500);
delay(500);
Verde_n(0);
Azul_n(1);
}

void loop() {
    //put your main code here, to run repeatedly:
}
```