

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TRIÂNGULO MINEIRO - *CAMPUS* UBERABA**
Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica
Mestrado Profissional em Educação Tecnológica

FERNANDO PAULA FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CURSO DE ROBÓTICA
EDUCACIONAL COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA O
ENSINO DE PROGRAMAÇÃO E ELETRÔNICA**

UBERABA - MG
2023

FERNANDO PAULA FERREIRA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CURSO DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL COM MATERIAIS DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO E ELETRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba, como requisito para obtenção de título de Mestre em Educação Tecnológica.

Área de Concentração: Tecnologias da Informação e Comunicação.

Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), inovação tecnológica e mudanças educacionais.

Orientadora: Profa. Dra. Danielli Araújo Lima

UBERABA - MG

2023

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM –
Campus Uberaba-MG

F414d Ferreira, Fernando Paula
Desenvolvimento e avaliação de um curso de robótica educacional
com materiais de baixo custo para o ensino de programação e eletrônica /
Fernando Paula Ferreira – 2023.
150 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Danielli Araújo Lima
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Tecnológica) -
Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberaba- MG, 2023.

1. Robótica na educação de baixo custo. 2. Programação por blocos.
3. Aprendizado interdisciplinar. 4. Pensamento crítico e computacional.
5. Metodologia ativa. I. Lima, Danielli Araújo. II. Título.

CDD 629.892

RESPONSÁVEIS PELA PESQUISA

PESQUISADOR

Fernando Paula Ferreira

Graduado em Engenharia de Computação

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)

Campus Uberaba / Uberaba - MG

Contato: fernandoferreira@iftm.edu.br

ORIENTADORA

Profa. Dra. Danielli Araújo Lima

Cientista da Computação, Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação

Pós-doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)

Campus Patrocínio / Patrocínio – MG

Contato: danielli@iftm.edu.br

FERNANDO PAULA FERREIRA

Desenvolvimento e avaliação de um curso de robótica educacional com materiais de baixo custo para o ensino de programação e eletrônica

FOLHA DE APROVAÇÃO DEFESA DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 30/08/2022

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e orientador:

Profª Drª Danielli Araújo Lima

IFTM Campus Patrocínio

Membro Titular

Prof. Dr. Bruno Pereira Garcês

IFTM Campus Uberaba

Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Vinícius de Souza Toledo

IFMG – Campus Avançado Ponte Nova

Local: Sala de Videoconferência - Google meet

MARCOS VINÍCIUS DE SOUZA TOLEDO
IFMG-CAMPUS PONTE NOVA - MEMBRO EXTERNO DE BANCA DE DEFESA/QUALIFICAÇÃO
MESTRADO/ESPECIALIZAÇÃO



Documento assinado eletronicamente por BRUNO PEREIRA GARCÊS, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 31/08/2023, às 11:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

DANIELLI ARAUJO LIMA
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por DANIELLI ARAUJO LIMA, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 01/09/2023, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://www.iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **70A04DA** e o código CRC **29E3C3CF**.

Referência: NUP: 23200.006645/2023-08

DOCS nº 0000517001

Dedico este trabalho a minha família e aos meus
amigos, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida. Aos meus pais Marilda (em memória) e José que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Danielli Araújo Lima por aceitar conduzir a minha dissertação de mestrado, obrigada pela dedicação, paciência e orientações. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

Gostaria de expressar também meus sinceros agradecimentos aos membros da banca examinadora pela sua presença e pelas valiosas contribuições que ofereceram durante a minha defesa da dissertação de mestrado. Suas perguntas e comentários foram extremamente úteis para ampliar minha compreensão sobre o tema estudado e para identificar possíveis melhorias no meu trabalho. Suas sugestões me inspiraram a continuar a aprimorar minhas habilidades e a buscar novas oportunidades de aprendizado. Novamente, meu sincero agradecimento por seu tempo, energia e dedicação ao processo de avaliação do meu trabalho.

Agradeço também ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, que me proporcionou um ensino de qualidade. A todos os professores pelos ensinamentos, e conhecimentos adquiridos. Agradeço também a todos os funcionários que trabalham na instituição e que sempre me trataram com atenção.

“Os que desprezam os pequenos acontecimentos
nunca farão grandes descobertas. Pequenos
momentos mudam grandes rotas.”

(Augusto Cury)

RESUMO

A robótica é uma área em crescimento com potencial para transformar a indústria e a sociedade. No entanto, muitas escolas públicas brasileiras carecem de recursos para investir em tecnologia avançada, limitando o acesso dos alunos. O desenvolvimento de projetos de robótica de baixo custo se apresenta como uma solução acessível para fomentar a aprendizagem de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, preparando os alunos para o futuro mercado de trabalho. Esta dissertação de mestrado aborda a pesquisa sobre o uso de kits robóticos na educação, com foco em materiais de custo reduzido e programação por blocos. O objetivo foi compreender o panorama para desenvolver e avaliar um curso de robótica educacional com materiais acessíveis sob duas perspectivas: professor e alunos. A pesquisa incluiu revisão da literatura sobre kits de baixo custo na educação e a adaptação de materiais econômicos para robótica. Um curso de extensão em robótica educacional para o ensino fundamental foi criado e implementado em uma escola pública. Em seguida, ao final do curso, um questionário foi aplicado aos estudantes e os dados foram minerados quantitativamente para analisar os atributos ligados ao sucesso ou insucesso do aluno, além da avaliação do próprio projeto. A revisão sistemática da literatura apresentou o estado atual do aprendizado em robótica educativa. Por isso, podemos dizer que neste trabalho a metodologia empregada foi qualitativa, usando revisão bibliográfica, relato de experiência do professor e questionários aplicados aos estudantes. Além disso, foram detalhados os materiais necessários para um projeto de robótica de baixo custo, incluindo ferramentas, softwares e dispositivos eletrônicos, além de um guia de montagem. Os resultados indicam que os kits robóticos podem motivar e promover aprendizado interdisciplinar, bem como desenvolver habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico. Adicionalmente, uma análise de forças e fraquezas foi conduzida, seguida por uma avaliação técnica do projeto. Por fim, diretrizes e cartilhas para docentes foram criadas com base nessa análise, revisão literária e relato de experiência, visando incentivar o ensino de robótica nas escolas e a adoção dos kits robóticos como metodologia ativa. Conclui-se que os kits robóticos podem enriquecer o ensino-aprendizagem quando selecionados e planejados adequadamente, e com formação apropriada para os educadores.

Palavras-chave: Robótica na educação de baixo custo; programação por blocos; aprendizado interdisciplinar; pensamento crítico e computacional; metodologia ativa.

ABSTRACT

Robotics is a growing area with the potential to transform industry and society. However, many Brazilian public schools lack the resources to invest in advanced technology, limiting student access. The development of low-cost robotics projects is presented as an accessible solution to encourage the learning of science, technology, engineering, arts and mathematics, preparing students for the future job market. This master's thesis addresses research on the use of robotic kits in education, focusing on low-cost materials and block programming. The objective was to understand the scenario to develop and evaluate an educational robotics course with accessible materials from two perspectives: teacher and students. The research included a literature review on low-cost kits in education and the adaptation of cost-effective materials for robotics. An extension course in educational robotics for elementary school was created and implemented in a public school. Then, at the end of the course, a questionnaire was applied to the students and the data were quantitatively mined to analyze the attributes linked to the success or failure of the student, in addition to the evaluation of the project itself. The systematic review of the literature presented the current state of learning in educational robotics. Therefore, we can say that in this work the methodology used was qualitative and quantitative, using a bibliographical review, the teacher's experience report and questionnaires applied to the students. In addition, the necessary materials for a low-cost robotics project were detailed, including tools, software and electronic devices, as well as an assembly guide. The results indicate that robotic kits can motivate and promote interdisciplinary learning, as well as develop skills such as teamwork, problem solving and critical thinking. Additionally, a strengths and weaknesses analysis was conducted, followed by a technical evaluation of the project. Finally, guidelines and booklets for teachers were created based on this analysis, literature review and experience report, aiming to encourage the teaching of robotics in schools and the adoption of robotic kits as an active methodology. It is concluded that robotic kits can enrich teaching-learning when properly selected and planned, and with appropriate training for educators.

Keywords: Low-cost robotics in education; block programming; interdisciplinary learning; computational and critical thinking; active methodology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo para realização de revisão sistemática da literatura, os desenhos dos ícones de bonecos representam as peças executadas manualmente, enquanto as peças com engrenagem representam as peças executadas automaticamente.	37
Figura 2 – Percentual dos 1080 artigos a serem analisados.	41
Figura 3 – Percentual de artigos selecionados e rejeitados na etapa de seleção e critérios de leitura que foram definidos manualmente.	42
Figura 4 – Percentual de artigos selecionados e rejeitados na etapa de extração e critérios de leitura que foram definidos manualmente.	43
Figura 5 – Mapa mundial mostrando a distribuição dos autores de artigos sobre robótica educativa na RSL.	51
Figura 6 – Grafo de relação entre o ano de publicação, as palavras chave, os critérios de inclusão e exclusão, os autores e a base de busca utilizados na RSL de robótica educativa.	52
Figura 7 – Grafo que determina a relação entre os atributos e os artigos.	52
Figura 8 – Nuvens de palavras dos artigos extraídos e aceitos na fase final.	53
Figura 9 – Distribuição ao longo dos anos das publicações selecionadas na RSL.	54
Figura 10 – Metodologia de pesquisa em nove passos: da revisão sistemática à elaboração de diretrizes para a robótica educativa como metodologia ativa na escola.	59
Figura 11 – Representações de algumas etapas aplicadas durante a execução do projeto.	65
Figura 12 – Comparação de programação em código e programação em bloco.	66
Figura 13 – Exemplificação dos ambientes integrados de desenvolvimento usados na sala de aula.	68
Figura 14 – Exemplos de hardware usados como materiais para o projeto de extensão.	70
Figura 15 – Circuitos usados na prototipagem do braço robótico.	71
Figura 16 – Material de corte de peças em MDF para robótica.	73
Figura 17 – Base - Movimento Base; Shoulder - Movimento Ombro; Elbow - Movimento Cotovelo; Gripper - Movimento Garra.	76
Figura 18 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento base: primeira parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	77
Figura 19 – Montagem da estrutura da base do robô: segunda parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	78
Figura 20 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento ombro: terceira parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	79
Figura 21 – Montagem do acoplamento do Motor Servo do movimento ombro: quarta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	80
Figura 22 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento cotovelo: quinta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	81
Figura 23 – Montagem da estrutura do movimento cotovelo: sexta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	82
Figura 24 – Montagem da estrutura base junto a estrutura cotovelo: sétima parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	83
Figura 25 – Continuação da montagem do movimento base e cotovelo: oitava parte do guia didático de montagem do motor em MDF.	84

Figura 26 – Montagem da estrutura cotovelo e ombro: nono passo do guia didático de montagem do motor em MDF.	85
Figura 27 – Fixação com os parafusos a estrutura base e cotovelo e montagem do Motor Servo responsável pela garra: décimo passo do guia didático de montagem do motor em MDF.	86
Figura 28 – Montagem da estrutura da garra: décimo primeiro passo do guia didático de montagem do motor em MDF.	87
Figura 29 – Finalização da montagem do robô: décimo segundo passo do guia didático de montagem do motor em MDF.	88
Figura 30 – Primeira parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.	98
Figura 31 – Segunda parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.	99
Figura 32 – Terceira parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.	100
Figura 33 – Quarta parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.	101
Figura 34 – Workflow construído no KNIME para obter o resultado da árvore de decisão.	104
Figura 35 – Resultados obtidos a partir do Random Forest realizado por meio de 5 árvores de decisão.	105
Figura 36 – Atributos mais relevantes para a análise de dados que foi realizada para determinar o sucesso ou fracasso do aluno.	108
Figura 37 – Conjunto de diretrizes que podem ser aplicadas em sala de aula em caso de projeto de robótica educativa.	123
Figura 38 – Primeira parte do storyboard sobre as sugestões que os professores devem seguir para a implementar projetos de robótica nas escolas.	130
Figura 39 – Segunda parte do storyboard sobre as sugestões que os professores devem seguir para a implementar projetos de robótica nas escolas.	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de arquivos científicos retornados por base de dados.	40
Tabela 2 – Quadro teórico que resume todos os artigos selecionados na revisão sistemática da literatura.	50
Tabela 3 – Materiais para confecção da Placa de Programação.	71
Tabela 4 – Tabela detalhada de gastos de todos componentes.	72
Tabela 5 – Materiais para confecção da Placa de Programação.	72
Tabela 6 – Métricas da árvore de decisão para os dados treinados.	106
Tabela 7 – Matriz SWOT para análise de Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças.	117
Tabela 8 – Avaliação de análise da matriz SWOT para avaliar o risco de cada item. . . .	117
Tabela 9 – Modo de Falha e Análise Eficaz.	118

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABREVIATURAS

art.	Artigo
cap.	Capítulo
fig.	Figura
sec.	Seção

SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EPS	<i>Encapsulated PostScript</i>
PDF	Formato de Documento Portátil, do inglês <i>Portable Document Format</i>
PS	<i>PostScript</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
ACM	Association for Computing Machinery
API	Application Programming Interface
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CE	Critérios de Exclusão
CI	Critérios de Inclusão
CT	Pensamento Computacional
DT	Decision Tree
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FN	False Negative
FOFA	Forças Oportunidades Fraquezas e Ameaças
FP	False Positive
HW	Hardware
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
LED	Light Emitting Diode
MDF	Medium Density Fiberboard
MD	Mineração de Dados
PVC	Policloreto de Vinila
RE	Robótica Educativa
RF	Random Forest
RP	Robótica Pedagógica

RPN	Risk Priority Number
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
SW	Software
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TN	True Negativa
TP	True Positive
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
VPL	Visual Programming Language
VREP	Virtual Robot Experimentation Platform

ACRÔNIMOS

KNIME	Plataforma livre e de código aberto de análise de dados, construção de relatórios e integração de dados.
StArt	Plataforma livre State of the Art through Systematic Review.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	TEMA E PROBLEMA	20
1.2	HIPÓTESE E QUESTÕES DE PESQUISA	21
1.3	JUSTIFICATIVA	21
1.4	OBJETIVOS	22
1.4.1	Objetivo Geral	22
1.4.2	Objetivos específicos	22
1.5	ESTRUTURA DO TEXTO	23
I	ESTADO DA ARTE	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	DEFINIÇÕES	25
2.1.1	Histórico da Robótica	25
2.1.2	Componentes de Robótica	26
2.1.2.1	Componentes de software	26
2.1.2.2	Componentes de hardware	28
2.1.3	Robótica Pedagógica na Educação	30
2.1.4	Base Nacional Comum Curricular	31
2.1.5	Robótica como metodologia ativa	33
2.1.6	Sustentabilidade e Kits Robóticos Escolares	35
2.2	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	36
2.2.1	Planejamento	38
2.2.1.1	Protocolo	38
2.2.1.2	Critérios de inclusão e exclusão da base de dados	40
2.3	EXECUÇÃO	40
2.3.1	Identificação de Estudos	40
2.3.2	Seleção	41
2.3.3	Extração	42
2.4	SUMARIZAÇÃO	43
2.4.1	Discussão de Artigos	44
2.4.2	Quadro Teórico	49
2.4.3	Visualização de dados	49
2.5	LIÇÕES APRENDIDAS	54
II	DESENVOLVIMENTO	57
3	MATERIAIS E MÉTODOS	58
3.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
3.1.1	Tipo de Pesquisa	59
3.1.2	Amostragem	61
3.1.3	Instrumentos de coleta de dados	61
3.1.4	Procedimentos de coleta de dados	61

3.1.5	Análise de Dados	62
3.1.6	Limitações metodológicas	62
3.1.7	Cronograma de execução do projeto	62
3.1.8	Informações pedagógicas sobre o projeto de extensão	64
3.2	MATERIAIS	66
3.2.1	Softwares	67
3.2.1.1	Ambiente de desenvolvimento integrado	67
3.2.1.2	Ardublock	67
3.2.2	Hardware	68
3.2.2.1	Arduino	69
3.2.2.2	Motor Servo	69
3.2.2.3	Placa de Aprendizado em Programação em Bloco	70
3.2.2.4	Placa de Gerenciamento Braço Robótico	72
3.2.2.5	Estrutura do Braço Robótico	73
3.2.2.6	Elementos de fixação em robótica	74
3.3	GUIA TÉCNICO DE ROBÓTICA	75
3.3.1	Montagem do hardware robótico	75
3.3.2	Controlador Braço Robótico desenvolvido	76
3.3.3	Protótipo do controlador robótico	89
3.4	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	90
4	ANÁLISE DE DADOS COLETADOS	91
4.1	QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES	92
4.2	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	96
4.3	ANÁLISE DE RESPOSTAS	97
4.4	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS POR FLORESTA ALEATÓRIA .	102
4.4.1	Preparação e aplicação da floresta aleatória	103
4.4.2	Lições aprendidas com a floresta aleatória	106
4.5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	107
5	PRODUTO EDUCACIONAL	110
5.1	RELATO DE EXPERIÊNCIA	110
5.2	ANÁLISE TÉCNICA DO PROJETO	114
5.2.1	Análise de Incertezas	117
5.2.2	Plano de ação	118
5.3	DIRETRIZES	120
5.4	CARTILHA DIDÁTICA	123
5.5	STORYBOARD	129
5.6	DISCUSSÕES SOBRE A EXECUÇÃO DO PROJETO	129
III	CONCLUSÃO	134
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
6.1	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES	137
6.2	TRABALHOS FUTUROS	138
	REFERÊNCIAS	139

1 INTRODUÇÃO

A busca por novos métodos de ensino que facilitem o aprendizado do discente aumenta cada vez mais entre os pesquisadores que se preocupam em investigar e trazer métodos que facilitem e contribuam no ambiente educacional, visando a melhoria do ensino e apresentação de ferramentas que auxiliem os professores (LAISA, 2018). Estudos demonstram que os jovens normalmente não se mostram interessados em aulas com abordagens tradicionais (NASCIMENTO *et al.*, 2022; AURELIANO; TEDESCO, 2012). Porém, a robótica pedagógica introduzida nas aulas torna o ambiente de aprendizagem mais interessante conseguindo atrair a atenção desses jovens. Além da parte motivacional e aquisição de conhecimento, contribui-se para construção de um ambiente de trabalho colaborativo, o que normalmente não é comum em aulas de dinâmica convencional (ZANETTI, 2015).

Neste contexto a robótica pedagógica que pode ser definida segundo (D'ABREU; BASTOS, 2015), como: “uma área do conhecimento que busca utilizar conceitos das engenharias e de outras ciências na construção, automação e controle de dispositivos robóticos com finalidade educacional”. Pode-se afirmar que: a robótica pedagógica tem o poder de auxiliar na educação e interação dos discentes e professores dentro da sala de aula, conduzindo-os a uma representação de problemas do mundo real, onde são levantadas questões científicas que serão resolvidas por meio de brincadeiras, mas sempre com o objetivo sério, onde a brincadeira com a realidade permite ao discente fomentar seu entendimento e conhecimento (SILVA; OLIVEIRA, 2019; BARBOSA *et al.*, 2020). Então, a robótica pedagógica pode auxiliar a estratégia de ensino de forma que as atividades sejam realizadas de uma maneira mais livre possível, onde irá permitir ao discente encontrar uma melhor maneira de entender os problemas e assim moldar o seu conhecimento e aprendizagem (REINOSO *et al.*, 2012). Aprendizagem em programação não é algo fácil, pois nos deparamos com temas de lógica de programação que não estamos acostumados a ver em nosso ensino no decorrer dos anos, a não ser em cursos de nível técnico ou superior na área de informática (ZANETTI, 2015).

Segundo (GOMES; MELO, 2013) App Inventor¹ vem adquirindo espaço devido a sua grande aceitação na área de programação, pois esse possibilita que discentes desenvolvam aplicações Android de maneira fácil, e sem a necessidade de um conhecimento profundo em programação (GOMES; MELO, 2013). O App Inventor foi criado, em meados de 2010 (GO-

¹ App Inventor, criado por (INVENTOR; EXPLORE, 2017) Massachusetts Institute of Technology (MIT).

MES; MELO, 2013; INVENTOR; EXPLORE, 2017), e vem sendo muito utilizado para o ensino de lógica de programação (GOMES; MELO, 2013). Isso porque, basta seus utilizadores um conhecimento mínimo de programação para que se possa programar com a ferramenta, sendo este o maior diferencial da mesma, possibilitando com que pessoas com pouco conhecimento na temática, iniciem no mundo da programação (LIMA *et al.*, 2021). Tal conhecimento pode ser adquirido apenas com algumas explicações básicas, que dão uma noção geral da ferramenta: como programar logicamente; o que é a ferramenta; como fazer o design da tela; como programar as funcionalidades das aplicações montando blocos (FINIZOLA *et al.*, 2014). Contudo estas duas modalidades de ensino: Robótica Pedagógica e Lógica de Programação, nos trazem grandes desafios. O maior deles, talvez, seja implementar essas duas modalidades de forma integradas. Neste sentido, busca-se fugir de um paradigma educacional baseado, na fragmentação de conteúdos, o qual segue uma lógica positivista e que está enraizado, em práticas pedagógicas conservadoras e tradicionais (CAMBRUZZI; SOUZA, 2015).

A robótica pedagógica de baixo custo, pensamento computacional e lógica de programação são temas muito relevantes no campo da educação com metodologias ativas (LIMA *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2019). A robótica pedagógica é uma área crescente e fascinante que tem conquistado a atenção de educadores e discentes em todo o mundo. Com o objetivo de oferecer uma educação mais prática e interativa, a robótica pedagógica combina o ensino de conceitos STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) com a construção e programação de robôs (FERREIRA *et al.*, 2019). Essa abordagem única envolvem os discentes em um ambiente de aprendizagem dinâmico e lhes proporcionam habilidades importantes, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração em equipe (LIMA *et al.*, 2021).

Além disso, a robótica pedagógica de baixo custo também tem sido utilizada para incentivar os discentes a se envolverem em atividades práticas e criativas que estimulem o aprendizado de habilidades importantes, como a resolução de problemas e o trabalho em equipe (SOARES *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2017). O pensamento computacional é uma habilidade importante que envolve a capacidade de resolver problemas usando técnicas de computação, como algoritmos, abstração e decomposição de problemas. A lógica de programação é uma habilidade fundamental para a criação de programas e sistemas de software, envolvendo a utilização de técnicas para estruturar o pensamento e desenvolver soluções eficientes e eficazes (SOARES *et al.*, 2021). Todos esses conceitos estão relacionados e podem ser explorados de forma interativa através da robótica educativa de baixo custo, oferecendo uma oportunidade

única para aprimorar a aprendizagem dos discentes e prepará-los para os desafios do mundo moderno.

Neste contexto, acredita-se que o caminho para se alcançar uma maior integração entre conhecimentos científicos e profissionais passa, inicialmente, pela mudança de práticas pedagógicas baseada num paradigma de transmissão de conhecimentos para um modelo de educação que favoreça a construção de conhecimentos (ALVES; LIMA, 2018; LIMA *et al.*, 2017). Neste sentido, deve-se buscar práticas pedagógicas assentadas nesta perspectiva, as quais permitam a convergência e a integração de vários conhecimentos, em torno de objetos de investigação para a resolução de situações-problema (MACEDO *et al.*, 2009).

Desta forma, este trabalho propõe a discussão de como a Robótica Pedagógica integrada a Lógica programação, por meio da aprendizagem por projetos, pode ser um caminho para promover a integração entre conhecimentos científicos e profissionais, objetivando a formação humana, crítica e cognitivo de um grupo de discente. Assim, este trabalho é proposto no sentido de investigar como a Robótica Pedagógica, Pensamento Computacional e a Lógica de Programação por meio da aprendizagem, pode ser utilizada como recurso que auxilie na formação crítica e cognitivo de um grupo de discentes do Ensino Fundamental em uma escola pública estadual. A construção do conhecimento será pautada em uma revisão sistemática da literatura. Além disso, outra fonte de conhecimento para a contribuição da pesquisa será o relato de experiência de um professor em curso de robótica educativa para discentes do ensino fundamental, considerando-se o uso de kits robóticos de baixo custo e que serão um dos aspectos relevantes a serem considerados na análise dos dados.

1.1 TEMA E PROBLEMA

O tema deste trabalho é o “Desenvolvimento e avaliação de um curso de robótica educacional com materiais de baixo custo para o ensino de programação e eletrônica”. Já o problema a ser solucionado com essa dissertação de mestrado é a falta de acesso de discentes de escolas públicas a recursos e tecnologias que permitam o aprendizado de conceitos básicos de programação e eletrônica, considerando o alto custo de equipamentos e materiais utilizados em cursos de robótica educacional tradicionais. Essa falta de acesso pode limitar o desenvolvimento de habilidades e competências importantes para a formação dos discentes, como a criatividade, pensamento computacional, resolução de problemas e trabalho em equipe, que são essenciais para o mercado de trabalho (LIMA *et al.*, 2021). Nesse sentido, a proposta dessa dissertação é

investigar a efetividade de uma metodologia de ensino baseada em materiais de baixo custo para o ensino de robótica educacional, buscando tornar o aprendizado mais acessível e inclusivo.

1.2 HIPÓTESE E QUESTÕES DE PESQUISA

A utilização de materiais de baixo custo e de uma metodologia de ensino adequada, pode ser eficaz no processo de ensino-aprendizagem de conceitos básicos de programação e eletrônica, por meio de robótica educacional, resultando em um aumento do interesse e do desempenho dos discentes na área de informática.

Aqui estão apresentadas as questões de pesquisa que irão nortear o desenvolvimento da dissertação de mestrado.

- Com base na revisão sistemática da literatura, como podemos desenvolver um curso de robótica educacional com materiais de baixo custo que seja efetivo no processo de ensino-aprendizagem?
- Qual metodologia deveria ser adotada no curso de robótica educacional com o uso de materiais de baixo custo para o ensino básico de programação e eletrônica em relação ao aprendizado dos discentes para um pensamento computacional que possa auxiliar em sua formação crítica?

1.3 JUSTIFICATIVA

A robótica educacional é um campo em crescimento no ensino de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática em escolas ao redor do mundo (LIMA *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2019). Com o avanço da tecnologia, a robótica tornou-se uma ferramenta valiosa para estimular a aprendizagem em sala de aula e fomentar a criatividade e inovação dos estudantes (MIRANDA *et al.*, 2011). No entanto, frequentemente o alto custo dos kits de robótica e a carência de formação adequada para os educadores se mostram obstáculos para a adoção dessa tecnologia nas escolas (LIMA *et al.*, 2021). Sendo assim, esta pesquisa tem como base a necessidade de desenvolver uma metodologia de ensino em robótica educacional com a utilização de materiais de baixo custo, visando torná-la acessível a todos os alunos.

Além disso, a motivação para esta pesquisa advém do desejo de contribuir para o avanço da robótica educacional, impulsionando a inclusão digital e a formação de indivíduos aptos a

lidar com as tecnologias do século XXI. Acreditamos que essa pesquisa possa ser benéfica tanto para os professores, que terão acesso a uma metodologia inovadora e de custo reduzido, quanto para os alunos, que poderão desenvolver habilidades e competências essenciais para seu futuro acadêmico e profissional.

1.4 OBJETIVOS

Nesta seção, serão apresentados os objetivos gerais e específicos relativos ao desenvolvimento deste trabalho.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é elaborar e conduzir um curso de robótica educacional usando material de baixo custo e verificar se o mesmo é efetivo ou não para os estudantes, sendo que as metodologias usadas foram baseadas no estado da arte por meio de uma revisão sistemática da literatura.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta dissertação ajudam a estabelecer metas que chegam no objetivo geral:

1. Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de kits robóticos de baixo custo na educação;
2. Selecionar e adaptar materiais de baixo custo para a construção dos robôs para aplicar em um curso de extensão;
3. Desenvolver um curso de robótica educacional, em forma de projeto de extensão, para discentes de ensino fundamental;
4. Aplicar o curso em uma turma de discentes do nível fundamental de uma escola pública;
5. Avaliar o curso de robótica educativa que foi desenvolvido sob a perspectiva dos estudantes de ensino fundamental de escolas públicas;

6. Encontrar os atributos mais relevantes para prever o sucesso e fracasso escolar por meio da aplicação de questionários.

1.5 ESTRUTURA DO TEXTO

Esta dissertação de mestrado está dividida em 6 capítulos. No capítulo 1 é apresentada a introdução em que foram apresentados os objetivos, hipótese e motivação para esta pesquisa. No capítulo 2 trazemos uma revisão da literatura para apresentar o estado da arte, bem como algumas definições que são fundamentais para a compreensão desse projeto de dissertação de mestrado. No capítulo 3, descrevemos o método utilizado para a realização do estudo empírico, detalhando a seleção de participantes, os procedimentos e os instrumentos utilizados e o guia técnico para a construção dos robôs. No Capítulo 4, apresentamos os resultados da coleta de dados dos alunos e fizemos uma mineração de dados para avaliar os atributos mais relevantes. No Capítulo 5, apresentamos os resultados do estudo empírico, com a análise dos dados coletados, bem como discutiremos os resultados encontrados e suas implicações e a partir disso propor o nosso produto tecnológico. Além disso, como apresentamos algumas limitações do estudo. Por fim, no Capítulo 6, apresentamos as conclusões finais deste projeto de dissertação de mestrado e sugestões para futuras pesquisas.

PARTE I

ESTADO DA ARTE

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo tem como intuito fornecer a base teórica necessária para o entendimento do trabalho. Para isso, começaremos apresentando algumas definições essenciais relacionadas ao tema de robótica educacional, incluindo conceitos como controladores, sensores e atuadores. Em seguida, abordaremos o estado da arte, descrevendo as pesquisas mais relevantes na área de robótica educacional, suas metodologias e resultados alcançados. Para complementar, apresentaremos as definições mais importantes acerca da revisão sistemática da literatura, explicando o processo de seleção e análise dos artigos científicos utilizados como base para esta dissertação. Ao final deste capítulo, espera-se que o leitor possua um embasamento teórico sólido, o que possibilitará uma compreensão mais ampla e consistente do tema em questão.

2.1 DEFINIÇÕES

Nesta seção apresentaremos algumas definições sobre robótica que serão úteis para o entendimento do contexto deste projeto de dissertação de mestrado. Inicialmente, abordaremos o conceito de robótica e sua evolução histórica, destacando os principais marcos e contribuições no campo. Em seguida, será apresentada uma definição para os kits robóticos educacionais, bem como uma discussão sobre sua importância e benefícios para a educação. Por fim, serão apresentados os conceitos de hardware e software robótico, além de outras definições relevantes para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1.1 Histórico da Robótica

A robótica é uma área da tecnologia que surgiu na segunda metade do século XX e que tem como objetivo desenvolver robôs capazes de realizar tarefas de maneira autônoma, ou seja, sem a intervenção humana (AMARAL; GASPAROTTO, 2021). O termo “robótica” foi criado pelo escritor de ficção científica Isaac Asimov em 1941, mas foi somente na década de 1950 que os primeiros robôs industriais começaram a ser desenvolvidos (MELO *et al.*, 2016). O surgimento da robótica está intimamente ligado ao desenvolvimento da eletrônica e da informática, que permitiram a criação de sistemas capazes de processar informações e controlar dispositivos mecânicos (LIMA *et al.*, 2021). Os primeiros robôs industriais foram desenvolvidos

na década de 50, e consistiam em um braço mecânico controlado por um computador (RAMOS; GUEDES, 2019). A partir daí, os robôs industriais se tornaram cada vez mais sofisticados e capazes de realizar tarefas complexas em linhas de produção, como soldagem, pintura, montagem e embalagem (LIMA; OLIVEIRA, 2017).

Nos anos 70, com o desenvolvimento da microeletrônica e da inteligência artificial, a robótica começou a se expandir para outras áreas, como a exploração espacial, a medicina e a agricultura (LIMA; OLIVEIRA, 2016; SOUZA; LIMA, 2019). Com o tempo, a robótica educacional também se desenvolveu, surgindo como uma ferramenta pedagógica para ensinar programação, eletrônica e mecânica para crianças e jovens (FERREIRA *et al.*, 2019; LOPES; LIMA, 2021). Hoje em dia, a robótica está presente em diversos setores da economia, como a indústria automobilística, de eletrônicos, de alimentos e de bens de consumo (LIMA; OLIVEIRA, 2019). Além disso, a robótica educacional tem se tornado cada vez mais popular nas escolas de todo o mundo, pois permite aos discentes aprender de forma lúdica e interativa conceitos de tecnologia, matemática, física e outras áreas do conhecimento (SOUZA; LIMA, 2019).

2.1.2 Componentes de Robótica

Hardware é o conjunto de componentes físicos que compõem um dispositivo eletrônico, como processadores, placas-mãe, memórias, discos rígidos, entre outros (LIMA; OLIVEIRA, 2016). Já o software é um conjunto de programas, instruções e dados que controlam a execução do hardware e permitem que os usuários realizem tarefas específicas em um computador ou outro dispositivo eletrônico. Enquanto o hardware é a parte física e tangível de um sistema computacional, o software é a parte lógica e intangível (SOUZA; LIMA, 2019). Em conjunto, o hardware e software são essenciais para a criação de projetos de robótica, permitindo aos usuários controlar o movimento e a interação dos robôs com o ambiente. Os principais componentes de software (SW) e hardware (HW) de robótica são apresentados nas próximas subseções.

2.1.2.1 Componentes de software

Nesta seção serão apresentados alguns dos principais elementos de software para robótica. O software é a parte lógica e programável do robô, que permite controlar seus movimentos e interações com o ambiente. Entre os principais componentes de software para robótica, destacam-se as IDEs (Integrated Development Environments), que são ambientes de desenvolvimento

integrado para programação de microcontroladores como o Arduino (LIMA *et al.*, 2020), e as bibliotecas, que são conjuntos de códigos prontos que facilitam a programação de funções específicas (LOPES; LIMA, 2021). Para desenvolver aplicativos que interagem com hardware de robótica, é necessário integrar as bibliotecas de software específicas da robótica e utilizar as interfaces de programação de aplicativos (APIs) apropriadas.

Linguagens de programação as linguagens de programação mais comuns para robótica são C Padrão (LIMA; OLIVEIRA, 2016), C++, Python (LOPES; LIMA, 2021), Java e Scratch (SOARES *et al.*, 2021).

1. Linguagens de programação visual: ou VPL (sigla em inglês para Visual Programming Language) são linguagens de programação que permitem aos usuários criar programas manipulando graficamente os elementos do software, em vez de especificá-los textualmente. Tornando assim a programação mais acessível, pois reduz as dificuldades que os iniciantes encontram quando começam a programar (SOARES *et al.*, 2021). Além de ajudar o programador expondo as funcionalidades disponíveis na tela, geralmente representados como blocos fazendo com que ele não precise fazer o uso de uma documentação de linguagem de programação, as VPLs ajudam ao programador descrever o programa para uma outra pessoa que não tenha familiaridade com VPLs, facilitando entender um código VPL (SOARES *et al.*, 2021).
2. Bibliotecas: Além disso, as bibliotecas são essenciais para programar funções específicas no Arduino, como controle de motores, sensores e comunicação com outros dispositivos. Algumas das bibliotecas mais populares para Arduino são a Servo.h, que permite controlar servomotores, a Wire.h, que permite a comunicação via I2C, e a Stepper.h, que permite controlar motores de passo.

IDE (Integrated Development Environment) é um software que oferece ferramentas para facilitar o desenvolvimento de programas. Algumas IDEs populares para robótica incluem o Arduino IDE, o Visual Studio Code, o PyCharm e o Scratch. Cada uma dessas IDEs oferece recursos e ferramentas para programar e depurar códigos, além de integração com bibliotecas de código aberto disponíveis na comunidade. Algumas IDEs de desenvolvimento para Arduino incluem:

1. Arduino IDE: é a IDE oficial da plataforma Arduino. Ele suporta programação em C++ e possui um editor de código, console serial integrado e depurador.

2. Visual Studio Code com extensões do Arduino: o Visual Studio Code é uma IDE de código aberto que pode ser estendida com várias extensões. Existem algumas extensões disponíveis que permitem o desenvolvimento para Arduino, incluindo a extensão da Plataforma Arduino e a extensão do Arduino para Visual Studio Code.
3. PlatformIO: é uma IDE de código aberto que suporta várias plataformas de hardware, incluindo o Arduino. Ele oferece recursos como gerenciamento de biblioteca, depuração e suporte a várias linguagens de programação.

Softwares de Simulação de Robôs permitem criar, programar e simular ambientes e comportamentos de robôs em 3D. Essas plataformas são utilizadas por pesquisadores, engenheiros e discentes para testar e validar algoritmos de controle de robôs, bem como para treinar operações de robôs em cenários simulados. Com essas plataformas, é possível simular robôs industriais, móveis, drones, entre outros tipos de robôs, em diferentes ambientes e com diferentes comportamentos.

1. Webots é um software comercial desenvolvido pela Cyberbotics Ltd, possui a versão Webots EDU que é gratuita e pode ser usada para fins acadêmicos e educacionais (LIMA; OLIVEIRA, 2019).
2. V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform): é um software de código aberto desenvolvido pelo Coppelia Robotics GmbH (LOPES; LIMA, 2020).

É importante notar que a escolha da IDE e dos componentes de hardware e software dependerá do projeto específico de robótica e dos requisitos do usuário.

2.1.2.2 Componentes de hardware

Nesta seção apresentaremos os componentes de hardware para a construção do braço robótico usado no projeto de extensão apresentado nesta dissertação de mestrado.

Microcontrolador é um circuito integrado programável que é o "cérebro" do robô. Os controladores são usados para processar as informações coletadas pelos sensores e enviar sinais aos motores para mover o braço robótico (MAGRIN *et al.*, 2022). Eles podem ser controladores integrados ao braço robótico ou externos, conectados a um computador. O Arduino é um exemplo popular de microcontrolador usado em robótica (LIMA *et al.*, 2020). O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento de hardware e software livre que

é popular entre os entusiastas de robótica e eletrônica. Ele é baseado em um microcontrolador e oferece um ambiente de desenvolvimento integrado, o Arduino IDE. O Arduino também tem uma vasta biblioteca de hardware e software disponíveis, incluindo sensores e atuadores pré-construídos e códigos de exemplo.

Sensores são dispositivos que detectam e medem informações do ambiente, como luz, som, temperatura, movimento e proximidade. Os sensores são usados para medir e transmitir informações sobre o ambiente em que o braço robótico está operando. Eles podem ser sensores de posição, sensores de força, sensores de temperatura, entre outros (MAGRIN *et al.*, 2022).

Atuadores são dispositivos que produzem movimento ou mudanças no ambiente, como motores, servos e LEDs. Em robótica, um LED (Light Emitting Diode) é uma fonte de luz utilizada em projetos de robótica para indicar o status de um sistema ou como parte de uma estrutura de sensoriamento. Ele é um componente eletrônico que emite luz quando uma corrente elétrica passa por ele (SOARES; BORGES, 2011). Geralmente, os LEDs são usados em robôs para indicar quando um processo está ocorrendo, como por exemplo, se um sensor está detectando um objeto ou se um movimento está sendo executado. Eles são frequentemente usados em conjunto com microcontroladores, como o Arduino, para controlar sua emissão de luz.

1. Estrutura: A estrutura do braço robótico é responsável por suportar todos os componentes e garantir que o braço possa se mover de maneira estável e segura. A estrutura pode ser feita de alumínio, plástico ou outros materiais. Para a nossa pesquisa, optamos por utilizar MDF para construir a estrutura do robô (MAGRIN *et al.*, 2022). Esse material é relativamente barato e fácil de trabalhar, permitindo a produção de peças com precisão e qualidade. Além disso, é possível criar designs personalizados para a estrutura do robô utilizando software de modelagem 3D e máquinas CNC para o corte das peças em MDF. Alguns materiais de baixo custo para a estrutura do robô são:
 - a) MDF (Medium Density Fiberboard): material composto de fibras de madeira prensadas com resinas sintéticas, com baixo custo e facilidade de usinagem;
 - b) PVC (policloreto de vinila): material leve e resistente, pode ser facilmente moldado e cortado com ferramentas simples;

- i. Tubos e conexões de PVC: podem ser utilizados para montar a estrutura do robô de forma modular e econômica;
 - ii. Canos de PVC: também podem ser utilizados para formar a estrutura do robô, permitindo a passagem dos fios e cabos pelo interior.
2. Motores: Os motores são responsáveis por mover as articulações do braço robótico. Eles podem ser de diferentes tipos, como motores de passo, motores DC (*Direct Current Motor*), servo motores, entre outros.
3. Ferramentas: As ferramentas são os dispositivos acoplados ao final do braço robótico, usados para realizar as tarefas para as quais o robô foi projetado. Por exemplo, uma pinça, uma broca ou uma câmera.

Todos esses componentes são interligados e trabalham em conjunto para permitir que o braço robótico execute suas funções. Além disso, o hardware do braço robótico pode ser controlado por meio de um software de programação, como o Arduino, para que possa ser automatizado e realizar tarefas de forma autônoma.

2.1.3 Robótica Pedagógica na Educação

A robótica pedagógica (RP) ou educacional/educativa (RE) é uma abordagem educacional que tem como objetivo integrar a robótica no processo de ensino e aprendizagem de diversas disciplinas, utilizando robôs como ferramenta de aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências (LIMA *et al.*, 2021). Ela visa promover a interação dos discentes com tecnologias avançadas, de forma a estimular a criatividade, a solução de problemas, a colaboração e o pensamento crítico.

A RE é uma metodologia de ensino que utiliza a robótica como um meio de aprendizagem, enfatizando o desenvolvimento de habilidades técnicas e de programação, para a construção e programação de robôs (D'ABREU *et al.*, 2012). A RP pode ter um foco mais amplo, abrangendo diversas áreas de conhecimento, inclusive priorizando as habilidades técnicas e de programação (D'ABREU; BASTOS, 2015). Dessa forma, a robótica pedagógica visa utilizar a robótica como uma ferramenta de aprendizagem interdisciplinar, promovendo a integração de conhecimentos de diversas áreas, enquanto a robótica educativa tem um caráter mais técnico, direcionando o foco para o desenvolvimento de habilidades específicas em programação e montagem de robôs (LIMA *et al.*, 2021). Ambas as abordagens podem ser valiosas para o ensino e

aprendizagem, dependendo do objetivo e do contexto em que são aplicadas.

Alguns estudos em robótica educativa investigam as percepções de professores e discentes sobre o uso de robótica na educação, e destacam como a robótica pode ser utilizada para promover a aprendizagem em diversas áreas, além de desenvolver habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe e comunicação (LIMA *et al.*, 2021; FERREIRA *et al.*, 2019). Outros estudos propõem uma formação docente para o uso da robótica pedagógica no ensino básico, com o objetivo de desenvolver habilidades relacionadas ao pensamento computacional e à resolução de problemas (LUX *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2016).

Outros trabalhos investigam a questão da robótica educacional como medida de aprendizagem interdisciplinar na prática. Estes estudos apresentam o uso de robótica educacional como uma ferramenta para promover a aprendizagem interdisciplinar, e destaca a importância de se desenvolver projetos que envolvam diversas áreas do conhecimento (CARDOSO; ANTONELLO, 2015; GENIVAL *et al.*, 2018). Por fim, um outro tema interessante em robótica educativa é o estudo de robôs moveis. A maioria dos trabalhos envolvem a robótica como mecanismo didático com o objetivo de ensinar programação para discentes do ensino médio, e destaca como a robótica pode ser uma ferramenta útil para o ensino de programação de forma lúdica e interativa (SOARES; BORGES, 2011; GOULART *et al.*, 2014).

2.1.4 Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece que a educação básica deve promover a formação integral dos discentes, desenvolvendo competências que permitam a sua participação ativa na sociedade (TAKATU, 2021; FERREIRA, 2018). Nesse sentido, a BNCC reconhece que a tecnologia é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas e a colaboração (SEIBT, 2019). A BNCC também destaca a importância da educação tecnológica e da programação na formação dos discentes, incluindo a robótica como uma das possibilidades de atividades. Ainda segundo a BNCC, a tecnologia deve ser integrada aos projetos pedagógicos das escolas, permitindo que os discentes desenvolvam habilidades de programação e robótica desde as séries iniciais do ensino fundamental. Dessa forma, a BNCC oferece suporte para a prática de robótica educacional nas escolas, reconhecendo a importância da tecnologia na formação integral dos discentes e incentivando a integração da programação e robótica no currículo escolar (FERREIRA, 2018).

A inserção da robótica nas escolas é uma prática que está em consonância com a BNCC do Ministério da Educação do Brasil¹. A BNCC prevê a introdução de conteúdos relacionados a Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) no currículo escolar, com o objetivo de desenvolver habilidades e competências fundamentais para a formação dos discentes (LIMA *et al.*, 2021). A robótica pedagógica se enquadra nesse contexto, pois ela oferece uma abordagem prática e lúdica para a aprendizagem desses conceitos (MEDEIROS, 2022), além de promover o desenvolvimento de habilidades socio-emocionais, como a criatividade, o trabalho em equipe e a resolução de problemas. Dessa forma, a inclusão da robótica nas escolas pode contribuir para a formação de cidadãos mais preparados e engajados com as demandas do mundo contemporâneo.

A BNCC também enfatiza que as atividades de robótica devem ser integradas a outras áreas do conhecimento, de modo a torná-las mais significativas e contextualizadas para os discentes (FERREIRA, 2018). Além disso, existe a possibilidade de que as escolas ofereçam projetos de iniciação científica em robótica, como forma de estimular a pesquisa e a produção de conhecimento nessa área (MEDEIROS; WÜNSCH, 2019). Vale ressaltar que a BNCC faz parte de uma reforma do Ensino Médio, que busca tornar o currículo mais flexível e adaptado às necessidades e interesses dos discentes (RENNA *et al.*, 2014). Com a reforma, os discentes poderão escolher parte das disciplinas que irão cursar, de acordo com seus objetivos e projetos de vida. Isso inclui a possibilidade de optar por disciplinas eletivas, como a robótica, que podem contribuir para a formação de habilidades e competências importantes para o mundo do trabalho e para a vida em sociedade (CARDOSO; FIGUEIRA-SAMPAIO, 2019).

Deve-se lembrar que a BNCC estabelece que a educação básica deve promover a formação integral dos discentes, desenvolvendo competências que permitam a sua participação ativa na sociedade. Adicionalmente, a tecnologia é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas e a colaboração. Assim, a tecnologia deve ser integrada aos projetos pedagógicos das escolas, permitindo que os discentes desenvolvam habilidades de programação e robótica desde as séries iniciais do ensino fundamental (SANTOS; COELHO, 2018; D'ABREU *et al.*, 2012). Dessa forma, a BNCC oferece suporte para a prática de robótica educacional nas escolas, reconhecendo a importância da tecnologia na formação integral dos discentes e incentivando a integração da programação e robótica no currículo escolar (SANTOS; COELHO, 2018).

Recentemente, em 2021, o Currículo Nacional da Educação Básica do Brasil foi revisado

¹ Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/pesquisar?q=Rob%C3%B3tica> Acesso 09 de março de 2023.

e reestruturado, dando origem à nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a tecnologia e a computação inseridas no currículo da Educação Infantil e do Ensino Fundamental. Neste novo currículo, a inserção da tecnologia e da computação na Educação Básica ganha um destaque especial (FERRONATO; KIST, 2022). Nesse projeto utilizou ferramentas tecnológicas para trabalhar as competências e habilidades computacionais acrescidas na BNCC. A robótica pedagógica agrega o aprendizado com o simples clique do mouse, pressionando uma tecla do mouse ocorre assim um evento gerando assim um evento de robótica para desenvolver programa orientado para eventos de robóticas e assim construindo os passo a passo o comportamento de robô utilizando autômatos, descrevendo eventos acionados a partir de leitura de seus sensores (SCHEFFEL; MOTTA, 2022).

2.1.5 Robótica como metodologia ativa

A robótica educacional pode ser uma metodologia ativa de aprendizagem, pois promove a participação ativa dos discentes na construção do conhecimento e na resolução de problemas (SCHUHMACHER *et al.*, 2018) Em vez de apenas ouvir a teoria, os discentes são desafiados a aplicar o que aprenderam na prática, construindo e programando robôs para realizar tarefas específicas (LIMA *et al.*, 2021). Dessa forma, a robótica educacional incentiva os discentes a serem protagonistas da sua própria aprendizagem, experimentando e testando hipóteses, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas e trabalhando em equipe (SILVA; OLIVEIRA, 2019). Além disso, é capaz de incentivar a autonomia (SILVA; KAYSER, 2016; DIDIER, 2020) do discente como ser social, capaz de mudar o ambiente e trazer inovações, melhorando a qualidade de vida da população.

Além disso, a robótica educacional é uma metodologia interdisciplinar, pois pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, desde matemática e física até história, artes e literatura (SOUZA; LIMA, 2019). Ao envolver a programação de robôs em projetos que abrangem diferentes disciplinas, a robótica educacional ajuda os discentes a entender a relevância e a aplicabilidade do conhecimento em situações do mundo real, aumentando sua motivação e engajamento (FERREIRA *et al.*, 2019).

A robótica pode ser uma atividade gamificada, ou seja, uma atividade lúdica que usa elementos dos jogos para engajar e motivar os discentes (PALOMINO *et al.*, 2019; RIEDMANN *et al.*, 2022) Isso é possível por meio da utilização de ferramentas como jogos educativos, desafios e competições, em que os discentes podem aplicar os conhecimentos adquiridos de

forma prática e divertida (BEJARANO; RODRÍGUEZ, 2023). A gamificação pode estimular a colaboração, a competição saudável, a criatividade e o pensamento crítico, além de oferecer feedback imediato aos discentes (BORGES *et al.*, 2014), ajudando-os a identificar pontos de melhoria e a compreender melhor os conceitos abordados na disciplina de robótica (MULLINS; SABHERWAL, 2020; ISOTANI; BITTENCOURT, 2015). Além disso, a gamificação pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a resiliência, a persistência e a autoconfiança, que são importantes para o sucesso acadêmico e profissional dos discentes.

A robótica educacional é uma metodologia ativa que pode melhorar a aprendizagem dos discentes, incentivando a participação ativa, o trabalho em equipe, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e a aplicação prática do conhecimento (LIMA *et al.*, 2021). Nesse sentido, a robótica pode ser vista como uma atividade que combina aprendizagem e diversão, o que pode tornar o ensino mais atraente e significativo para os discentes. Devemos nos questionar quais são as capacidades e habilidades que caracterizam o Pensamento Computacional dentro da área da computação, mais especificamente, a robótica. Porém antes de desvendar tal situação devemos entender qual a diferença entre estas duas sentenças e em seus devidos contextos. De acordo com (FLEURY; FLEURY, 2001) o conceito de competência é um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que justificam um alto desempenho em para executar uma determinada tarefa. Tal explicação nos leva a entender que a competência é formada de acordo com a aprendizagem de habilidades específicas. Assim a competência se internaliza de forma que torne-se natural usá-la quando necessário.

A competência não é algo como uma receita ou uma lista de passos a seguir. Para você obtê-la, deverá realmente entender os conceitos e habilidades que cerceiam tal competência e a partir disto empregá-las. Seguindo o pensamento de (GARCIA, 2005), de que competência não é o uso estático de regras aprendidas, mas uma capacidade de lançar mão dos mais variados recursos, de forma criativa e inovadora, no momento e do modo necessário. A habilidade, a partir dos conceitos vistos sobre as competências, inferimos que a diferença entre elas é que uma faz parte da outra, neste caso, um conjunto de habilidades formam uma competência, como diz (GARCIA, 2005), as habilidades são consideradas como algo menos amplo do que as competências. Assim, a competência seria a junção de várias habilidades. Um exemplo simples mostrado por (MACEDO, 2005) é o de Resolução de problemas, que é uma competência que necessita que o indivíduo possua várias habilidades. “Calcular, ler, interpretar, tomar decisões, responder por escrito, etc., são exemplos de habilidades requeridas para a solução de problemas

de aritmética”. Com base nestes autores vemos que há uma diferença entre competência e habilidades, contudo nota-se que elas não são independentes, ou seja, uma faz parte da outra.

A robótica é uma ciência que envolve diversas áreas do conhecimento, o que a torna uma ciência de natureza interdisciplinar (LIMA *et al.*, 2021). Ela combina elementos da eletrônica, da mecânica, da computação, da inteligência artificial e da física, entre outras áreas, para criar robôs capazes de realizar tarefas de maneira autônoma (SOUZA; LIMA, 2019). A eletrônica é uma das áreas mais importantes da robótica, pois é responsável por desenvolver os circuitos e componentes que permitem aos robôs receber e processar informações. A mecânica (SOUZA; LIMA, 2019), por sua vez, é fundamental para construir os corpos e membros dos robôs, permitindo que eles se movam e interajam com o ambiente (LIMA; OLIVEIRA, 2017).

Já a computação é essencial para programar o comportamento dos robôs, definindo quais ações eles devem executar em cada situação (LIMA; OLIVEIRA, 2019). A inteligência artificial, por sua vez, é uma área da computação que permite criar robôs capazes de tomar decisões e aprender com a experiência, tornando-os mais adaptáveis e eficientes (LOPES; LIMA, 2021). Por fim, a física é importante para a compreensão dos princípios que regem o movimento e o equilíbrio dos robôs, permitindo que eles sejam construídos de forma mais precisa e eficiente. Todas essas áreas do conhecimento se interligam na robótica, tornando-a uma ciência de natureza interdisciplinar e complexa.

2.1.6 Sustentabilidade e Kits Robóticos Escolares

Kits robóticos são cada vez mais utilizados na educação, pois oferecem uma maneira prática e divertida para que os discentes aprendam conceitos de programação e engenharia. Esses kits geralmente incluem componentes de hardware, como motores, sensores e controladores, além de software específico para programar e controlar os robôs (SANTOS *et al.*, 2010). Muitos desses kits são projetados para serem de baixo custo, permitindo que escolas e educadores possam implementar a tecnologia em suas salas de aula sem precisar gastar muito dinheiro (LOPES; LIMA, 2021).

Um dos principais benefícios de usar kits robóticos na educação é que eles proporcionam uma experiência de aprendizado prática e imersiva (LIMA *et al.*, 2021). Os discentes podem aplicar conceitos teóricos em projetos reais, construindo seus próprios robôs e programando-os para realizar tarefas específicas. Além disso, a construção de robôs com materiais de baixo custo pode incentivar a criatividade dos discentes, que podem explorar diferentes soluções para os

desafios propostos (FERREIRA *et al.*, 2019).

Os kits robóticos também podem ser utilizados para ensinar habilidades importantes, como pensamento crítico e resolução de problemas. À medida que os discentes enfrentam desafios na construção e programação de seus robôs, eles precisam encontrar soluções criativas e testar várias abordagens para alcançar seus objetivos. Além disso, o uso de kits robóticos também pode ajudar a preparar os discentes para o futuro, onde a tecnologia está cada vez mais presente em todas as áreas da vida (FERREIRA *et al.*, 2016).

Por fim, vale destacar que a utilização de kits robóticos na educação é uma forma de democratizar o acesso à tecnologia (SANTOS; COELHO, 2018). Com a disponibilidade de materiais de baixo custo, escolas e educadores podem oferecer aos discentes uma oportunidade de aprendizado prático e envolvente, independentemente de sua situação financeira. Isso pode contribuir para a formação de profissionais mais preparados e capacitados para atuar em um mundo cada vez mais tecnológico.

A robótica de baixo custo tem ganhado cada vez mais espaço em instituições educacionais, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil (SANTOS *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2019). Essa abordagem tem como objetivo democratizar o acesso à tecnologia e tornar a robótica mais acessível e inclusiva. Nesse contexto, uma das principais vantagens é a redução de custos em relação aos tradicionais kits de robótica. Dessa forma, é possível ampliar o número de discentes que podem ter acesso à tecnologia, independentemente da condição financeira da escola ou dos discentes (SANTOS; COELHO, 2018).

Outra vantagem é a sustentabilidade ambiental, pois a robótica de baixo custo pode ser feita com materiais reciclados ou reutilizados, evitando a produção excessiva de lixo eletrônico (FERNANDES; ZANON, 2022; BALDOW *et al.*, 2018). Além disso, essa abordagem permite a criação de soluções tecnológicas que visam a resolução de problemas socioambientais, como projetos que promovem a reciclagem, a economia de água e energia, entre outros. Com isso, a robótica de baixo custo e sustentável pode ser uma ferramenta poderosa para incentivar a criatividade, a inovação e a consciência socioambiental dos discentes, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados (INEIA *et al.*, 2022).

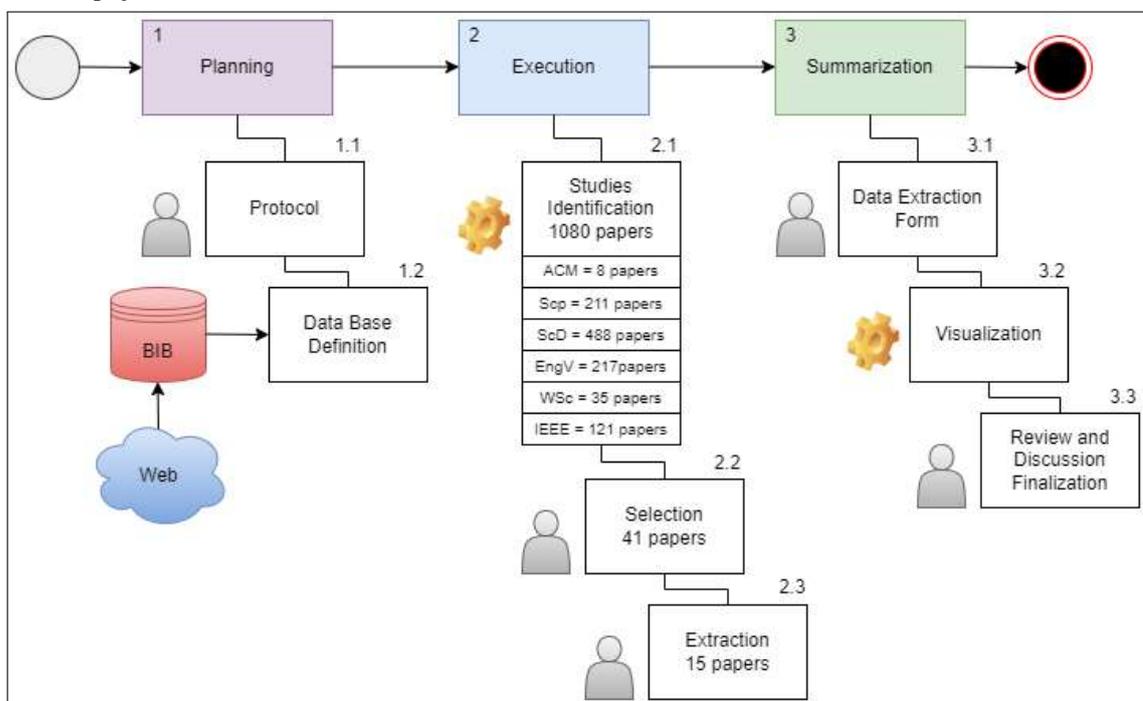
2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática da literatura (RSL) é uma abordagem de pesquisa cujo objetivo é encontrar artigos que satisfaçam um determinado conjunto de restrições, para que uma análise

mais aprofundada possa ser realizada sobre os artigos selecionados. Em nosso trabalho, utilizamos o aplicativo StArt Tool² para auxiliar na revisão sistemática da literatura (FABBRI *et al.*, 2016; FABBRI *et al.*, 2012; HERNANDES *et al.*, 2012), que se baseou no mapeamento sistemático apontando nos trabalhos de (KITCHENHAM *et al.*, 2009; KANDLHOFER; STEINBAUER, 2016; LIMA; ISOTANI, 2022).

Nesse trabalho, a RSL foi dividida em três etapas principais: (1) planejamento, (2) execução e (3) sumarização. Cada etapa foi dividida em três etapas, totalizando nove subetapas, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Processo para realização de revisão sistemática da literatura, os desenhos dos ícones de bonecos representam as peças executadas manualmente, enquanto as peças com engrenagem representam as peças executadas automaticamente.



Nessa fase, propusemos três questões de pesquisa que orientam o processo de RSL. Para respondê-las, primeiro, executamos métodos de mineração de dados (ou seja, abordagens de agrupamento de dados) e encontramos os artigos com as características mais semelhantes:

Q1 O que é percebido/definido como cognitivo no campo dos estudos de robótica.

Q2 Qual é o objetivo e as características do estudo?

² StArt (State of the Art through Systematic Review) desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Link de acesso: http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool.

Q3 Quais são os resultados em termos de desenvolvimento cognitivo do uso de robótica para os discentes?

A pesquisa científica para os artigos foi realizada em agosto 2021 nas seguintes bases de dados: ACM, IEEE, Science Direct, Engineering Village, Web of Science e Scopus. Ou seja, apenas artigos encontrados também em Mendeley foram aceitos para esta revisão de literatura, a partir de artigos publicados durante o período de pandemia até agora.

2.2.1 Planejamento

A fase de planejamento foi dividida em duas fases principais, a primeira consiste em criar o protocolo de pesquisa manualmente e a segunda consiste em extrair dados de forma automatizada a partir da definição dos protocolos. Os bancos de dados são preenchidos através dos diversos artigos encontrados na nuvem web e servem para preencher um banco de dados .bib, que foi utilizado nas próximas etapas do processo SLR.

2.2.1.1 Protocolo

A fase de planejamento consiste na criação de protocolo de pesquisa a ser utilizado para a realização do SLR. Nesse contexto, a string de busca foi definida de forma a capturar todas as palavras que se correlacionassem com as principais palavras-chaves (em inglês) que são:

- block,
- brain,
- cognition,
- cognitive,
- e-learning,
- education,
- educational,
- learning,
- logic,
- logical,
- m-learning,
- neuron,
- neuroscience,
- pedagogic,
- pedagogical,
- programming,
- programs,
- reasoning,
- robotics,
- robots,
- teaching,
- u-learning;

Tomando como mecanismos de busca as seguintes bases de dados: ACM, IEEE, Science Direct, Engineering Village, Web of Science e Scopus, a string final gerada foi a seguinte, sabendo que em alguns casos, a depender do banco de dados de busca, foi necessário realizar

algumas alterações. A busca foi realizada pela Title-Abstract-Keywords (TAK) do artigo, ou seja, palavras-chave (dicionário de busca) que aparecem no título, resumo e palavras-chave.

```
TITLE-ABS-KEY ((education* OR *learn* OR teach* OR pedagog*) AND (cognit*
OR brain OR neur* OR reason*) AND (robot* AND program* AND (block OR logic)))
AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR
LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018)
OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016)
OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014)
OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012)).
```

Além disso, criamos um formulário para a extração de dados para facilitar a discussão dos resultados. Neste sentido, consideramos os 12 itens a seguir:

1. Quais são os conceitos foram usados para definir robótica educativa?;
2. Como robótica educativa melhora o desempenho dos discentes?;
3. Qual o principal objetivo do trabalho?;
4. Qual a população do trabalho? (Se existir);
5. Qual o tipo de intervenção? = [Teórico, Prático];
6. Qual é o método = [Experimento, Estudo de caso, Pesquisa, Outros];
7. Qual tipo de análise foi realizado?={Quantitativa, qualitativa, qualiquantitativa, outras abordagens};
8. Como dados foram obtidos? = [Experimentos, Pesquisas, Entrevistas, Relatos de experiências, Outros];
9. Os resultados do trabalho foram = {Positivo, Negativo, Neutro, Não relatado};
10. Qual é o ano e país da publicação?;
11. Tipo da publicação = {Periódico, Conferência , Capítulo de livros};
12. Em que circunstância o trabalho foi realizado (Contexto)?

2.2.1.2 Critérios de inclusão e exclusão da base de dados

As bases de dados utilizadas para pesquisar a string foram os artigos científicos realizadas em agosto 2021 nas seguintes bases de dados: ACM, IEEE, Science Direct, Engineering Village, Web of Science e Scopus. Todos os artigos foram então refinados por StArt (que podem ser encontrados e baixados no motor). Além disso, nesta etapa são definidos os critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão (I) foram: (a) artigo escrito em inglês ou português, (b) revisado por pares, (c) ser encontrado no StArt, (d) apresentar diretrizes para análise dos dados, (e) ter sido escrito nos últimos 5 anos, (f) este é um estudo primário. Para critério de exclusão (E) foram considerados: (a) artigo onde a robótica não tivesse vínculo com a educação, (b) artigos que não envolvesse grupo de pessoas, (c) artigos que não envolvesse robótica e (d) artigos que envolvesse somente programação.

2.3 EXECUÇÃO

A fase de execução foi dividida em três fases distintas. O primeiro passo é identificar os estudos. A segunda fase consiste na seleção dos estudos por meio de avaliação dos critérios de inclusão e exclusão. Por fim, a fase de extração consiste na leitura dos artigos. Cada uma dessas fases serão detalhadas nas subseções a seguir.

2.3.1 Identificação de Estudos

Na fase de identificação dos estudos, as seis bases de dados adotadas foram selecionadas para a extração dos dados. Em um primeiro momento, foi realizada uma verificação dos artigos duplicados nas seis bases, conforme mostra a Tabela 1.

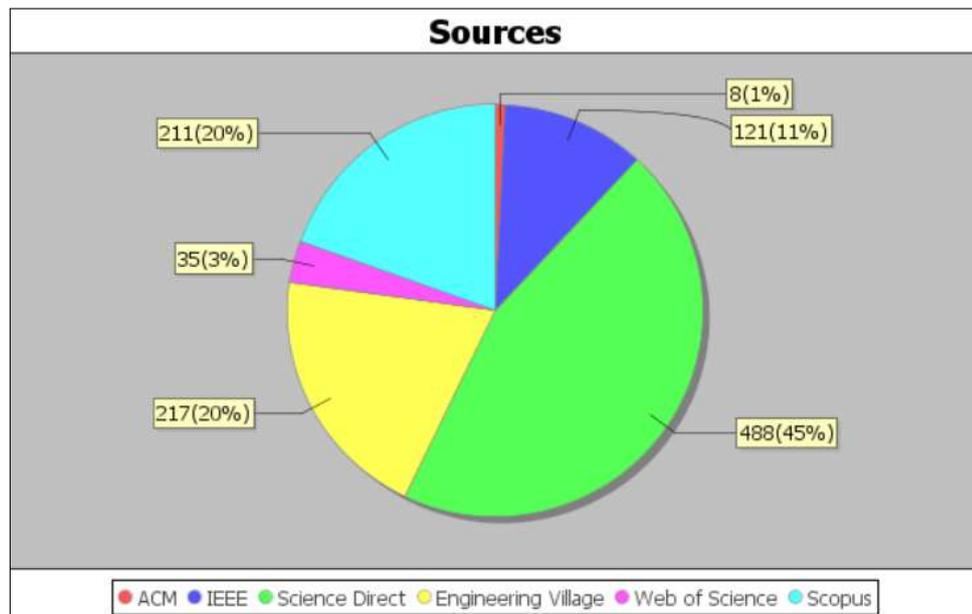
Tabela 1 – Quantidade de arquivos científicos retornados por base de dados.

ID	Base de Dados de Pesquisa	Quantidade de Artigos Retornada
1	ACM	8 Artigos
2	IEEE	121 Artigos
3	Science Direct	488 Artigos
4	Engineering Village	217 Artigos
5	Web of Science	35 Artigos
6	Scopus	211 Artigos

Neste caso, o ACM encontrou 8 artigos, o banco de dados IEE encontrou 121 artigos, o

Science Direct encontrou 488 artigos, Engineering Village encontrou 217 artigos, Web of Science 35 e Scopus encontrou 211 artigos, resultando em 1080 artigos a serem analisados. Entre de 1080 artigos pesquisados, aqui, na Figura 2, um gráfico que mostra a amplitude dos trabalhos publicados.

Figura 2 – Percentual dos 1080 artigos a serem analisados.

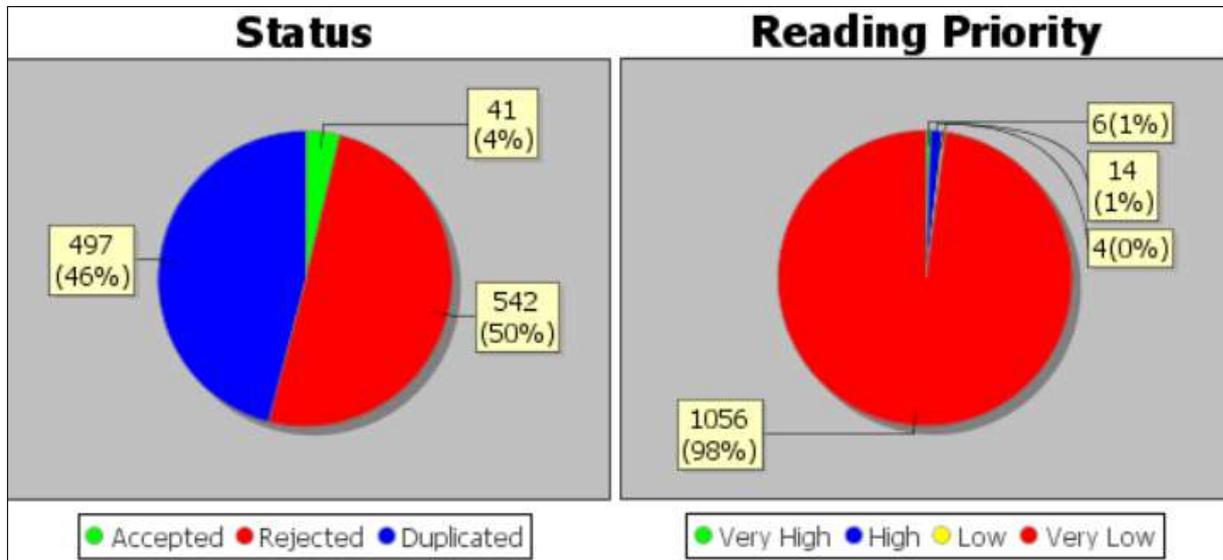


2.3.2 Seleção

Após a identificação dos 1080 artigos, é realizada a etapa de seleção para refinar ainda mais a triagem dos artigos. Nesta etapa, ilustrada na Figura 3, 42 artigos (4%) foram aceitos com base nos critérios de inclusão, 542 artigos (50%) foram rejeitados com base nos critérios de exclusão e 496 artigos (46%) foram duplicados, mesmo que o título fosse diferente, então a duplicação foi detectada manualmente. Assim, dos 42 artigos selecionados como aceitos, a prioridade de leitura foi definida da seguinte forma, os 542 artigos já rejeitados ou duplicados continuaram com prioridade de leitura muito baixa, pois não passaram em nenhum dos critérios de seleção. Alguns dos artigos aceitos selecionados também tiveram classificação muito baixa, pois não atenderam os critérios de decisão para seleção em segunda leitura, perfazendo um total de 1038 artigos (96%) com ordem de prioridade de leitura muito baixa, e que não foram selecionados para a etapa de extração.

Para os demais artigos aceitos, foi criada uma Score para avaliação automática dos artigos pela ferramenta StArt. Neste primeiro momento, o StArt foi configurado para avaliar cada

Figura 3 – Percentual de artigos selecionados e rejeitados na etapa de seleção e critérios de leitura que foram definidos manualmente.



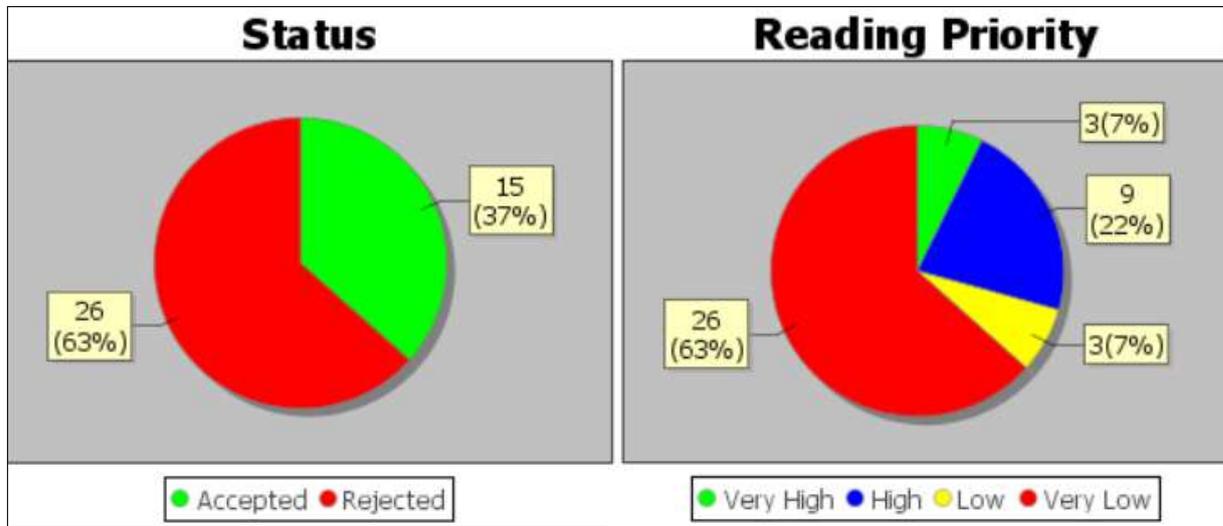
artigo com pontuação de 0 e 5 para cada vez que as palavras-chave da string de busca apareciam no título do artigo. Assim, 11 artigos (1 %) com pontuação 65-284 foram selecionados com prioridade de leitura muito alta, 25 artigos (2%) com pontuação 35-64 foram selecionados com prioridade de leitura alta. Por fim, 6 artigos (1%) com pontuação de 7-34 e com prioridade baixa foram selecionados para a etapa de extração, pois seus critérios de inclusão foram aceitos.

2.3.3 Extração

A etapa de extração pode ser vista na Figura 4 . Dentre os 1.080 artigos pesquisados foram selecionados para a fase de extração, dentre os quais 17 (40%) artigos foram extraídos como aceitos, 1 (2%) artigo rejeitado e 24 (57%) artigos não classificado. Para a fase de prioridade de leitura, os valores StArt foram configurados para que a nota fosse dada conforme a Figura 4.

No título do artigo aparecem 5 pontos para palavras-chave, 3 pontos para palavras-chave que aparecem no resumo do artigo e 2 pontos para palavras-chave que aparecem nas próprias palavras-chave do artigo. Os 11 artigos (26%) com pontuação (>60) foram selecionados com prioridade de leitura muito alta, 25 artigos (60%) com pontuação de 51-60 foram selecionados com prioridade de leitura alta, finalmente, 6 artigo (14%) com pontuação de 30-59 e com prioridade baixa foram selecionados para a etapa de extração, pois aceitaram os critérios de inclusão. Nesta fase de trabalho, que consiste em extrair os artigos com prioridade alta, muito alta e baixa nesta etapa foram lidos na íntegra, para que pudesse ser iniciada a sumarização. Desta forma os campos do formulário de extração de dados foram preenchidos a partir da leitura

Figura 4 – Percentual de artigos selecionados e rejeitados na etapa de extração e critérios de leitura que foram definidos manualmente.



de cada um dos artigos e salvos na plataforma StArt.

2.4 SUMARIZAÇÃO

Nesta seção, apresentaremos a sumarização da RSL em Robótica Educacional. Essa etapa foi importante para resumir as principais informações extraídas dos artigos selecionados na RSL e apresentá-las de forma clara e objetiva. A sumarização da RSL em Robótica Educacional incluiu as informações mais relevantes sobre a área de pesquisa, como as principais habilidades desenvolvidas pelos discentes, os tipos de robôs e tecnologias utilizadas, os níveis escolares em que foram aplicados os projetos de robótica, entre outros aspectos. Com essa sumarização, é possível ter uma visão geral da área e identificar as principais tendências e lacunas de pesquisa na área de robótica educacional. Agrupamos os resultados por meio de análise narrativa, uma vez que os dados foram descritos de forma apropriada.

Neste trabalho, a etapa de sumarização, foram realizadas quatro etapas principais: a primeira consiste em transferir e armazenar da plataforma StArt o arquivo do formulário de extração de dados para um banco de dados .csv. Em seguida, na segunda etapa, foi realizada uma compilação resultados em que foi apresentada em uma tabela em forma de quadro teórico para que os dados possam ser discutidos e a revisão possa ser concluída. Na terceira etapa, algumas visualizações de dados foram apresentadas. Por fim, na quarta etapa, realizamos as lições aprendidas por meio da RSL.

2.4.1 Discussão de Artigos

Nesta seção serão apresentadas as discussões dos 15 artigos que foram extraídos a partir da RSL realizada nesta dissertação de mestrado. Com base nestas discussões, serão elaboradas as perguntas que serão realizadas para os discentes do Ensino Fundamental, que será o estudo de caso aqui investigado.

No trabalho de (CARBAJAL; BARANAUSKAS, 2020) os autores tiveram como objetivo explorar e compreender o processo criativo de 8 crianças pré-escolares brasileiras durante sua interação com o ambiente de programação tangível (TaPrEC+mBot) que permite a programação de um carro robô através da disposição de blocos de madeira. A análise baseia-se nas dimensões física, digital e social dos sistemas socioenativos. O tipo de intervenção foi prático com um experimento e os dados foram obtidos como experimentos. O contexto de realização do trabalho foi um ambiente de programação tangível projetado para fornecer às crianças uma introdução envolvente à programação de computadores. O trabalho foi realizado durante o ano de 2020 no Brasil e os autores apresentaram o trabalho em uma conferência denominado Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Ao final, os autores perceberam a importância de ter um espaço amplo para as crianças trabalharem e espalharem o material para elas “brincarem” e “experimentarem” novas experiências ativamente. Assim, os autores perceberam que comportamentos criativos que emergem da exploração e experimentação ativa. As relações dinâmicas entre as dimensões socioafetivas (física, digital e social) favoreceram a exploração criativa e a participação mais ativa das crianças.

No trabalho de (LUNA-MARÍN *et al.*, 2020) os autores tiveram como objetivo de proposta (chamado em Kiwcha “Yachasun”, aprenda) depende da robótica de baixo custo assistentes (para fornecer estímulos cinestésicos), um sistema especialista baseado sobre regras (sugerir exercícios e atividades educativas para crianças) e jogos sérios (para estimular e motivar as crianças a aprender). O trabalho foi realizado com 60 crianças do Equador de família de baixa e média renda durante as aulas. O tipo de intervenção foi prático com um experimento e os dados foram obtidos como experimentos. O contexto de realização do trabalho foi a aplicação de um questionário para crianças dos 3 aos 7 anos em que refletiu que a percepção sobre a proposta foi altamente positivo. Sendo assim, o projeto foi aceito por crianças e professores. O uso de tais ferramentas que permitem a coleta de informações melhora as aplicações durante seu processo de desenvolvimento, pois conhecer a percepção dos usuários pode melhorar a qualidade e o uso

deste dispositivo.

No trabalho de (KHAMPHROO *et al.*, 2017a) os autores tiveram como objetivo a utilização do robô como plataforma educacional é que ele seja adequado para discentes na Tailândia que pretendem aprender a controlar robôs com facilidade. O tipo de intervenção foi prático com experimento e os dados foram obtidos com experimentos. O contexto de realização do trabalho do sistema incluiu: robô móvel (parte de hardware) e a parte de software conectado em um PC. A parte de hardware e a parte de software são conectadas através de comunicação sem fio Bluetooth e cabo USB. Os discentes de nível médio podem carregar seu programa usando conexão sem fio ou com fio. O projeto foi dividido em duas partes: Parte de hardware e a parte de software. Os autores apresentaram como conclusão que a robótica móvel pode ser um excelente domínio adequado para a educação, pois integra mecânica, eletrônica, inteligência artificial, automação, informática e principalmente programação de computadores. Em complementação ao trabalho anterior, o trabalho de (KHAMPHROO *et al.*, 2017b) os autores trabalharam no contexto de realização para apresentar um protótipo de plataforma robótica móvel educacional baseada no sistema de biblioteca MicroPython, que possibilita o controle de robôs com programação em linguagem Python. Como conclusão os autores indicam que a robótica pode se integrar à inteligência artificial para uma educação interdisciplinar e engajadora para os discentes.

No trabalho de (SIPITAKIAT; NUSEN, 2012) teve que ajudar as crianças com robótica na Tailândia, com objetivo de apresentar um projeto e análise de habilidade de depuração embutidas em um sistema de programação tangível chamado Robo-Blocks. Os discentes criaram um programa conectando blocos de comando físicos, que controlam sem fio o movimento de um robô de piso. O tipo de intervenção foi prático e os dados foram obtidos como experimentos. O contexto de realização do trabalho foi que a pesquisa mostrou exemplos de design de como a depuração pode ser incorporada em um sistema de programação tangível. Ao final concluíram que a metodologia de depuração é um processo de aprendizagem essencial ao envolver as crianças na programação, ou seja, ajudam as crianças a entender, localizar e resolver melhor os problemas em robótica. Como conclusão, o RoboBlocks ampliou a discussão sobre depuração em sistemas tangíveis, os autores esperam que as experiências de projeto em ER sejam úteis para outros que desejam projetar tecnologia para enriquecer o processo de aprendizagem para crianças.

No trabalho (RAFIQUE *et al.*, 2020) os autores tiveram como objetivo melhorar a criatividade, o pensamento lógico e as habilidades de resolução de problemas das crianças entre 4 – 8 anos. O tipo de intervenção foi prático e os dados obtidos como pesquisa. O contexto de

realização do trabalho propuseram lado a lado aos discentes. O modelo fornece um currículo e ferramentas relacionadas à robótica. Para as avaliações, 500 discentes de uma escola pública do Paquistão, foram envolvidos em diferentes atividades para verificar a eficácia do modelo proposto. Os discentes foram divididos em cinco grupos com critério de seleção por idade, respectivamente. Os autores mostraram que discentes podem gerar programas sequenciando as instruções para seus robôs. Como conclusão, os autores acreditam que com o uso da ER é possível melhorar a cognição dos conceitos de programação em jovens (sequências, comandos lógicos, declarações condicionais e iterações). Ao final, os autores demonstraram que é possível ensinar a crianças mais novas os fundamentos de programação e inteligência emocional sem tempo de tela ativa. Além disso, conclui-se que o uso de ER melhora o ensinamento e o desempenho dos discentes.

No trabalho (LANCHEROS-CUESTA *et al.*, 2018) os autores tiveram como objetivo desenvolvimento de uma ferramenta baseada em robótica e realidade aumentada para desenvolvimento de habilidade de comunicação em crianças da Colômbia. O tipo de intervenção foi prático, o contexto do trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que combine hardware e software que ofereça solução nas dificuldades no transtorno do espectro autista (TEA), que apresenta comunicação e atenção nos processos educativos. Os autores desenvolveram e implementaram uma ferramenta educativa, baseada em software robótico e realidade aumentada, que integra hardware e conversão em uma alternativa para o desenvolvimento de habilidades de discentes com conversão do espectro autista. Ao final, os autores evidenciaram que o conjunto de robô gera a atenção e o aprendizado de crianças.

Em (ROCHA *et al.*, 2021) propuseram um projeto de um ambiente de programação que aproveita papéis assimétricos para promover atividades de pensamento computacional colaborativo para crianças em Portugal com deficiência visual, em particular classes de habilidades visuais mistas. O sistema multimodal compreende o uso de blocos tangíveis e feedback auditivo, enquanto as crianças têm que colaborar para programar um robô. Os autores realizaram um estudo prático online à distância, coletando valiosos feedbacks sobre as limitações e oportunidades de trabalhos futuros, com o objetivo de potencializar a educação e a inclusão social de crianças com deficiência visual.

No trabalho de (KHAN *et al.*, 2015) apresenta um projeto que envolveu professores e crianças do ensino fundamental, cujo objetivo era a montagem de robôs motorizados. O estudo foi conduzido no Canadá. Segundo os autores, o raciocínio espacial com suas considerações de contexto físico, a dinâmica de um corpo movendo-se no espaço, coordenação sensório-motora e

cognição, se mostraram diferentes de outras competências conceituais em matemática. Segundo os autores, o discente se envolve com diversos tipos de sistemas visuoespaciais informacionalmente “densos” interfaces (por exemplo, projetos, ícones de programação, blocos, mapas) o que se mostrou interessante para aplicar a ER e o aprendizado cognitivo de discentes.

No trabalho de (INCE; KOC, 2021) é um projeto na conduzido na Turquia, financiado na Oficina de Jovens Engenheiros (YEW), que consiste em um acampamento de verão de 2 semanas para 32 jovens (17 discentes do 5º ao 6º ano e 15 discentes do 9º ao 10º ano) com o objetivo de estimular seu interesse em STEAM. O currículo YEW incluía eletrônica básica, programação baseada em blocos e robótica por meio do Scratch e Arduino, e projetos de discentes em sistemas de robótica de construção. O estudo experimental teve como objetivo investigar as consequências cognitivas e afetivas do YEW no desenvolvimento das competências de pensamento computacional de discentes do ensino médio e fundamental. A metodologia da pesquisa foi baseada em um modelo de pré-teste e pós-teste de um grupo em um projeto quase experimental. Os dados quantitativos e qualitativos foram coletados por meio do formulário de aplicação. Os resultados mostraram um aumento significativo nos fatores algorítmicos e de pensamento crítico da CT, enquanto nenhuma mudança significativa na criatividade, cooperação e fatores de resolução de problemas da CT. Os discentes relataram ganhos afetivos, incluindo alta satisfação e prazer nas atividades do YEW, aumento do interesse e planejamento de carreira em programação e robótica campos, e melhor desenvolvimento de projetos de autoconfiança em robôs. Em conclusão, o estudo sugere que a ER pode ser uma forma eficaz de promover a CT até certo ponto, mas não uma solução adequada ou completa. Sendo assim, os educadores precisam buscar métodos de ensino mais adequados para uma aprendizagem mais abrangente de CT que possa ser transferida para contextos não computacionais.

No trabalho de (RELKIN *et al.*, 2021) os autores tiveram como objetivo longitudinal quase experimental. A intervenção é uma versão do currículo de CAL chamada “Coding as Another Language (CAL) com o robô KIBO” para ensinar conceitos de programação e alfabetização às 667 crianças nos Estados Unidos. O tipo de intervenção foi prático com um experimento e estudo de caso, no contexto em que as crianças geralmente aprendem a codificar usando sequenciamento simples e interfaces de codificação gráfica ou tangível. O KIBO é programado com blocos de madeira tangíveis que uma criança sequênciia e depois digitaliza usando um scanner de código de barras embutido no robô. Cada bloco apresenta uma ação que o robô realiza. A combinação dos blocos, sensores, módulos e plataformas de arte do KIBO oferece às

crianças uma oportunidade única de não apenas explorar conceitos de programação, mas também usar uma criatividade para criar projetos pessoalmente significativos. Os autores avaliaram o aprendizado dos discentes e mudanças nas habilidades de Pensamento Computacional (CT) expostos a um currículo de codificação adequado ao desenvolvimento. Ao final, os autores mostraram melhoras cognitivas nas crianças que receberam CAL com robô KIBO incluíram algoritmos, modularidade e representação. As crianças pequenas que aprenderam a codificar melhoram na resolução de problemas desconectados que não foram ensinados explicitamente no currículo de codificação.

No trabalho de (KERT *et al.*, 2020) os autores tiveram como objetivo investigar o efeito da ER no desenvolvimento de 78 discentes do ensino médio da Turquia para investigar diferentes grupos de discentes que aprenderam robótica e programação. Além disso, os autores procuraram entender se houve melhoria no desempenho acadêmico na unidade de programação no nível de conhecimento conceitual sobre programação. Para este trabalho, os autores aplicaram intervenção prática com estudo de caso e os dados foram obtidos com observação. O contexto da realização foi um estudo de caso que comparou os efeitos pedagógicos do desenvolvimento de ER e as perspectivas de programação baseada em blocos. Ao final, os autores apresentaram os resultados indicam que a ER desenvolve o desempenho acadêmico dos discentes do ensino médio e as percepções de eficácia da habilidade de pensamento computacional de forma mais eficaz do que os ambientes de programação baseados em blocos. As conexões entre os conceitos dos discentes que fizeram robótica também se mostram mais sólidas do que aqueles que trabalham com software baseado em blocos.

No trabalho de (CANDELAS *et al.*, 2015) os autores tiveram como objetivo apresentar o ambiente Arduino aos discentes dos cursos de Controle Automático e Robótica na Universidade de Alicante na Espanha, e ensiná-los como desenvolver um circuito simples para controle de temperatura e programar e ajustar um controlador PID digital. O tipo de intervenção foi experimental, com suporte teórico, e os dados foram obtidos de forma observacional. Foram realizados experimentos de laboratório para , Espanha, que foram desenvolvidos com base em Arduino e outros equipamentos existentes. Os autores usaram os artigos para descrever a implementação de quatro experimentos de laboratório e outros equipamentos existentes. Ao final, os autores avaliaram os resultados tendo em conta os pontos de vista dos discentes, concluindo que as experiências foram atrativas, o que adquiriram o conhecimento sobre configuração de hardware e programação que se pretendia.

No trabalho de (BERS *et al.*, 2019) os autores tiveram como objetivo principal ensinar as crianças, nos Estados Unidos, a habilidade de pensamento e codificação por meio do robô KIBO. Os autores definiram uma estrutura de pensamento cognitivo que combina com a capacidade de desenvolvimento de crianças pequenas e inclui: sequenciamento, repetições, condicionais e depuração. O trabalho teve intervenção prática, cujo contexto de realização do trabalho foi avaliar uma experiência de “codificação como playground” em consonância com o Positivo Estrutura de Desenvolvimento Tecnológico (PTD). Ao final, os autores apresentaram os resultados confirmando que é possível começar a ensinar nova alfabetização muito cedo (aos 3 anos). Além disso, os resultados mostram que as estratégias utilizadas promoveram a comunicação, a colaboração e a criatividade na configuração de sala de aula.

No trabalho de (GEROSA ANACLARA E KOLESZAR, 2021) os autores tiveram como objetivo explorar as associações entre o CT e uma variedade de habilidades cognitivas em uma amostra de 183 crianças do jardim de infância do Uruguai, com intervenção foi prático. O contexto de realização do trabalho foi uma comparação de avaliação de pensamento computacional usando 9 testes cognitivos, que incluem inteligência fluida, memória de trabalho, planejamento, sequenciamento, rotação mental, vocabulário e precursores matemáticos iniciais. Ao final, os autores compararam os resultados como desempenho das crianças durante uma intervenção de ER usando um robô programável por meio de objetivos tangíveis, encontrando correlações positivas significativas entre desempenho de ER e o CT das crianças.

2.4.2 Quadro Teórico

A seguir, apresentamos a Tabela 2 que representa o Quadro Teórico que resume os resultados da Revisão Sistemática da Literatura em Robótica Educacional. A tabela contém informações sobre os 15 trabalhos selecionados, incluindo o ID do paper, autores, ano de publicação, título, ordem de prioridade, score gerado automaticamente pelo Start Tool e o nível escolaridade em que o projeto de robótica foi empregado a discentes. Essas informações fornecem uma visão geral dos estudos analisados e permitem uma comparação rápida entre eles.

2.4.3 Visualização de dados

Nesta seção, iremos apresentar os gráficos e figuras para a visualização de dados da RSL em Robótica Educativa. A análise da RSL gerou diversas visualizações que são essenciais para

Tabela 2 – Quadro teórico que resume todos os artigos selecionados na revisão sistemática da literatura.

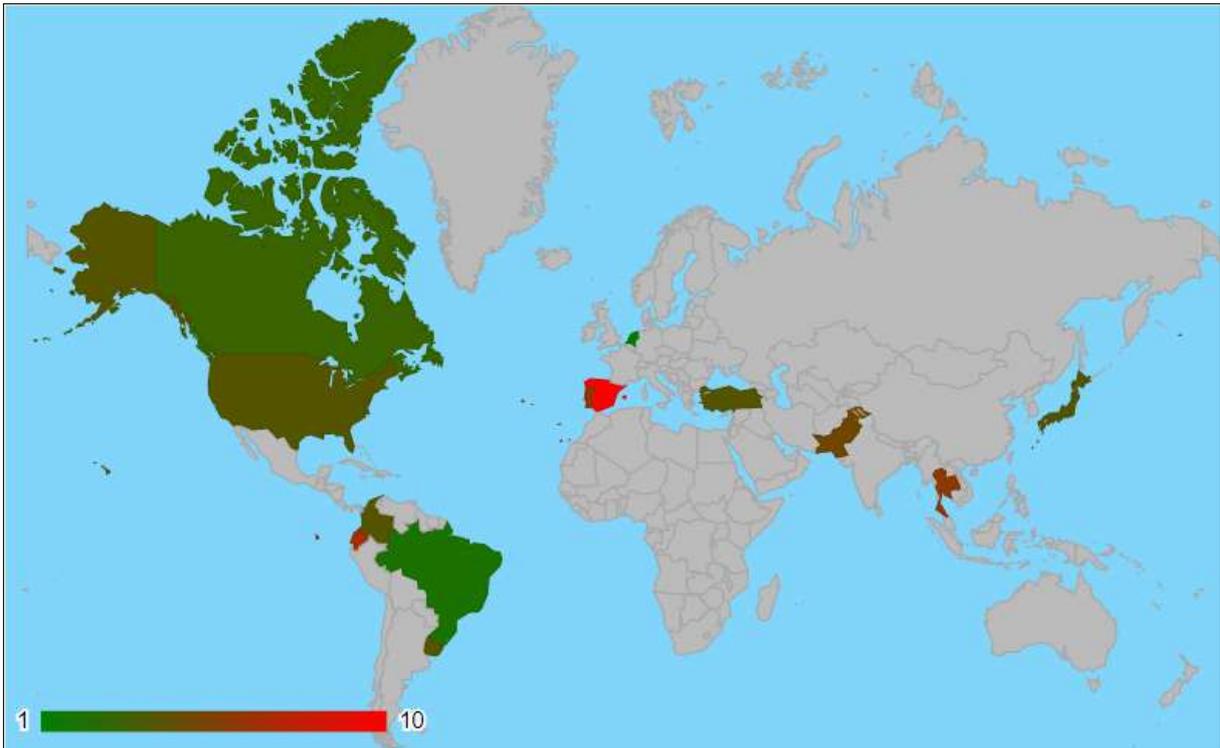
ID	Título	Autores	Ano	Prioridade	Pontuação	Nível
1	Analisando as dimensões socioenativas de ambientes criativos de aprendizagem com crianças pré-escolares	CARBAJAL; BARANAUSKAS	2020	Alto	39	Ensino Fundamental
2	Um ecossistema inteligente baseado em assistentes robóticos, raciocínio baseado em regras e jogos sérios para apoiar atividades de estimulação precoce para crianças de famílias de baixa renda	LUNA-MARÍN <i>et al.</i>	2020	Muito alto	66	Escola Primária
3	Integrando o robô móvel educacional baseado em MicroPython com rede sem fio	KHAMPHROO <i>et al.</i>	2017	Alto	63	Ensino Fundamental
4	Robô móvel educacional baseado em MicroPython para aprendizado de codificação de computador	KHAMPHROO <i>et al.</i>	2017	Muito alto	74	Ensino Fundamental
5	Robo-Blocks: Projetando habilidades de depuração em um sistema de programação tangível para crianças do ensino fundamental	SIPITAKIAT; NUSEN	2012	Alto	51	Escola Primária
6	Um Modelo Computacional para Aprendizagem de Programação e Inteligência Emocional	RAFIQUE <i>et al.</i>	2020	Alto	59	Escola Primária
7	Robótica educacional: uma experiência de ensino e aprendizagem em crianças com transtornos do espectro autista	LANCHEROS-CUESTA <i>et al.</i>	2018	Alto	61	Ensino Fundamental
8	Promovendo a colaboração com funções assimétricas em ambientes de programação acessíveis para crianças com habilidades visuais mistas	ROCHA <i>et al.</i>	2021	Baixo	26	Escola Primária
9	Acumulação de experiência num vasto número de casos: o enativismo como enquadramento adequado para o estudo do raciocínio espacial na educação matemática	KHAN <i>et al.</i>	2015	Alto	38	Ensino Fundamental
10	As consequências do ensino de programação robótica nas habilidades de pensamento computacional: uma intervenção do Oficina do Jovem Engenheiro (YEW)	INCE; KOC	2021	Alto	60	Ensino Médio
11	Aprender a codificar e a aquisição do pensamento computacional por crianças pequenas	RELKIN <i>et al.</i>	2021	Baixo	16	Escola Primária
12	O efeito da robótica no desempenho acadêmico de alunos de seis séries, habilidades de pensamento computacional e níveis de conhecimento conceitual	KERT <i>et al.</i>	2020	Muito alto	72	Ensino Fundamental
13	Experiências na utilização do Arduino para experimentos laboratoriais de Controle Automático e Robótica	CANDELAS <i>et al.</i>	2015	Baixo	18	Estudante Universitário
14	A codificação como playground: promovendo experiências positivas de aprendizado em salas de aula infantis	BERS <i>et al.</i>	2019	Alto	45	Escola Primária
15	Habilidades cognitivas e pensamento computacional aos 5 anos de idade: evidências de associações para sequenciamento e comparação de números simbólicos	GEROSA ANACLARA E KOLESZAR	2021	Alto	40	Escola Primária

compreender os resultados e extrair insights importantes. O primeiro gráfico a ser apresentado é o Mapa Mundial, que mostra a distribuição geográfica dos artigos analisados na RSL. Em seguida, temos a Nuvem de Palavras, que apresenta as palavras-chave mais frequentes encontradas nos artigos. Por fim, temos os Grafos de Relação, que permitem visualizar as relações entre os autores, instituições e países que produzem pesquisa na área de Robótica Pedagógica. Esses gráficos são fundamentais para que as discussões e lições aprendidas sejam mais assertivas e embasadas em dados concretos.

A Figura 5 apresenta o mapa mundial que mostra a relação entre os países dos autores dos artigos sobre robótica educativa. Observa-se que o país que mais investiga sobre o tema é a Espanha, com um total de 10 autores (em vermelho na legenda), seguida pelo Equador (com 7 autores), Portugal e Tailândia, com 6 autores, respectivamente. Já o Brasil apresentou apenas 2 autores, enquanto a Países Baixos teve somente 1 autor (em verde na legenda) publicando artigos sobre robótica educativa. Esses dados mostram que a robótica educativa ainda é um tema pouco explorado em alguns países, enquanto em outros já é amplamente pesquisado e utilizado como ferramenta pedagógica.

Na Figura 6 é apresentado um grafo que representa a relação entre o ano de publicação,

Figura 5 – Mapa mundial mostrando a distribuição dos autores de artigos sobre robótica educativa na RSL.



as palavras-chave, os critérios de inclusão e exclusão, os autores e a base de busca utilizada na RSL de robótica educativa. Cada nó do grafo representa uma das categorias mencionadas, e as linhas que os conectam indicam a relação entre eles. Ao todo foram identificados 13 países que trabalharam relacionados ao tema de robótica educativa. É possível observar que os anos de publicação foram os primeiros critérios de inclusão na busca, seguidos pelas palavras-chave relacionadas à robótica educativa. Os autores foram identificados posteriormente, e as bases de busca utilizadas foram também mostradas. Essa visualização permite entender como as diferentes categorias da RSL estão interconectadas e como foram utilizadas para selecionar os artigos incluídos na revisão.

Na RSL em robótica educativa, foi realizado um grafo de relação entre os 6 parâmetros do formulário de extração de dados (apenas os parâmetros de respostas objetivas) e os 15 artigos selecionados. A Figura 7 mostra que os parâmetros “Método”, “Tipo de Análise”, “Tipo de Intervenção”, “Coleta de Dados”, “Local de Publicação” e “Overview”, “Análise de Resultados” e “Aprendizado” estão relacionados com diferentes artigos selecionados. Essa visualização permite uma melhor compreensão das relações entre os parâmetros e as publicações selecionadas, auxiliando na análise e na formulação de conclusões.

A Figura 8 representa a nuvem de palavras resultante da RSL, cada uma das subfiguras apresenta uma nuvem de palavras gerada a partir de um dos seguintes parâmetros: Título,

Figura 6 – Grafo de relação entre o ano de publicação, as palavras chave, os critérios de inclusão e exclusão, os autores e a base de busca utilizados na RSL de robótica educativa.

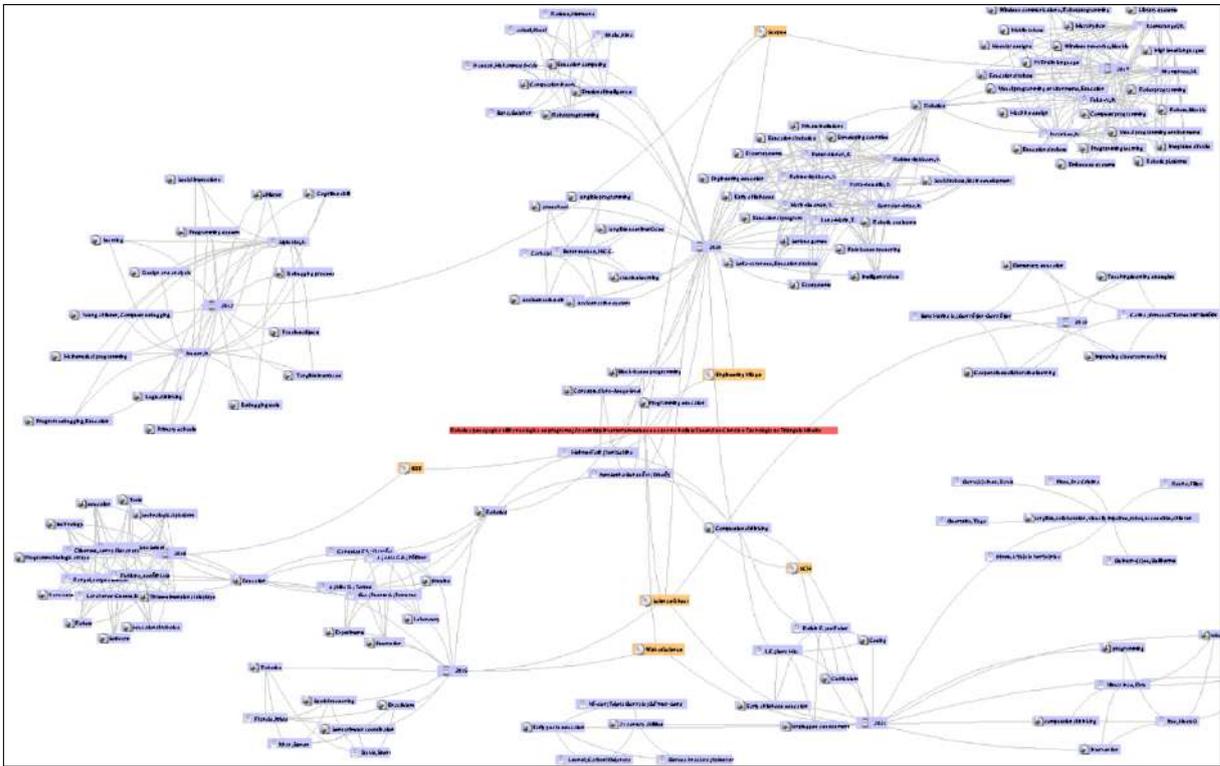
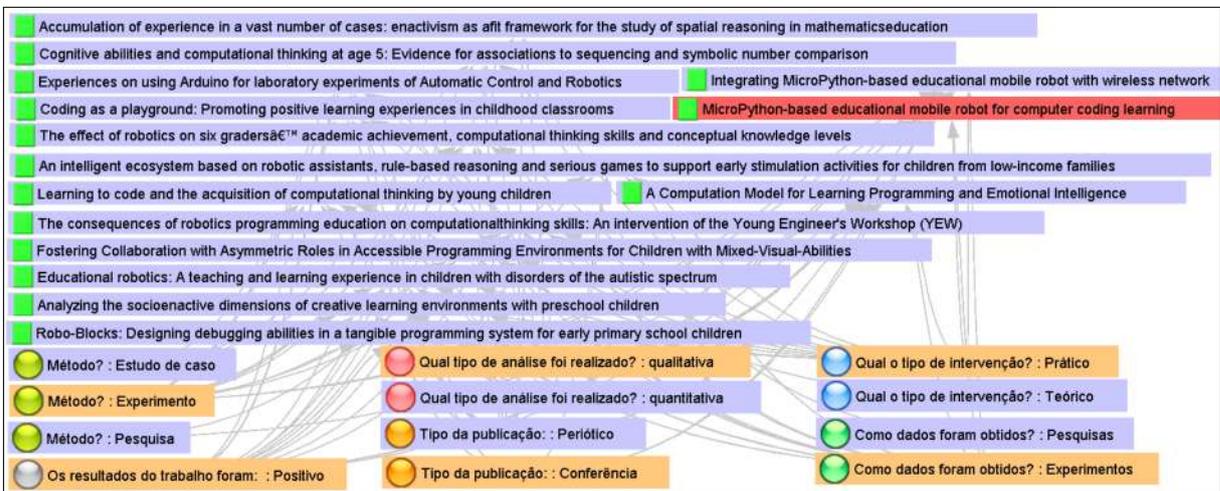


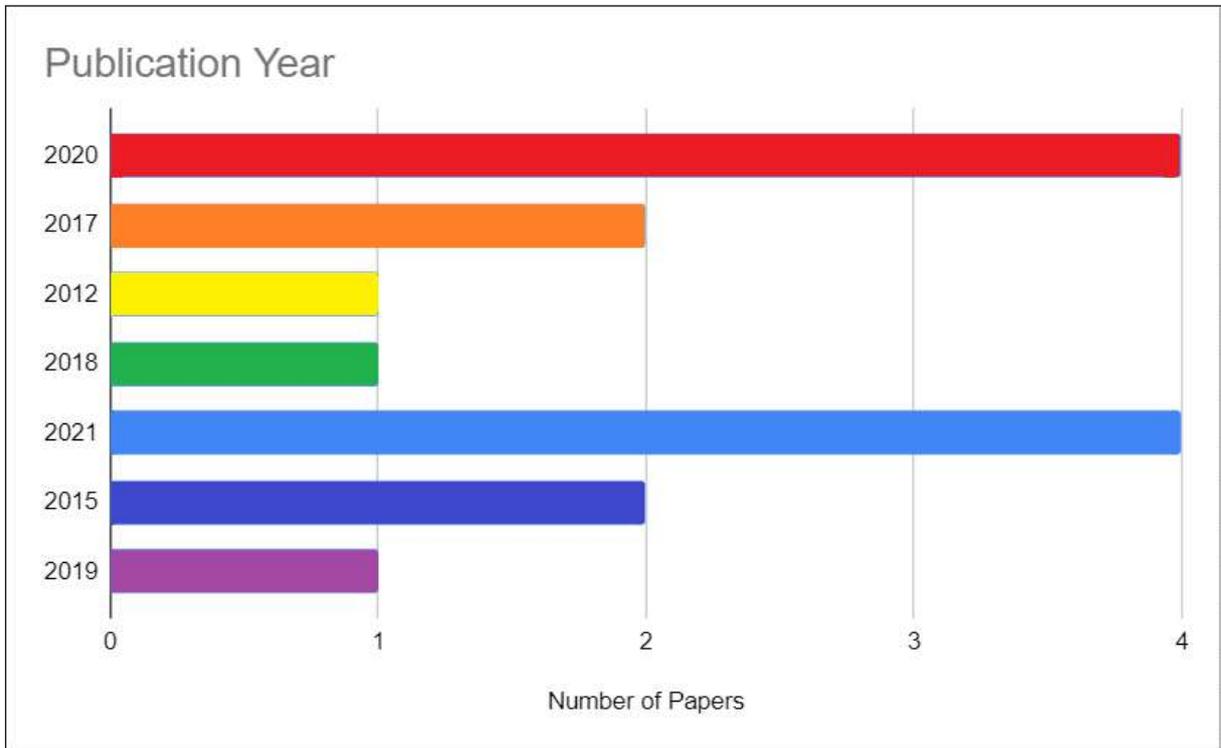
Figura 7 – Grafo que determina a relação entre os atributos e os artigos.



KeyWords, Abstract, Autores e Local de Publicação. As palavras mais frequentes em cada uma dessas subfiguras são apresentadas em fonte maior, enquanto as menos frequentes são apresentadas em fonte menor. A Figura (a) para o título apresenta as palavras mais utilizadas nos títulos dos artigos, em destaque as palavras: “Learning” e “Programming”. A Figura (b) para as keyWords apresenta as palavras-chave mais utilizadas nos artigos, com destaque para: “Robotics”. A Figura (c) para abstract apresenta as palavras mais utilizadas nos resumos dos artigos, com destaque para a palavra: “Learning”. A Figura (d) para Autores apresenta os sobrenomes dos

na RSL em robótica educativa. Observa-se um aumento no número de publicações a partir de 2020, indicando um crescente interesse nessa área de pesquisa. O pico de publicações ocorreu nos anos de 2020 e 2021, com um total 8 trabalhos selecionados para a revisão. É importante ressaltar que a maioria dos trabalhos selecionados foi publicada nos últimos 2 anos, o que evidencia a relevância e atualidade do tema.

Figura 9 – Distribuição ao longo dos anos das publicações selecionadas na RSL.



2.5 LIÇÕES APRENDIDAS

Os trabalhos mencionados abordam a utilização de robótica e programação como ferramentas para auxiliar no aprendizado de diferentes habilidades. Os autores dos trabalhos mencionados têm em comum o objetivo de usar a robótica e a programação como ferramentas de ensino para motivar os discentes a aprender e desenvolver habilidades importantes, como pensamento lógico computacional (INCE; KOC, 2021), resolução de problemas (ROCHA *et al.*, 2021) e trabalho em equipe (INCE; KOC, 2021; RAFIQUE *et al.*, 2020). Ou seja, a temática comum dos trabalhos analisados é a utilização de robótica e programação para fins educacionais. Em geral, os autores buscaram entender como a robótica pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e criativas em crianças e jovens, além de ensinar conceitos de programação e automação.

Os autores acreditam que a robótica pode ser usada como um meio para os discentes aprenderem conceitos mais avançados de STEAM, o que pode ser útil para seus futuros estudos e carreiras (INCE; KOC, 2021). Os estudos também mostraram que a robótica pode ser uma ferramenta motivadora para o aprendizado, além de ajudar na compreensão de conceitos abstratos. A utilização de robôs e programação tangível, como blocos de madeira, permite uma interação mais intuitiva com a tecnologia, tornando o processo de aprendizagem mais acessível e divertido.

Além disso, alguns trabalhos destacam que a robótica pode ser usada para ensinar habilidades emocionais (CARBAJAL; BARANAUSKAS, 2020), como a inteligência emocional, e melhorar a criatividade dos discentes. No geral, os autores veem a robótica como uma ferramenta poderosa para melhorar o ensino e o desempenho dos discentes em diversas áreas. Além disso, os autores destacaram a importância de um ambiente adequado para a aprendizagem, com espaço suficiente para as crianças trabalharem e espalharem o material. A utilização de jogos e atividades lúdicas também pode ser uma forma efetiva de estimular o interesse das crianças pela robótica e programação.

É interessante notar que os trabalhos apresentaram diferentes abordagens para ensinar robótica e programação, utilizando desde sistemas especialistas baseados em regras até programação em Python (KHAMPHROO *et al.*, 2017b). Por exemplo, em um dos trabalhos os autores utilizaram o kit educacional KIBO (RELKIN *et al.*, 2021) para desenvolver habilidades em engenharia de software e linguagens de programação em discentes universitários. Já em outro trabalho (ROCHA *et al.*, 2021), o foco foi em crianças pequenas, com o objetivo de entender suas percepções sobre o comportamento de um robô adaptativo e como elas aprendem a programá-lo. Além disso, houve a utilização de realidade aumentada (LANCHEROS-CUESTA *et al.*, 2018) e robótica para desenvolver habilidades de comunicação em crianças com transtorno do espectro autista.

Alguns autores destacam também a importância da robótica na motivação dos discentes e no aprendizado de disciplinas complexas (KHAN *et al.*, 2015), além das vantagens das ferramentas gratuitas na comparação custo/benefício. Em outros artigos, os autores destacam as percepções das crianças pequenas sobre o comportamento do robô foram estudadas, o que pode ajudar a entender como elas aprendem a programá-lo e a melhorar o ensino de programação para essa faixa etária. A utilização da robótica e realidade aumentada foi proposta como uma alternativa para o desenvolvimento de habilidades de comunicação em crianças com transtorno do espectro autista.

Em outros trabalhos, o objetivo dos autores foi ensinar habilidades de pensamento e codificação em crianças pequenas, utilizando uma estrutura de pensamento adequada para essa faixa etária (GEROSA ANACLARA E KOLESZAR, 2021). Dessa forma, é possível notar que os trabalhos têm em comum o objetivo de utilizar a robótica e programação para auxiliar no aprendizado de habilidades diversas, como engenharia de software, comunicação e pensamento lógico, além de estudar as percepções e estratégias de aprendizado de diferentes faixas etárias. A maioria dos autores destacaram a importância de uma linguagem acessível e de fácil compreensão para os usuários iniciantes.

Por fim, os estudos apontaram para a relevância da robótica e programação na formação de habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e trabalho em equipe. Os estudos são extremamente importantes para a formulação de projetos educacionais alinhados às metodologias ativas, gamificação e principalmente à BNCC no Brasil. A inclusão da robótica e programação no currículo escolar pode ser uma forma efetiva de preparar as crianças e jovens para os desafios do mundo moderno, além de promover uma educação mais engajadora e relevante (LUNA-MARÍN *et al.*, 2020). A utilização dessas tecnologias pode ser uma forma efetiva de preparar as crianças e jovens para os desafios do mundo moderno. Dessa forma, os estudos mencionados fornecem embasamento teórico e prático para a implementação de tais práticas pedagógicas que buscam tornar o processo de aprendizagem mais significativo e dinâmico. O projeto de extensão proposto para discentes do ensino fundamental e ministrado pela equipe de professores capacitados em robótica, foi projetado a partir das definições encontradas na RSL realizada neste capítulo.

PARTE II

DESENVOLVIMENTO

3 MATERIAIS E MÉTODOS

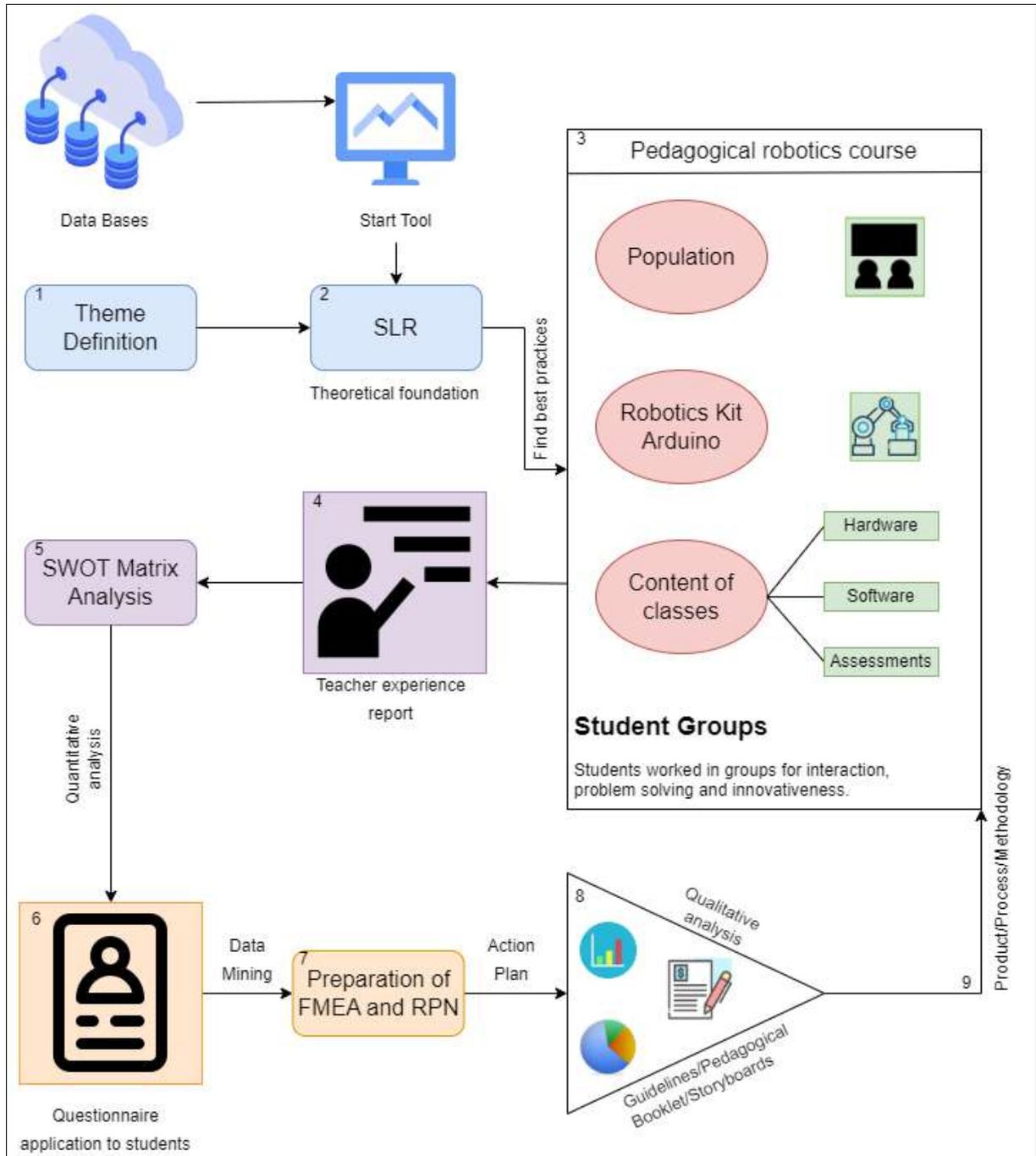
Neste capítulo, apresentaremos os materiais e métodos usados na dissertação de mestrado, cujo objetivo foi desenvolver uma estratégia pedagógica para o ensino de robótica educacional em escolas públicas. Inicialmente, descreveremos o contexto e a escola selecionada para a pesquisa, bem como a amostra de participantes envolvidos. Em seguida, detalharemos os materiais utilizados, tais como os kits robóticos, softwares, ferramentas e materiais de apoio ao professor. A seguir, apresentaremos o curso de robótica desenvolvido, incluindo a metodologia empregada, as atividades realizadas, a duração do curso e o perfil do professor envolvido. Por fim, descreveremos o processo de coleta de dados, os instrumentos utilizados, bem como a análise dos dados obtidos. Este capítulo tem como objetivo fornecer uma visão geral dos procedimentos adotados na pesquisa, permitindo uma melhor compreensão dos resultados apresentados na dissertação.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa. É importante ressaltar que a pesquisa foi conduzida por meio de um relato de experiência do professor coordenador do projeto, e a partir da execução do projeto foram sendo realizadas observações diárias para que a descrição narrativa, pudesse ser aqui apresentada. A metodologia de pesquisa foi dividida em nove passos, conforme apresentado na Figura 10. Inicialmente, (1) definimos o tema e o problema de pesquisa, seguido por uma (2) revisão sistemática da literatura (RSL) para entender o estado da arte de robótica educativa. Em seguida, (3) preparamos e coordenamos um curso de extensão com discentes do ensino fundamental, definimos a população, materiais, conteúdo programático e esquema de avaliações dos participantes. Em seguida, o (4) professor coordenador fez um relato de experiência ao longo de 15 semanas. Depois, (5) realizamos uma análise SWOT do projeto para identificar as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades. Também (6) aplicamos uma análise FMEA “failure mode and effect analysis” e RNP “número de prioridade de risco” de forma quantitativa. Com base nos resultados, (7) elaboramos um plano de ação para mitigar as fragilidades e por meio de uma análise qualitativa, (8) elaboramos um conjunto de diretrizes em forma de storyboard e uma cartilha didática para ser apresentada aos professores. Por fim, (9) realizamos uma análise qualitativa de todas as etapas e concluímos

que esse processo pode ser replicado por outros professores interessados em utilizar a robótica educativa como metodologia ativa na escola.

Figura 10 – Metodologia de pesquisa em nove passos: da revisão sistemática à elaboração de diretrizes para a robótica educativa como metodologia ativa na escola.



3.1.1 Tipo de Pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada para esta dissertação de mestrado envolveu quatro etapas principais. A primeira etapa foi uma revisão da literatura que se concentrou em identificar

estudos que tratam da integração de kits robóticos na educação, bem como suas implicações para o ensino e aprendizagem. Nessa primeira parte, podemos dizer que a pesquisa é bibliográfica porque ela se baseou principalmente em fontes bibliográficas, ou seja, livros, artigos, teses e outras publicações científicas relacionadas ao tema em questão (WAZLAWICK, 2009). A revisão da literatura realizada permitiu a análise crítica e a interpretação dos dados coletados a partir dessas fontes bibliográficas, contribuindo para a construção do conhecimento e para a elaboração das diretrizes e cartilhas para docentes (LIMA; ISOTANI, 2022; KITCHENHAM *et al.*, 2009; KANDLHOFER; STEINBAUER, 2016; SENDACZ *et al.*, 2023) Além disso, a pesquisa bibliográfica permitiu uma ampla revisão do estado da arte do tema, fornecendo subsídios para a compreensão da problemática e a identificação de possíveis soluções. A segunda etapa consistiu na realização de um curso com discentes para explorar o uso de kits robóticos na educação, a fim de compreender como eles podem ser utilizados para melhorar o aprendizado dos discentes. Ao final do curso, um questionário foi aplicado de forma presencial e as respostas foram aqui analisadas de forma quantitativa, por meio de uma técnica de mineração de dados, mais especificamente, a técnica de floresta aleatória, que constrói árvores de decisão.

Na terceira etapa, apresentamos um relato de experiência sobre o curso, descrevendo como a utilização dos kits robóticos impactou no ensino e aprendizagem dos discentes. Nessa etapa, também foram coletados dados por meio de observações e entrevistas com os participantes do curso, buscando identificar aspectos relevantes que poderiam ser úteis para a construção de diretrizes e cartilhas para docentes. Por fim, na quarta etapa, foram criadas diretrizes e cartilhas para docentes com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores. As diretrizes fornecem orientações para os professores que desejam integrar os kits robóticos em suas práticas pedagógicas, enquanto as cartilhas são materiais de apoio que apresentam atividades e exercícios para os discentes.

É importante ressaltar que a metodologia utilizada nesta dissertação de mestrado adotou uma abordagem qualiquantitativa, com ênfase na coleta de dados por meio de questionários, observações e entrevistas. A pesquisa pode ser considerada qualitativa porque ela se concentrou em compreender as experiências e percepções dos discentes em relação ao curso de robótica educacional, bem como a percepção do professor ministrante durante as aulas. A metodologia adotada incluiu a observação dos participantes durante as atividades do curso e a análise de protótipos e softwares produzidos pelos discentes. A análise quantitativa é uma análise cujo objetivo foi avaliar a experiência do estudante na realização do curso de extensão de robótica

pedagógica. O objetivo foi obter uma compreensão aprofundada das experiências do professor ministrante e percepções dos discentes, em vez de buscar uma medida quantitativa ou estatística. Além disso, o software utilizado na construção das cartilhas e diretrizes foi desenvolvido utilizando programação educativa em blocos, a fim de torná-lo acessível e fácil de usar para professores e discentes.

3.1.2 Amostragem

O projeto foi proposto para 23 discentes do ensino fundamental ano de uma escola pública. Ao final, todos os participantes envolvidos concluíram o curso de robótica pedagógica. No entanto, para a coleta de dados, como apenas 15 dos estudantes estavam presentes na aula em que foi aplicado o questionário, podemos dizer que obtivemos 65.217% do total de respostas.

3.1.3 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa foram baseados em um relato de experiência do professor orientador. O relato foi obtido por meio de entrevistas abertas com conversas entre o professor e os discentes envolvidos no projeto. Durante esses encontros, o professor compartilhou sua experiência com a robótica educativa de baixo custo e o impacto que essa abordagem teve na aprendizagem dos discentes. As informações coletadas foram analisadas e interpretadas para identificar padrões e tendências que pudessem ser relevantes para a pesquisa. Este relato de experiência é uma etapa inicial do estudo e pode ser complementado com outras metodologias de coleta de dados ao longo da pesquisa.

Em um segundo momento, um questionário foi aplicado para os alunos avaliarem o curso. Além disso, objetivamos também analisar, por meio de mineração de dados, os atributos de sucesso e fracasso escolar. A técnica de mineração de dados será avaliada com métricas tais como, acurácia, precisão, Cohen's kappa, dentre outros.

3.1.4 Procedimentos de coleta de dados

Como foi mencionado anteriormente, neste primeiro momento, apenas o relato de experiência do professor orientador será apresentado, não havendo necessidade de procedimentos específicos de coleta de dados. No entanto, o professor fez observações diretas das atividades

em sala de aula, fez análise documental de registros, tais como planos de aula do projeto de extensão, avaliações e trabalhos dos discentes. Além disso, questionários ao longo do projeto foram sendo aplicados aos discentes para avaliar suas percepções e opiniões sobre o uso da robótica pedagógica.

3.1.5 Análise de Dados

Nesta dissertação, pelo fato da apresentação de resultados se tratar de um relato de experiência do professor orientador, a análise de dados será feita por meio de uma análise de conteúdo. Nesse tipo de análise, buscamos identificar categorias e temas recorrentes nos dados coletados. Permitindo assim, uma compreensão mais profunda do que foi relatado pelo professor orientador. Os passos nessa análise podem incluir a leitura atenta do relato de experiência, a identificação de categorias e temas que emergem dos dados, a apresentação de pontos positivos, negativos e soluções. E por fim, elaboraremos um quadro analítico e a interpretação dos resultados com base nesse quadro. É importante lembrar que, como se trata de um único relato de experiência, os resultados devem ser considerados com cautela e não podem ser generalizados para outros contextos sem a realização de mais pesquisas.

3.1.6 Limitações metodológicas

As principais limitações desta pesquisa são que se trata de um relato de experiência de apenas um professor, o que limita a generalização dos resultados para outras situações ou contextos. Neste ponto, como se trata de uma pesquisa qualitativa, pode haver subjetividade na interpretação dos dados. Além disso, na parte de coleta de dados, nem todos os alunos concluintes responderam ao questionário, para que a parte quantitativa da pesquisa ficasse mais precisa.

3.1.7 Cronograma de execução do projeto

O objetivo dessa seção é apresentar o cronograma de um projeto de extensão que teve por objetivo introduzir os discentes aos conceitos de robótica, princípios de eletrônica e pensamento computacional, com foco na construção e programação de um braço robótico em Arduino. Além disso, o projeto teve por objetivo desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe. Com o foco de sempre estimular a criatividade e a inovação dos

discentes, incentivando-os a explorar novas ideias e soluções. Por fim, ao final do projeto era esperado que os discentes pudessem utilizar o Arduino como uma plataforma de prototipagem e programação. O cronograma de execução é apresentado em 14 semanas, as aulas de cada semana tiveram duração de 2 horas, perfazendo um total de 30 horas aula. A Figura 11 ilustra alguns momentos importantes da execução do projeto, conforme é descrito a seguir.

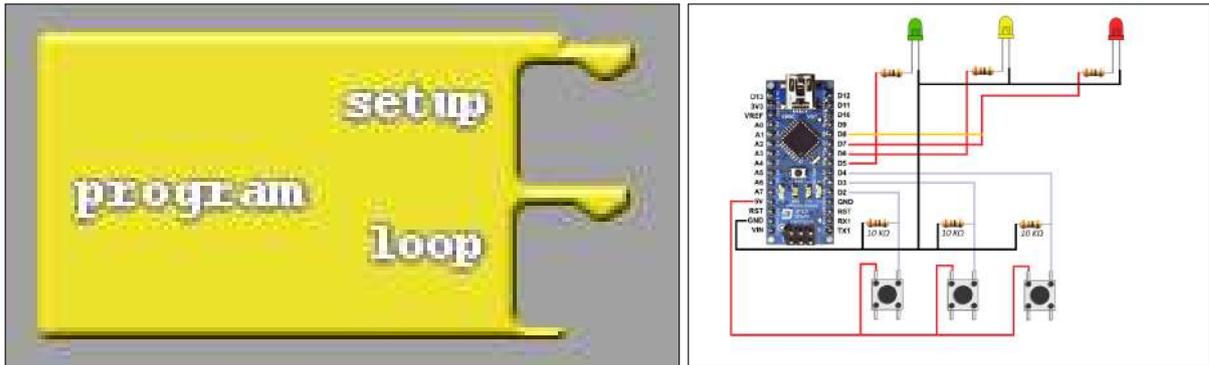
1. Primeira Semana (2 horas): Foi apresentado para os discentes o curso de robótica e também todo o conteúdo que iriam aprender no decorrer do curso.
2. Segunda Semana (2 horas): Foi apresentado a plataforma Arduino e sua IDE (Ambiente de Desenvolvimento) e como os discentes conseguem acessar o aplicativo.
3. Terceira Semana (2 horas): Foi ministrado aula de Lógica de Programação para o entendimento da lógica e compreensão da robótica.
4. Quarta Semana: (2 horas): Foi ministrado aula para o entendimento de programação em blocos e sobre os laços de repetições de alguns blocos. Um exemplo de bloco do Ardublock é apresentado na Figura (a).
5. Quinta Semana: (2 horas): Foi ministrado aula apresentando a placa de programação em blocos (LEDs e Botões) e explicações de como é o funcionamento do mesmo. Na Figura (b) temos a apresentação do desenho e o funcionamento dos botões e LEDs.
6. Sexta Semana: (2 horas): Foi apresentado exemplo do funcionamento da Placa de Programação e depois realizado desafios para os discentes:
 - Acender LEDs.
 - Acender sequências de LEDs.
 - Calcular tempo de Acender/Apagar LEDs.
 - Simulação de um semáforo.
 - Acender/Apagar LEDs seguindo regras dos botões pressionados.
7. Sétima Semana: (2 horas): Foi ministrado uma aula sobre Motor Servo e como é sua forma de trabalho e suas utilidades. Na Figura (c) é apresentado um bloco de utilização dos robôs.
8. Oitava Semana: (2 horas): Foi ministrado uma aula utilizando Blocos de Repetições e Motor Servo.

- Desafios de ângulos de 0 a 90 graus.
 - Desafios de velocidade do movimento do Motor Servo.
 - Movimentos de Motor Servo por botões.
9. Nova Semana: (2 horas): Foi ministrado aula apresentando a Placa de Controle Robótico onde o gerenciamento dos Motores Servo podem ser programado para se movimentar por botões ou deixar a placa auto-programável. Na Figura (d) temos um esquema mais complexo onde uma placa de controle robótico é apresentada.
 10. Décima Semana: (2 horas): Foi ministrado aula apresentando os movimentos do Braço Robótico sem a Placa de Controle Robótico para entendimento dos limites que o Braço Robótico em MDF pode alcançar.
 11. Décima Primeira Semana: (2 horas): Foi ministrado aula com desafios de movimentar o Braço Robótico conforme os botões fossem pressionado.
 12. Décima Segunda Semana: (2 horas): Foi ministrado aula com desafios de movimentar o Braço Robótico e com a garra, segurar os blocos, e assim fazendo a organização do mesmo.
 13. Décima Terceira Semana: (2 horas): Foi ministrado aula com desafios de movimentar o Braço Robótico e com a garra segurar os blocos e organização do mesmo. Na Figura (e) temos a representação de um robô executando a tarefa de capturar blocos de diferentes cores.
 14. Décima Quarta Semana: (2 horas): Foi ministrado aula com desafios de movimentar o Braço Robótico sem a utilizar os botões.
 15. Décima Quinta Semana: (2 horas): Foi ministrado aula explicando o funcionamento de linha de produção. Nesta semana foi aplicado o questionário para os alunos avaliarem o curso.

3.1.8 Informações pedagógicas sobre o projeto de extensão

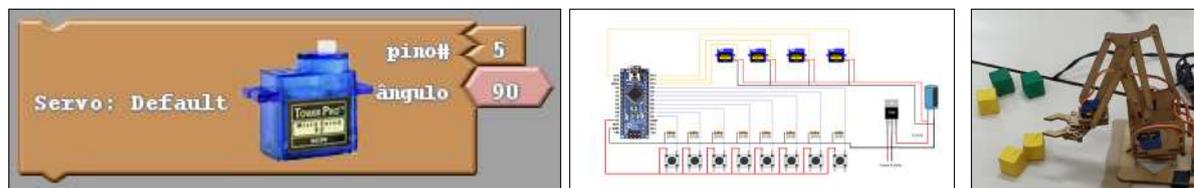
Nesta iremos apresentar um projeto para ensinar discentes do segundo ciclo do ensino fundamental. Com este plano de aula de seis meses, os discentes serão capazes de construir

Figura 11 – Representações de algumas etapas aplicadas durante a execução do projeto.



(a)Exemplo de um Bloco no Ardublock.

(b)Desenho apresentado para os discentes para compreensão de como é o funcionamento da placa de programação com LEDs e botões.



(c)Exemplo de um Bloco com utilização de um Motor Servo angulo de trabalho de 0 a 180°.

(d)Esquema Placa de Controle Robótico.

(e)Desafios de pegar os blocinhos.

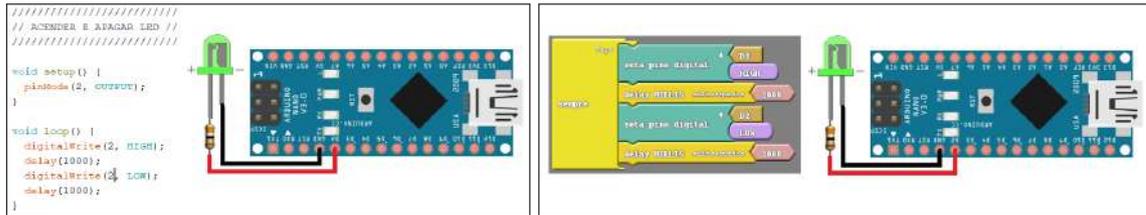
e programar um braço robótico com a placa microcontrolador Arduino, além de desenvolver habilidades importantes como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe. No entanto, é importante lembrar que o sucesso do projeto depende de um professor bem preparado e disposto a ajudar seus discentes a aprender.

A avaliação foi contínua ao longo do curso, com ênfase no processo de aprendizagem, na criatividade e no trabalho em equipe dos discentes. Além disso, a avaliação do desempenho dos discentes foi feita com base na programação e funcionalidade do braço robótico com o Arduino, bem como na qualidade e inovação dos projetos desenvolvidos ao longo do curso com o Arduino. Neste projeto, todos os discentes participaram do projeto de extensão trabalhando em duplas. No primeiro dia o professor já explicou a forma que seria o projeto e como seria as avaliações durante o projeto.

Na primeira parte do projeto que foi apresentado o Arduino e suas funções e onde poderia ser aplicado esse equipamento eletrônico já foram avaliados com perguntas oral sobre o mesmo para que o professor tivesse uma noção a nível de conhecimento dos discentes por Arduino e o seu funcionamento. Somente 1 discente que tinha conhecimento por Arduino, mas nunca viu fisicamente e também não chegou a programar esse equipamento.

Na segunda parte é apresentado a forma que pode se programar o Arduino e apresen-

Figura 12 – Comparação de programação em código e programação em bloco.



(a) Apresentação do código em Linguagem C e (b) Apresentação do código em Linguagem de Bloco e Arduino com um circuito LED.

tando o Ambiente de Desenvolvimento IDE e também como é adquirido o Software, instalado e executado. Para um teste de dificuldade dos discentes foi apresentado um simples código em linguagem C no Ambiente de Desenvolvimento IDE para que os discentes obtivesse uma noção de como é a Linguagem de Programação conforme a Figura 12, apresentando na Figura (a), por programação em código e na Figura (b), por programação em bloco. Apenas para fins de observação, somente um dos discentes tiveram noção de programação pois o mesmo já tinha conhecimento teórico sobre programação, mesmo assim o professor explicou o básico para reforçar os conhecimentos.

Após a etapa de conhecimento sobre equipamento eletrônico Arduino o professor explica e dá exemplo sobre os projetos já realizados com Arduino e isso faz com que os discentes demonstrem mais interesse em saber sobre o equipamento e assim professor pede para que alguns discentes tentem apresentar ideias do que se pode fazer com Arduino. Como os discentes estão trabalhando em duplas ele consegue apresentar ideias uns aos outros e assim um ajuda o outro na elaboração da ideia o que o Arduino é capaz de fazer. O professor ajuda e expande cada vez mais as ideias dos discentes sobre projetos que podem ser trabalhados com o Arduino.

3.2 MATERIAIS

Nesta seção será apresentado os materiais que foram usados para a montagem dos kits robóticos para que os discentes pudessem aprender programação com robótica utilizando uma abordagem sustentável e de baixo custo. Para uma explicação mais compreensiva sobre os materiais utilizados, será apresentada a parte de materiais em 2 partes: Software e Hardware.

3.2.1 Softwares

Um software é um serviço computacional utilizado para realizar ações nos sistemas de computadores. Ou seja: Um software é todo programa presente nos diversos dispositivos (computadores, celulares, televisores, entre outros). Nessa seção dividimos a explicação dos Software utilizado no projeto em duas partes: Ambiente de desenvolvimento integrado e Ardublok, conforme Figura 13.

3.2.1.1 Ambiente de desenvolvimento integrado

O ambiente de desenvolvimento integrado, IDE, do inglês Integrated Development Environment é um programa de computador que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software com o objetivo de agilizar este processo. Aqui, o software utilizado para a parte de programação é a IDE do Arduino¹ que é um ambiente de desenvolvimento integrado. Em outras palavras, é um espaço onde você tem tudo que precisa para programar a placa baseada nessa plataforma escrevendo seus códigos de maneira satisfatória, rápida e eficiente. A Figura (a) apresenta o ambiente de desenvolvimento IDE.

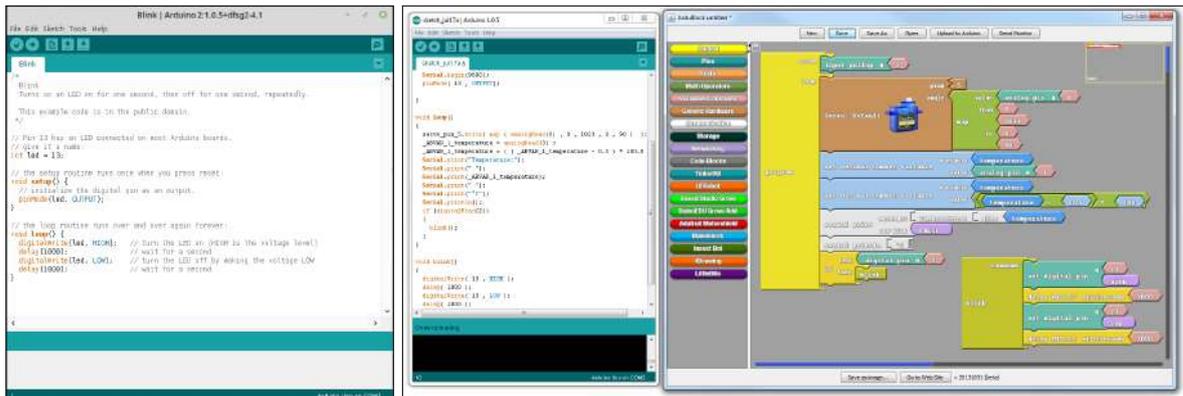
3.2.1.2 Ardublock

O Ardublock é uma linguagem de programação construída em blocos com funções prontas, entretanto, é necessário carregar o programa na plataforma Arduino, ou seja, a linguagem em blocos vai ser transcrita em linguagem C++ (com pequenas modificações). O Ardublock (Figura (b)) permite uma interação direta com plataforma Arduino, deste modo, a programação realizada fica salva na placa mesmo após não estar mais conectada a um computador e a utilização do recurso Plotter Serial (construção de gráficos em tempo real) também fica disponível, assim como o recurso Monitor Serial (Disponibiliza a visualização dos dados). Esta Plataformas de Programação Visual (PPV) tem o objetivo de introduzir usuários que não possuem o conhecimento de linguagens de programação (SOARES *et al.*, 2021), a desenvolver projetos para o Arduino. Em outras palavras ela é uma interface que possui a técnica de programação por blocos lógicos especificamente para a linguagem Arduino (ver Figuras (b), (c) e (d)). Após a instalação

¹ Para adquirir a IDE de desenvolvimento do Arduino e instalar no computador deve acessar o site <https://docs.arduino.cc/> onde se encontra a versão mais atualizada. No site pode ser encontrado para Dowload para Sistema Operacionais tanto na versão Windows, Linux e MacOS.

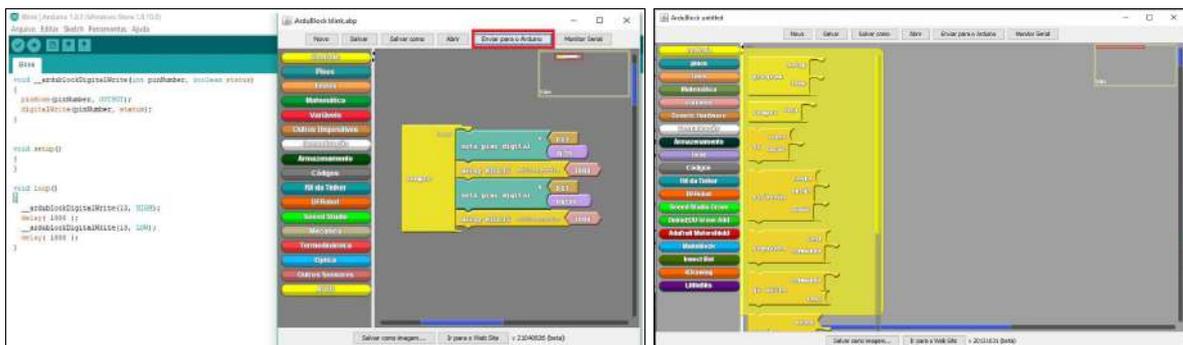
do ambiente de desenvolvimento deve-se instalar a biblioteca ArduBlock². O Ardublock é uma interface de programação gráfica desenvolvida exclusivamente para o Arduino. Assim o discente não precisa se preocupar com a linguagem de programação, apenas precisa juntar os blocos de programação e o programa irá converter os blocos em linguagem de programação.

Figura 13 – Exemplificação dos ambientes integrados de desenvolvimento usados na sala de aula.



(a) Ambiente de Desenvolvimento - Arduino.

(b) Ambiente de Desenvolvimento em Bloco - Ardublock.



(c) Software Arduino IDE e a extensão Ardublock.

(d) Lógica de programação em bloco utilizando software ArduBlock.

3.2.2 Hardware

A parte de Hardware (HW) foi realizado a confecção de 2 placas para o aprendizado do discente em programação em bloco e outra para gerenciar o movimento do braço robótico e também a estrutura do braço robótico. Essa seção foi dividida em 6 partes: (a) Arduino, (b) Motor Servo, (c) Placa de aprendizado em programação em bloco, (d) Placa para gerenciamento do braço robótico, (e) estrutura do braço robótico e (f) elementos de fixação do braço robótico. Alguns destes componentes de HW serão apresentados para exemplificação nas Figuras 14 e 15.

² A biblioteca Ardublock pode ser gratuitamente adquirida no site <http://ardublock.ru/en/>.

3.2.2.1 Arduino

O Arduino Figura (a) é uma plataforma de desenvolvimento de hardware e software livre que tem sido amplamente utilizada na robótica. Uma das principais vantagens do uso do Arduino na robótica é a sua flexibilidade. O Arduino pode ser programado para se adequar a uma variedade de projetos e aplicações, desde robôs simples até projetos mais complexos e sofisticados. Além disso, o Arduino é de baixo custo, o que o torna uma opção acessível para escolas e instituições educacionais que desejam incorporar a robótica em suas atividades curriculares.

Outra grande vantagem do uso do Arduino na robótica é a sua capacidade de interação com uma variedade de sensores e atuadores. Isso permite que o Arduino seja utilizado para controlar uma ampla gama de dispositivos, desde motores simples até sistemas complexos de automação industrial. Além disso, o Arduino é capaz de se comunicar com outros dispositivos e plataformas, o que significa que ele pode ser integrado a outros sistemas de controle e automação. Isso o torna uma opção ideal para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares que envolvem a robótica e outras áreas do conhecimento, como eletrônica, programação e automação.

3.2.2.2 Motor Servo

O Motor Servo, ver Figura (b), é uma das tecnologias utilizadas no processo produtivo de uma indústria e em muitas outras aplicações. É um dispositivo eletrônico utilizado para movimentar, com precisão, um objeto, permitindo-o girar em ângulos ou distâncias específicas, com garantia do posicionamento e garantia de velocidade. É considerado um motor elétrico rotativo acoplado a um sensor que passa a condição de seu posicionamento, permitindo o controle preciso da velocidade, aceleração e da posição angular. Pode ser de corrente contínua ou de corrente alternada. Possui o nome porque não tem rotação livre e de forma contínua, como um motor convencional. Ele obedece a um comando estabelecido, ou seja, “serve” a uma procedimento determinado. É muito utilizado em sistemas de coordenação robóticos (LOPES; LIMA, 2021), drones, automação industrial, máquinas diversas, aeromodelos de helicópteros e aviões, nos ramos aeroespacial, agrícola, médica e em muitas outras aplicações.

Figura 14 – Exemplos de hardware usados como materiais para o projeto de extensão.



(a) Placa Arduino Nano: Modelo utilizado na realização do projeto.

(b) Motor Servo: Modelo utilizado na realização do projeto.

(c) Estrutura de um braço robótico em material MDF (Medium - Density Fiberboard) com 4 motores servos montado.



(d) Placa confeccionada utilizando botões e LEDs para o desenvolvimento de lógica de programação em bloco utilizando software ArduBlock.

(e) Foto de apresentação do projeto em MDF do Braço Robótico montado com os Motores Servo.

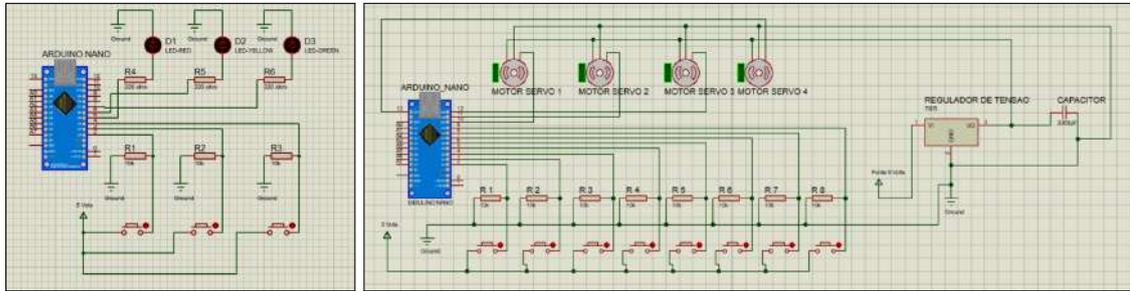
(f) Parafusos e porcas utilizados na montagem do Braço Robótico. Ao todo foram usados: 30 Porcas, 20 Parafusos 6mm, 20 Parafusos 10mm, 10 Parafusos 8mm, 10 Parafusos 30mm.

3.2.2.3 Placa de Aprendizagem em Programação em Bloco

A placa para aprendizagem em programação em bloco foi desenvolvida para que o discente tenha primeiro o conhecimento da teoria de Lógica de Programação, Programação em Bloco e depois na parte prática tendo a compreensão que a lógica da programação que ele desenvolveu no ambiente gráfico deve seguir a sua lógica na placa de aprendizagem. A Figura 15 apresenta do projeto da placa desenvolvida no Software Proteus: parte de ativação de LEDs (a). Proteus é um software de simulação de circuitos eletrônicos que é comumente utilizado na robótica para o desenvolvimento e teste de projetos envolvendo o Arduino (AHMED *et al.*, 2021). Ele permite a simulação de diferentes circuitos eletrônicos e a conexão desses circuitos com o Arduino, possibilitando a análise de como o sistema funcionará antes de ser implementado na prática (NAVARE *et al.*, 2022). Isso permite que os desenvolvedores economizem tempo e recursos, evitando possíveis erros e falhas na implementação real (AHMED *et al.*, 2021). Além disso, o Proteus também pode ser usado para a criação de interfaces de usuário para o Arduino, permitindo a interação do usuário com o robô através de botões, telas e outros componentes

eletrônicos.

Figura 15 – Circuitos usados na prototipagem do braço robótico.



(a) Circuito do protótipo para Programação em Bloco.

(b) Circuito do protótipo Projeto Placa Braço Robótico.

Após o projeto desenvolvido no software Proteus é realizado o levantamento dos materiais e compra do mesmo para a confecção, conforme a Tabela 3. Os componentes são instalados na Placa Fenolite 7×9 cm, que no processo de soldagem, ver Figura (c), são fixados e assim obtendo a placa utilizada para o aprendizado de Programação em Bloco conforme a Figura (d). A placa Fenolite é uma placa de circuito impresso utilizada para a montagem de circuitos

Tabela 3 – Materiais para confecção da Placa de Programação.

COMPONENTES	QUANTIDADE
ARDUINO NANO	1
PLACA FENOLITE 7X9CM	1
BOTÕES - PUSH BUTTON	4
RESISTOR 220 OHMS	3
RESISTOR 10 K	3

eletrônicos, incluindo os utilizados em robôs. Ela é composta de um substrato de fibra de vidro e uma camada de cobre que permite a conexão de componentes eletrônicos por meio de solda. No desenvolvimento da placa não foi necessário a instalação de uma fonte externa pois o próprio cabo USB do Arduino pois o mesmo já consegue alimentar todos o circuito e assim gerenciar conforme a programação que o discente desenvolve acender os LEDs sem a necessidade de uma fonte externa ao circuito, conforme Figura (e). A Tabela 4 apresenta todos os componentes que foram utilizado para confecção da placa, em que cada componente foi descrito, suas respectivas quantidades gastas, os valores por unidade e o total gasto. Neste sentido, foram gastos R\$188,67, o que indica um valor razoável, considerando-se que foram formados 23 discentes no projeto de extensão.

Tabela 4 – Tabela detalhada de gastos de todos componentes.

COMPONENTES	QTDS	VALOR	TOTAL
MOTOR SERVO	4	10,73	42,92
BRAÇO ROBÓTICO + PARAFUSOS	1	55,50	55,5
ARDUINO NANO	1	36,00	36,00
PLACA FENOLITE 7 X 9 CM	2	4,50	9,00
BOTÕES - PUSH BUTTON	12	0,25	3,00
LED 5MM DIFUSO	3	0,17	0,51
RESISTOR 220 OHMS	3	0,13	0,39
RESISTOR 10 K	11	0,13	1,43
REGULADOR DE TENSÃO L7805	1	1,61	1,61
BARRA DE 8 PINOS FÊMEA	8	2,19	17,52
RABICHO PLUG P4 FÊMEA	1	2,29	2,29
CAPACITOR ELETROLÍTICO 3300 UF	1	3,98	3,98
FONTE BIVOLT 9V / 1A	1	14,52	14,52
SOMA TOTAL	49	R\$ 127,95	R\$ 188,67

3.2.2.4 Placa de Gerenciamento Braço Robótico

O projeto de Gerenciamento do Braço Robótico também foi desenvolvido no software Proteus conforme Figura (b). Nesta etapa também foi realizado o levantamento dos materiais para compra e confecção, conforme a Tabela 5. Na confecção da Placa de Gerenciamento do Braço Robótico foi utilizado uma fonte externa de 9V pois nesse circuito temos componentes que precisa de uma alimentação onde o Arduino não consegue alimentar, que são os Motor Servos. Quando se tem somente um Motor Servo instalado no Arduino ele consegue alimentar e assim realizar os movimentos de ângulos de 0° a 180° graus. Como no circuito temos 4 Motor Servo é preciso uma alimentação externa. Após a instalação dos componente na placa Fenolite o projeto ficou conforme a Figura (e) .

Tabela 5 – Materiais para confecção da Placa de Programação.

COMPONENTES	QUANTIDADE
ARDUINO NANO	1
PLACA FENOLITE 7X9CM	1
BOTÕES - PUSH BUTTON	8
MOTOR SERVO	4
REGULADOR DE TENSÃO L7805	1
CAPACITOR ELETROLÍTICO 3300 UF	1
FONT BIVOLT 9V / 1A	1
RESISTOR 10 K	8

3.2.2.5 Estrutura do Braço Robótico

Nessa última parte de materiais foi adquirido o projeto pronto da estrutura do Braço Robótico em MDF (Medium-Density Fiberboard), que traduzindo para o português significa que é um painel de fibras de madeira de média densidade. O MDF tem seu uso aplicado à diversos segmentos de mercado, como artesanato, construção civil e embalagens. Mas o seu maior uso se dá justamente na produção de móveis. A Figura (e) mostra como é o produto quando é adquirido em sua compra, nesta imagem é apresentada a estrutura do Braço Robótico montado com os Motores Servo sem a placa de gerenciamento.

Para realizar o corte no MDF para montagem do Braço Robótico foi utilizado uma máquina de corte a Laser, ver Figura 16. A máquina de corte a Laser é um equipamento que utiliza alta tecnologia. As capacidade de corte, ou seja, as espessuras das chapas metálicas que podem ser trabalhadas dependem basicamente do tipo de material e da potência do laser a ser empregado. A principal característica do corte por Laser é que o material removido é muito pequeno, menos de 10 por cento, o que confere ao Laser uma elevada precisão e alta velocidade de corte, principalmente em espessuras finas, ver Figura (a). Para que o corte seja feito, um gerador de alta potência produz um raio que é levado para a cabeça de corte, que direciona o feixe do Laser por um caminho ótico (através de espelhos ajustáveis). O raio, que até então apresentava baixa densidade de energia, atravessa uma lente de foco que ajusta a intensidade e o tamanho do feixe (CASTRO; DÂMASO, 2020). Quando chegar ao cabeçote da máquina Laser, a luz é concentrada através de lentes em um único ponto, este direcionamento da luz Laser, ocorre em um diâmetro inferior a 0.25 mm.

Figura 16 – Material de corte de peças em MDF para robótica.



(a)Exemplo de um corte a Laser.

(b)Impressora de corte a Laser.

O feixe focado passa a apresentar uma alta densidade de energia e é direcionado para o material a ser trabalhado. Assim é efetuado o corte. A densidade energética, do feixe é tão grande

que "derrete" o material na linha de corte (CASTRO; DÂMASO, 2020). Em alguns milésimos de segundo a máquina de corte a Laser executa o trabalho. O sistema permite que projetos complexos, cheios de detalhes e ângulos difíceis, sejam realizados de forma perfeita. O uso de máquina de corte a Laser é recomendado quando as peças apresentarem formas complicadas e for exigido um acabamento de superfície praticamente livre de rebarbas na região de corte. Como esse processo não requer estampas de corte, é possível produzir rapidamente lotes pequenos e diversificados. Os materiais que a o Laser corta além do MDF que foi utilizado no projeto são vários como polímeros, têxteis, couro, cerâmica, rochas, dentre outros (CASTRO; DÂMASO, 2020). O MDF precisa ser realizado cortes para moldar o projeto do Braço Robótico e quando se tem a necessidade de realizar cortes utilizando ferramentas de cortes e de furos pode não ter uma precisão desejado. Para realizar o esperado do desejo projetado o Braço Robótico foi realizado a impressão do mesmo no corte em impressora a laser, conforme Figura (b).

3.2.2.6 Elementos de fixação em robótica

Parafusos e porcas são componentes mecânicos comumente utilizados na robótica para fixação de peças e estruturas. Os parafusos são elementos de fixação, que é uma peça com rosca, composta por um corpo cilíndrico com uma cabeça e uma extremidade em formato de ponta. O parafuso é inserido na superfície a ser fixada com a ajuda de uma ferramenta, como uma chave de fenda ou uma chave de boca (UMEZAKI, 2017). O parafuso é uma haste roscada com uma cabeça em uma das extremidades e a outra extremidade em formato de rosca, que permite a fixação de uma porca. A porca, por sua vez, é uma peça com um furo no meio, que também possui rosca interna, permitindo que seja enroscada no parafuso.

Na robótica, os parafusos e porcas são amplamente utilizados para fixar componentes, como motores, placas de circuito impresso e estruturas mecânicas (UMEZAKI, 2017). Eles permitem a montagem e desmontagem de robôs de forma modular, o que facilita a manutenção e modificação dos projetos. Além disso, na robótica, é importante escolher os parafusos e porcas adequados para a aplicação específica, levando em consideração o tamanho, o tipo de rosca, a resistência mecânica e a compatibilidade com outros componentes utilizados no projeto. Isso pode garantir uma fixação segura e confiável dos componentes e da estrutura do robô. Sendo assim, na Figura (f) apresentamos um conjunto de todos os parafusos que são necessários para a montagem do Kit Robótico em MDF.

3.3 GUIA TÉCNICO DE ROBÓTICA

Nesta seção, apresentaremos um guia didático é um material pedagógico que apresenta um roteiro para o professor ensinar uma determinada disciplina ou conteúdo, podendo incluir sugestões de atividades, exercícios, recursos audiovisuais, entre outros. É um material mais abrangente que busca orientar o professor na sua prática pedagógica.

Neste sentido, apresentaremos um material educacional que apresenta instruções passo a passo para construir robôs utilizando o kit de hardware Arduino e programação por meio da plataforma de desenvolvimento Ardublock.

3.3.1 Montagem do hardware robótico

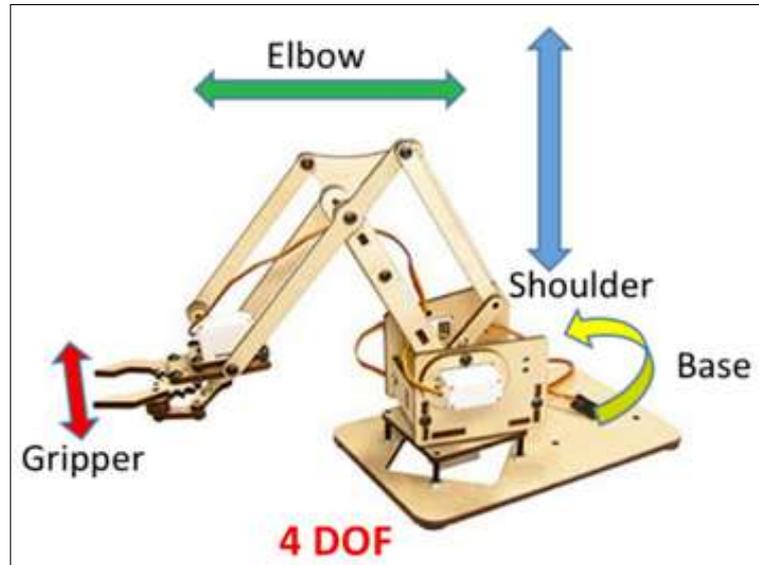
Nesta seção, apresentaremos o guia para a montagem do hardware robótico. Este guia contém um passo a passo detalhado para a montagem do kit robótico com as peças em MDF, bem como a utilização de parafusos, porcas e motores (servo). Com este guia, será possível montar um robô funcional com sucesso e explorar as diferentes funcionalidades que o kit robótico oferece. É importante seguir cuidadosamente cada passo, pois a montagem correta garantirá o funcionamento adequado do robô e evitará problemas futuros.

Neste guia, apresentaremos 70 passos de montagem de forma prática para docentes que desejam iniciar cursos de robótica na sala de aula. O kit robótico, aqui apresentado, traz uma série de componentes essenciais para a criação de um robô funcional, incluindo parafusos, porcas e motores servo. A Figura 17 ilustra que o Braço Robótico desse projeto apresenta 4 graus de liberdade DOF (Degree of Freedom) de movimento.

O processo de montagem é cuidadosamente descrito em cada passo conforme é descrito nas Figuras 18 trata da fixação do motor servo no MDF com as ferramentas (ver Figura (f)), com suas respectivos passos representados nas Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 19 trata da montagem da base da estrutura do braço robótico e pode ser representado pelos passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 20 representa a montagem das peças da estrutura de base e do motor, possui os seguintes passos representados nas Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 21 representa a montagem do braço e o acoplamento do mesmo na estrutura e é representado pelos passos nas Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f).

A Figura 22 representa a montagem de parte de sustentação do braço robótico, conforme os passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 23 representa a montagem dos braço

Figura 17 – Base - Movimento Base; Shoulder - Movimento Ombro; Elbow - Movimento Cotovelo; Gripper - Movimento Garra.

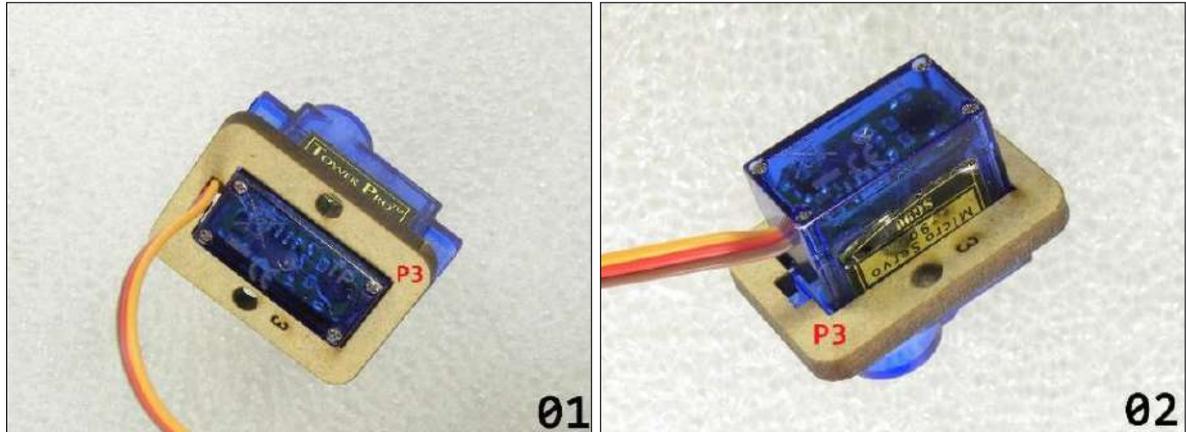


robóticos, conforme os passos das Figuras(a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 24 representa a sustentação dos braço robóticos, conforme os passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 25 representa a sustentação dos braço robóticos, conforme os passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 26 representa a fixação das demais peças, as Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 27 representa o acoplamento das demais peças na base robótica de acordo com os passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). A Figura 28 representa o acoplamento das demais peças e engrenagens no braço e na base robótica de acordo com os passos das Figuras (a), (b), (c), (d), (e) e (f). Por fim, na Figura 29 tem os passos exemplificados nas Figuras (c), (d), (e) e (f). Dessa forma, a finalização do projeto representado nos passos das imagens permite que mesmo aqueles professores sem experiência prévia possam construir seu próprio robô. Além disso, a utilização de materiais como o MDF e os componentes disponíveis neste kit tornam a montagem segura e acessível a todos os interessados. As imagens abaixo apresenta todas as peças para montagem do Braço Robótico. As peças devem ser desencaixada da moldura MDF e ser separadas para a montagem seguindo as 70 passos que mostra os passo a passo para montagem do mesmo. A montagem é bem simples e seguindo a sequência de passos consegue montar o Braço Robótico.

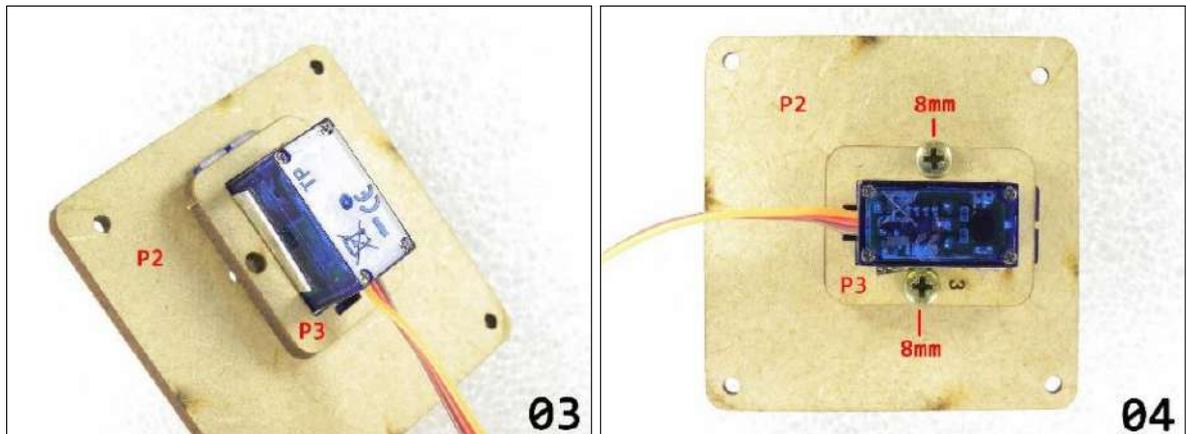
3.3.2 Controlador Braço Robótico desenvolvido

O controlador robótico (Arduino) é um componente essencial para o funcionamento do Braço Robótico. Ele é responsável por controlar os movimentos dos Motores Servo, o Arduino

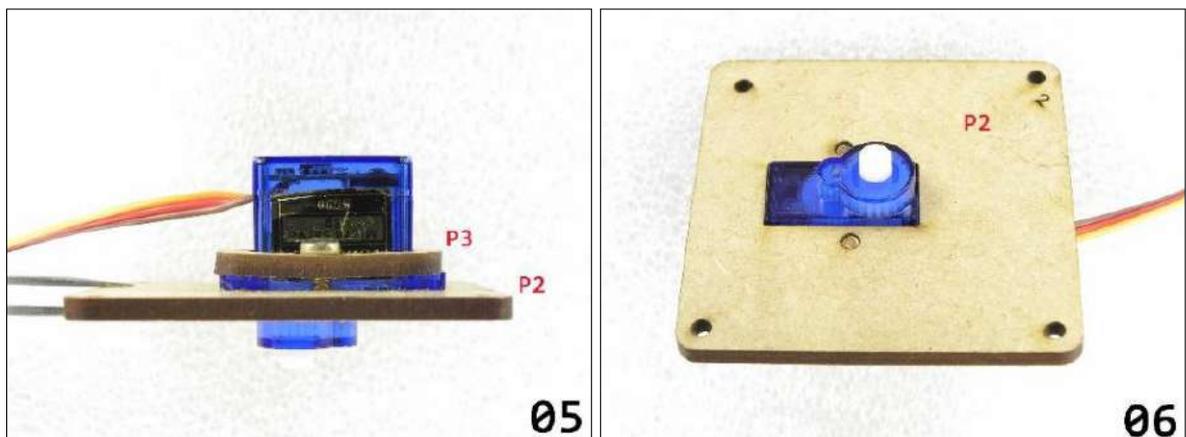
Figura 18 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento base: primeira parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a)Encaixar da peça 3 (MDF) na parte traseira do Motor. (b)Empurrar a peça 3 (MDF) até a base do Motor Servo.

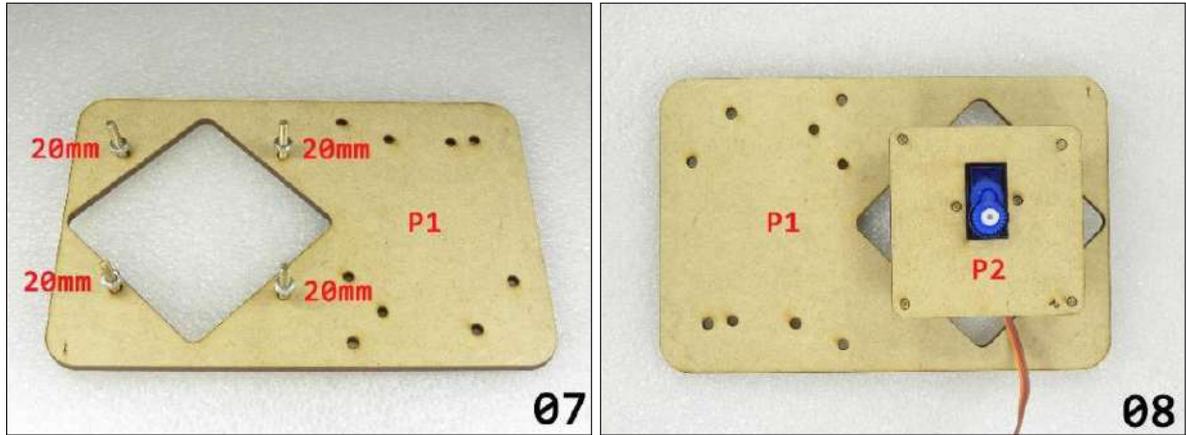


(c)Encaixar a peça 2 (MDF) na frente do Motor Servo junto a peça 3 (MDF). (d)Fixar os parafusos de 8mm para firmar as peças 2 (MDF) e peça 3 (MDF).



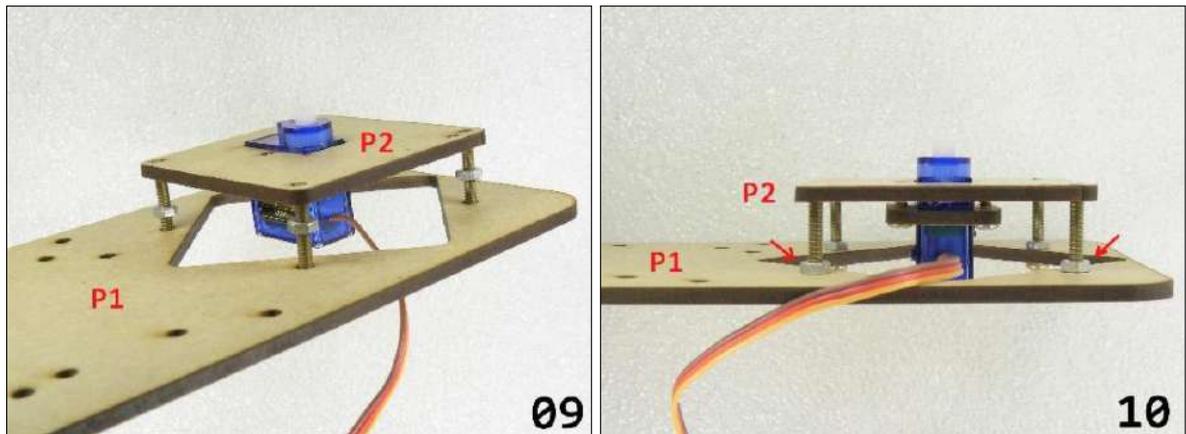
(e)Observar a forma como a peça 2 (MDF) deve ficar firme com a peça 3 (MDF). (f)Observar a parte frontal do Motor Servo deve ficar na peça 2 (MDF).

Figura 19 – Montagem da estrutura da base do robô: segunda parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



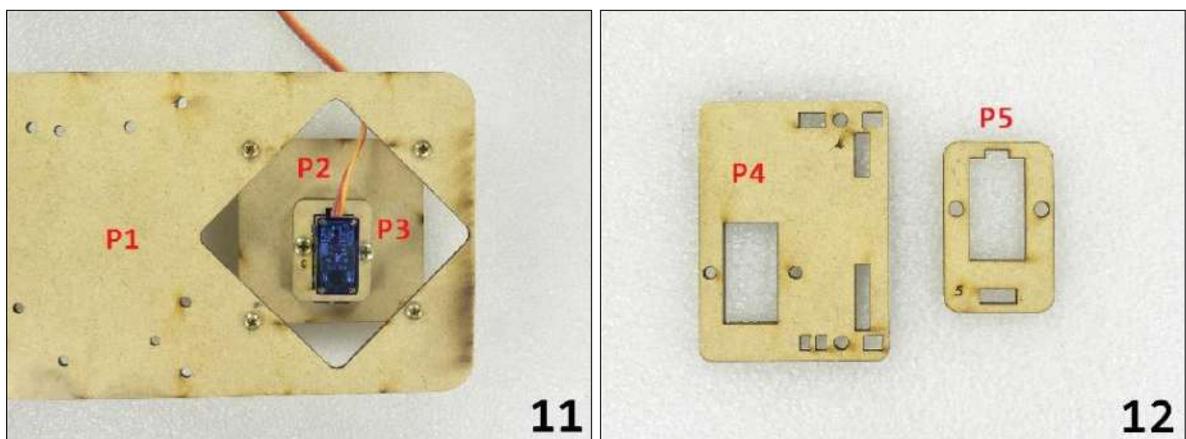
(a) Observar peça 1 (MDF) com a fixação dos parafusos de 20mm e suas porcas.

(b) Observar a forma que deve ficar a peça 1 (MDF) com a peça 2 (MDF).



(c) Observar a posição das peças 1 (MDF), peça 2 (MDF) e peça 3 (MDF).

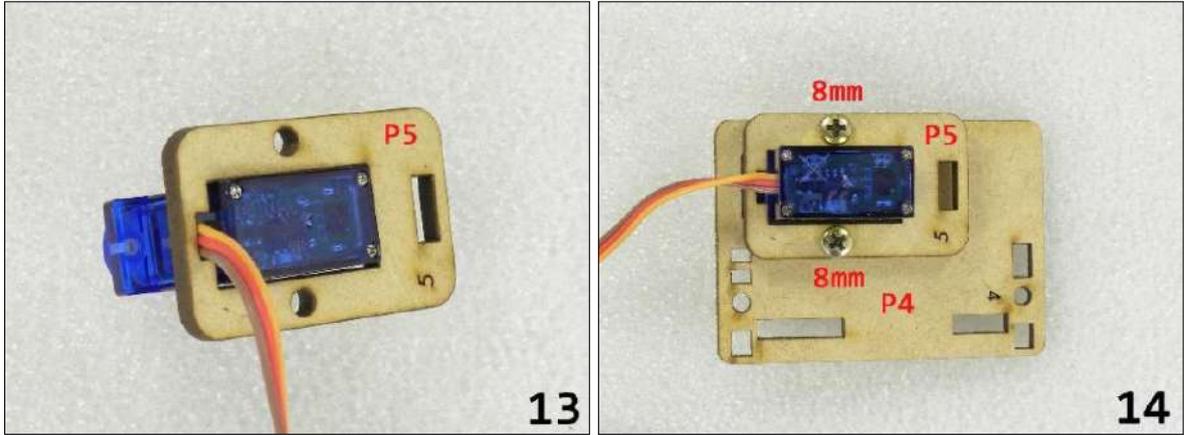
(d) Girar as porcas até a peça 1 (MDF).



(e) Observar a posição das peças 1 (MDF), peça 2 (MDF) e peça 3 (MDF).

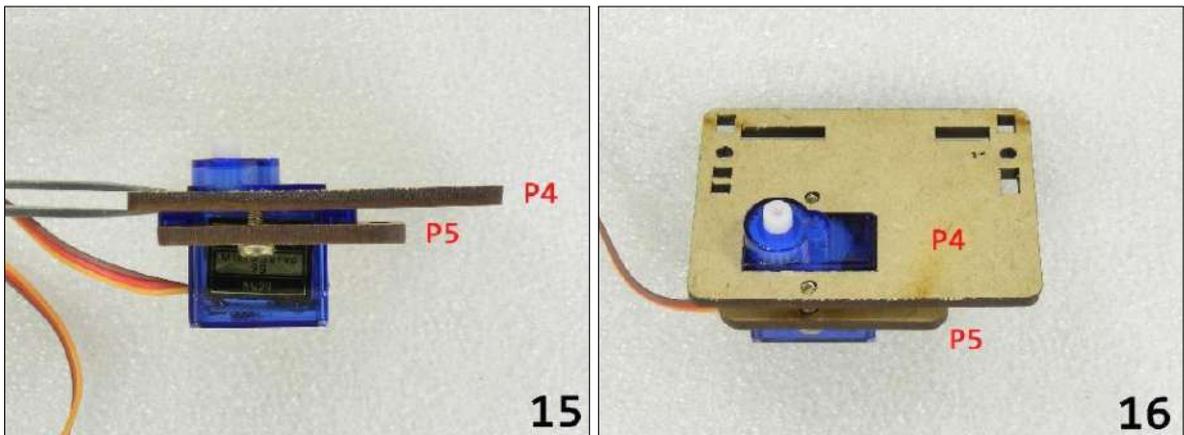
(f) Observar as peças 4 (MDF) e peça 5 (MDF).

Figura 20 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento ombro: terceira parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



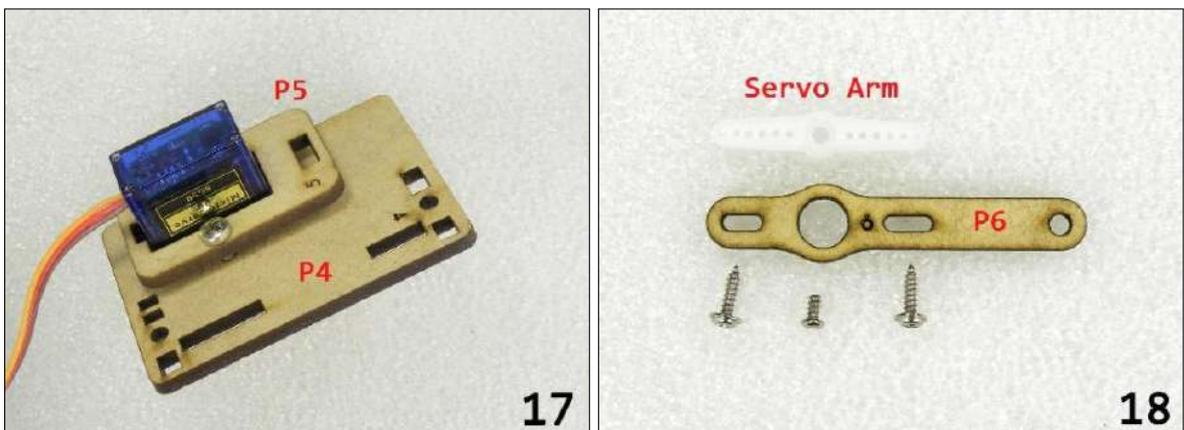
(a) Instalar a peça 5 (MDF) na parte traseira do Motor Servo.

(b) Instalar a peça 5 (MDF) a Peça 4 (MDF) e fixação de 2 parafusos de 8mm.



(c) Observar as peças 4 (MDF) e peça 5 (MDF) devem ficar firme.

(d) Observar a instalação da peça 4 (MDF) e a peça 5 (MDF).



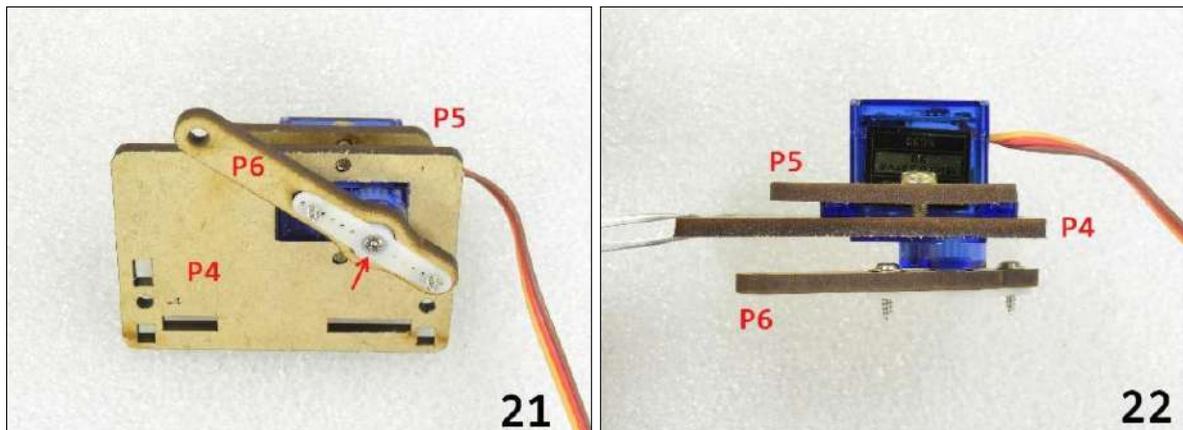
(e) Observar as peças 5 (MDF) e peça 4 (MDF).

(f) Observar a peça 6 (MDF) e a peça de armação com parafusos do Motor Servo.

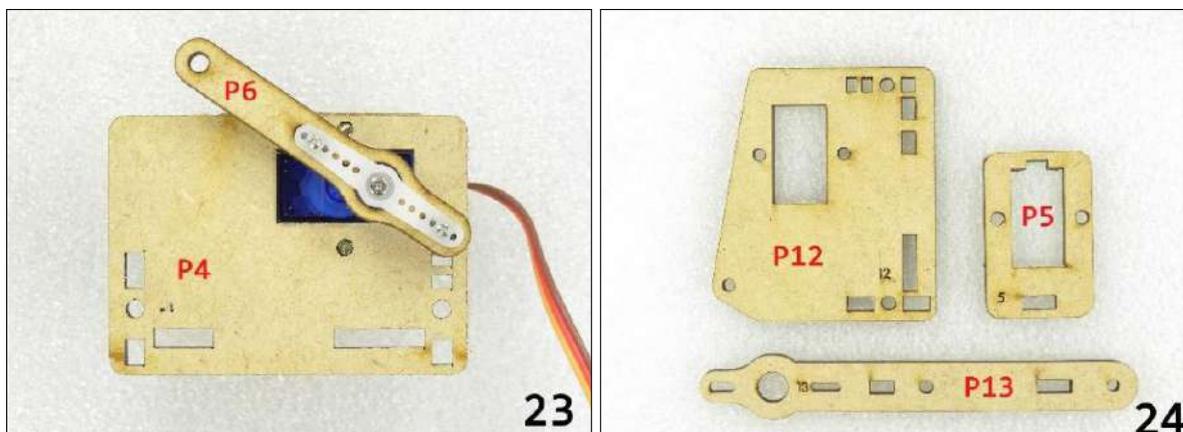
Figura 21 – Montagem do acoplamento do Motor Servo do movimento ombro: quarta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a) Fixar os parafusos da peça de armação a peça 6 (MDF). (b) Observar como deve ficar a fixação da armação do Motor Servo junto a peça 6 (MDF).



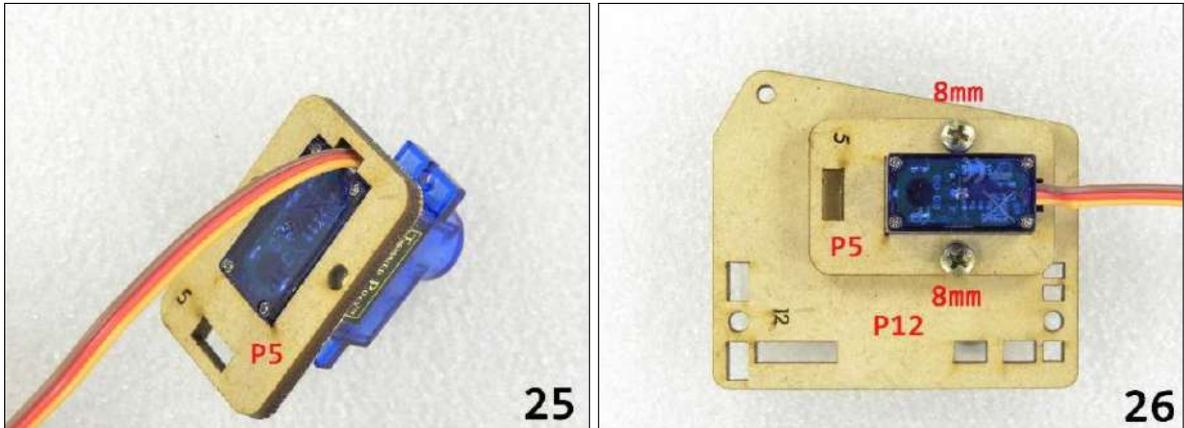
(c) Observar como deve ficar a instalação das peças P4 (MDF), peça 5 (MDF) e peça 6 (MDF). Parafusar a peça 6 (MDF) ao Motor Servo. (d) Observar a instalação das peças 5 (MDF), 4 (MDF) e 6 (MDF) ao Motor Servo.



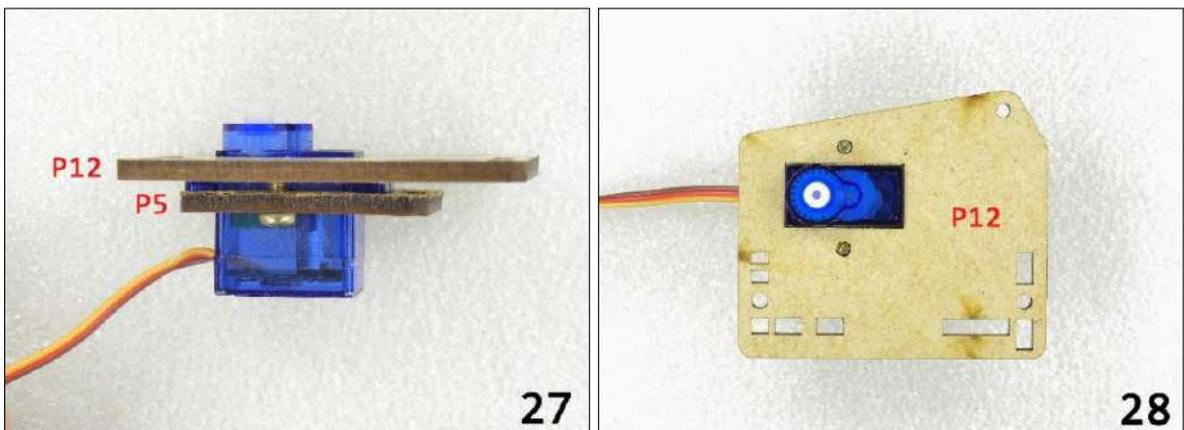
(e) Observar as peças 4 (MDF) e 6 (MDF).

(f) Observar as peças 5 (MDF), 12 (MDF) e 13 (MDF).

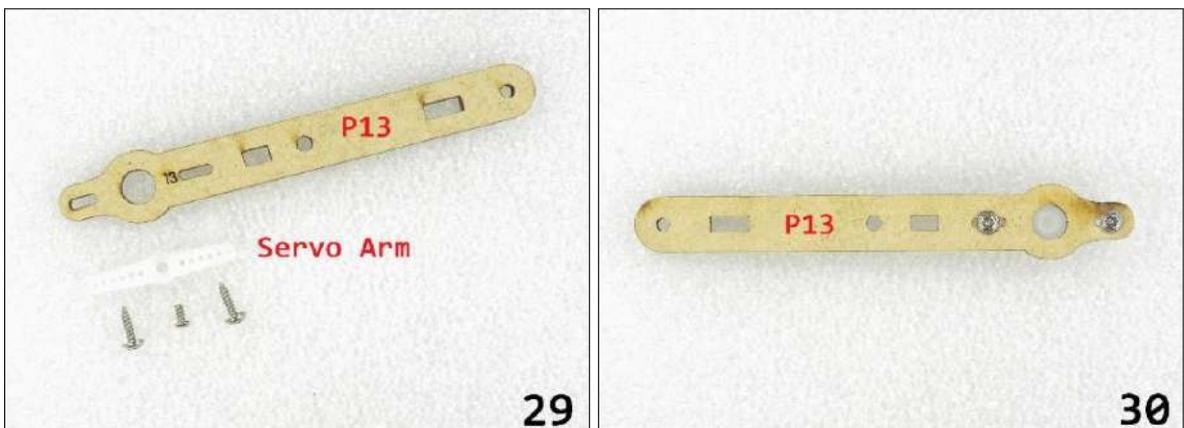
Figura 22 – Montagem do Motor Servo responsável pelo movimento cotovelo: quinta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a) Encaixar a peça 5 (MDF) na parte traseira do Motor Servo. (b) Encaixar a peça 5 (MDF) a peça 12 (MDF) e fixando os dois parafusos de 8mm.

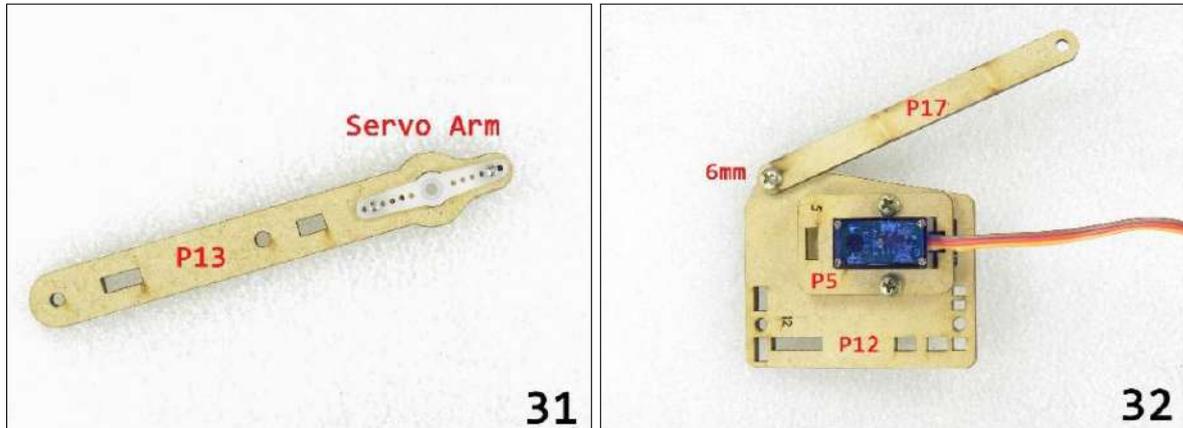


(c) Observar como deve ficar as peças 5 (MDF) e 12 (MDF). (d) Observar a peça 12 (MDF) com o Motor Servo.



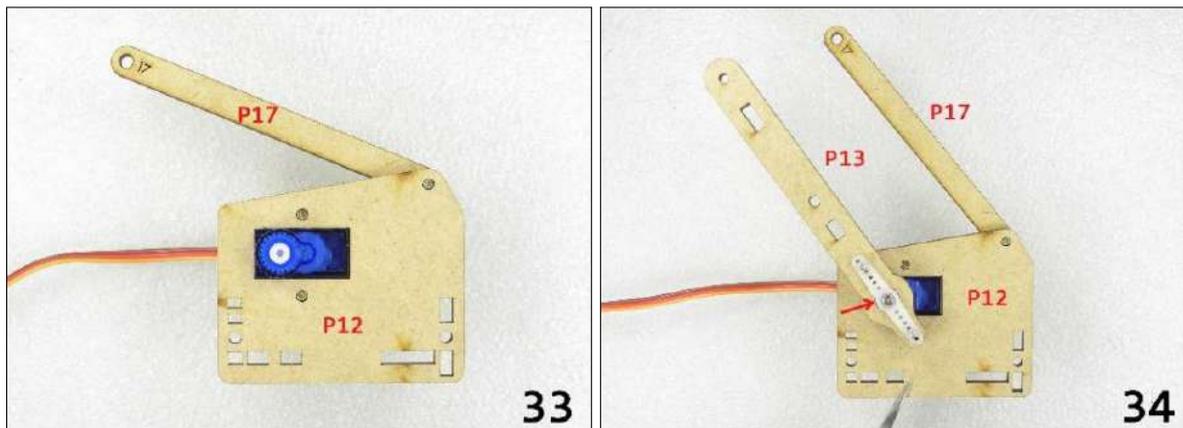
(e) Observar da peça 13 (MDF) e peças de armação com parafusos do Motor Servo. (f) Observar a peça 13 (MDF) com instalação das peças de armação com parafusos do Motos Servo.

Figura 23 – Montagem da estrutura do movimento cotovelo: sexta parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



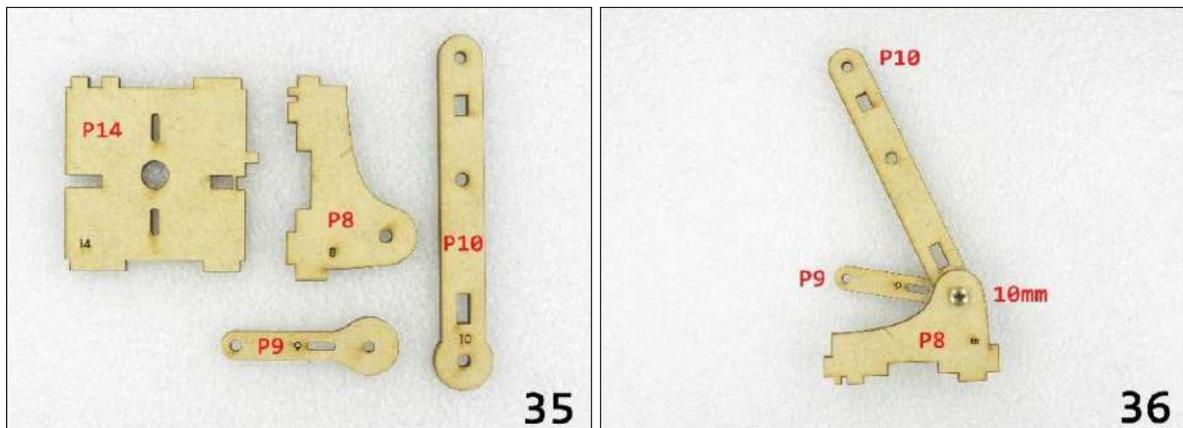
(a) Observar como deve ficar a instalação de armação

(b) Observar como deve ficar as peças 12 (MDF), 5 (MDF) e 17 (MDF) com a fixação do parafuso de 6mm.



(c) Observar como deve ficar as peças 12 (MDF) e 17 (MDF).

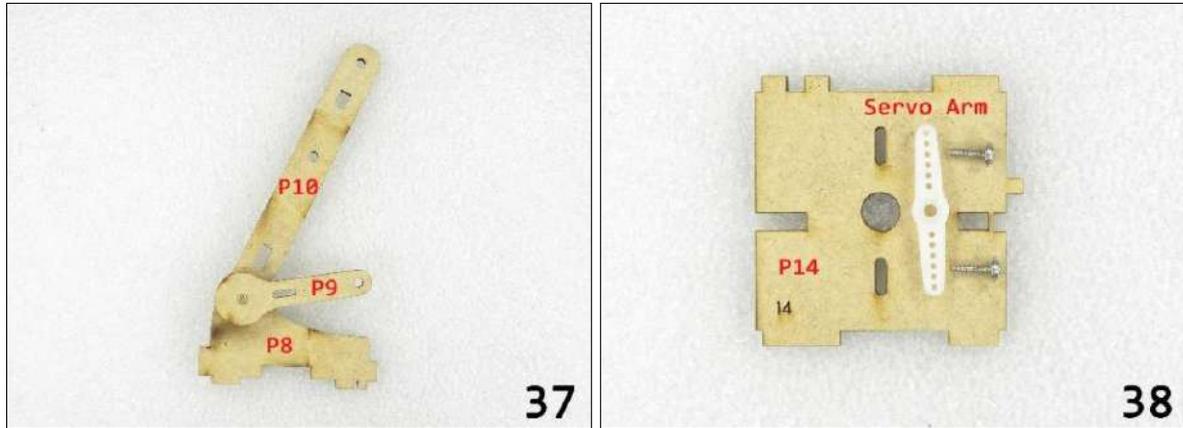
(d) Observar como deve ficar as peças 12 (MDF), 13 (MDF) e 17 (MDF) fixado no Motor Servo.



(e) Observar as peças 8 (MDF), 9 (MDF), 10 (MDF) e 14 (MDF).

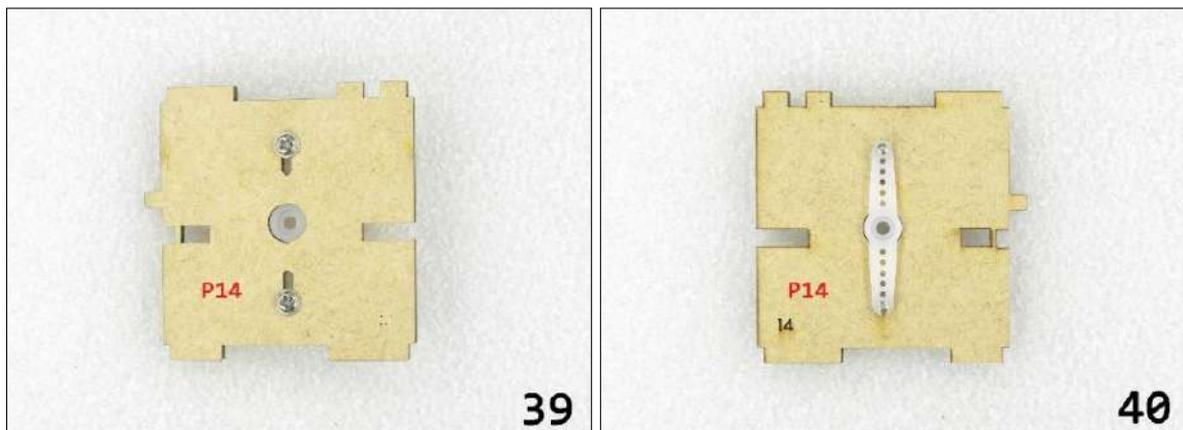
(f) Instalar as peças 8 (MDF), 9 (MDF) 10 (MDF) com a fixação de parafuso de 10mm.

Figura 24 – Montagem da estrutura base junto a estrutura cotovelo: sétima parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



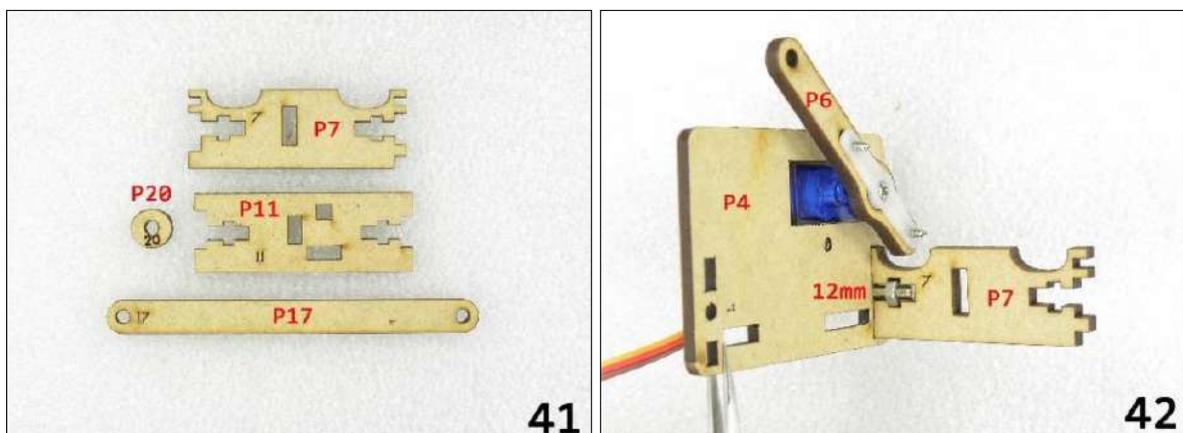
(a) Observar a instalação das peças 8 (MDF), 9 (MDF) e 10 (MDF).

(b) Observar a peça 14 (MDF) mais armação com parafusos do Motor Servo.



(c) Observar como deve ficar a instalação da peça 14 (MDF) com a armação do Motor Servo parafusado.

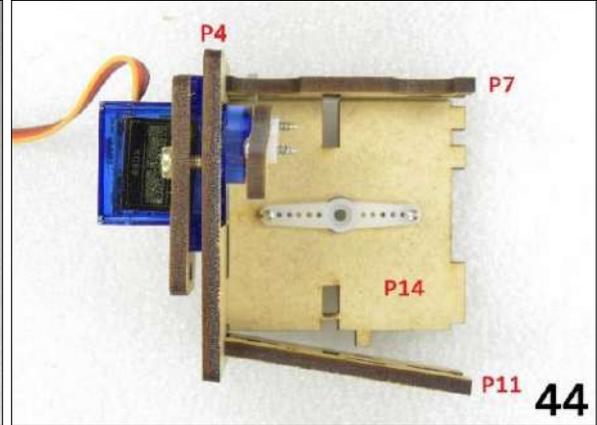
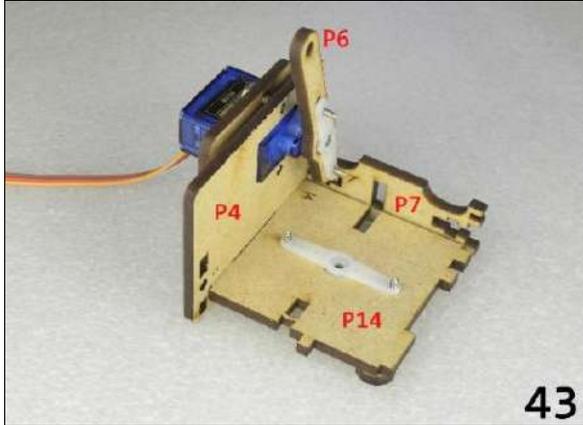
(d) Observar a peça 14 (MDF) mostrado o lado inverso.



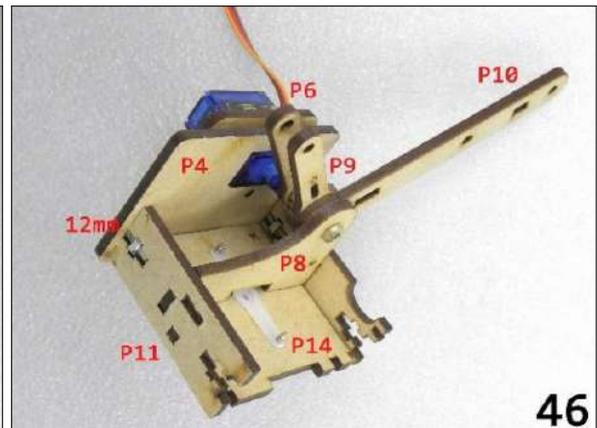
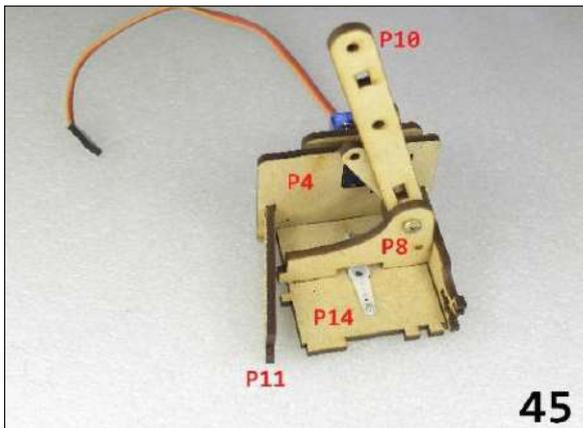
(e) Observar a peça 7 (MDF), 11 (MDF), 17 (MDF) e 20 (MDF).

(f) Instalar a peça 7 (MDF) utilizando parafuso de 12 mm e porca com a peça 4 (MDF).

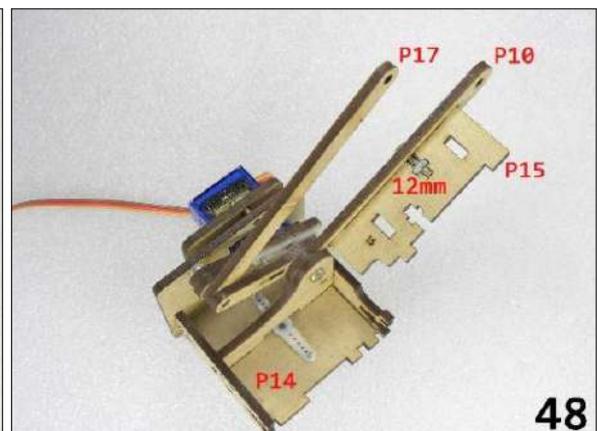
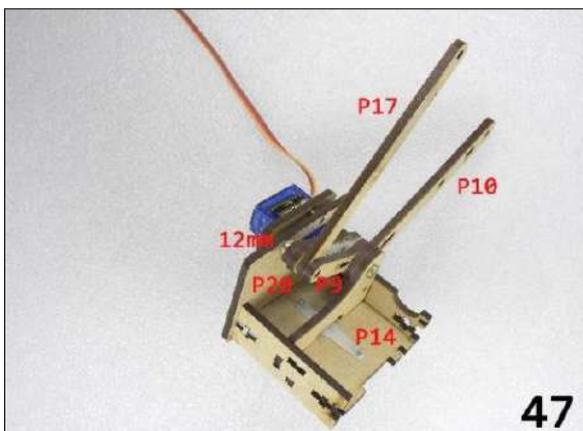
Figura 25 – Continuação da montagem do movimento base e cotovelo: oitava parte do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a) Instalar a peça 14 (MDF) junto as peças 4 (MDF) e 7 (MDF). (b) Instalar a peça 11 (MDF) junto as peças 14 (MDF) e 4 (MDF).

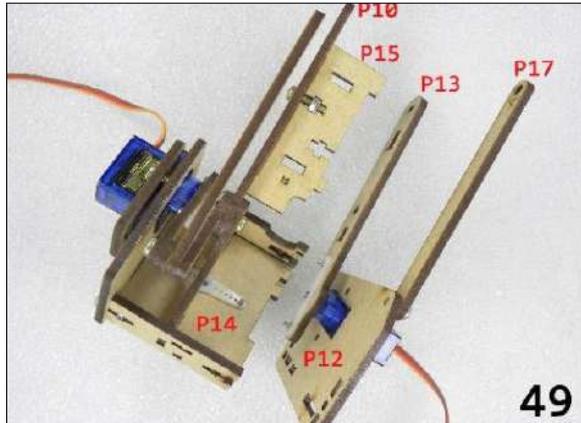


(c) Instalar a peça 11 (MDF), 8 (MDF) e 10 (MDF) junto as peças 14 (MDF) e 4 (MDF). (d) Fixar o parafuso de 12mm e porca na peça 11 (MDF) e instalação da peça 9 (MDF).

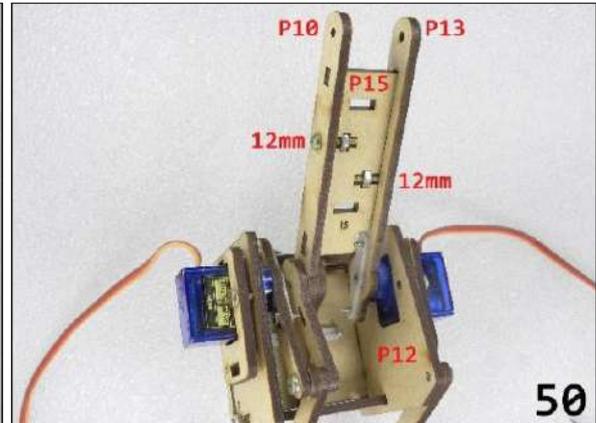


(e) Fixar o parafuso de 12mm com as peças 20 (MDF), (f) Instalar a peça 15 (MDF) a peça 10 (MDF) e fixando 9 (MDF) e 17 (MDF).

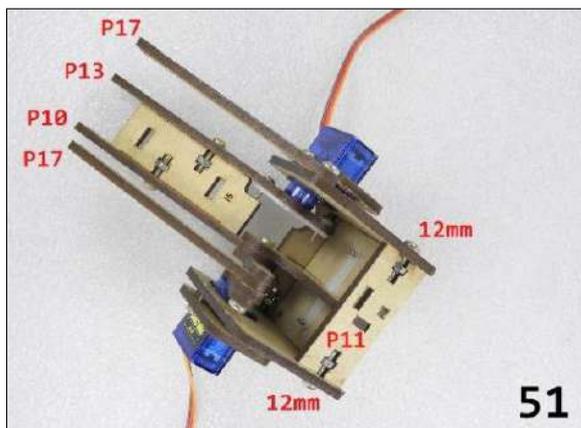
Figura 26 – Montagem da estrutura cotovelo e ombro: nono passo do guia didático de montagem do motor em MDF.



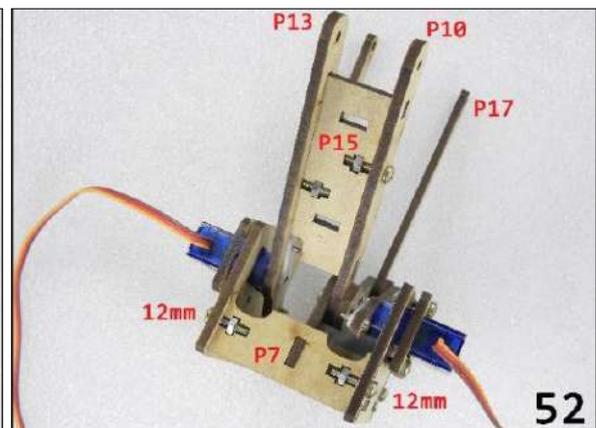
(a) Instalar a peça 12 (MDF) a peça 14 (MDF).



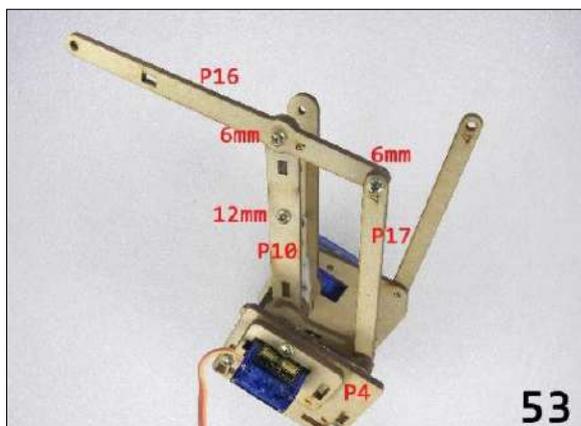
(b) Instalar as peças 10 (MDF) e 13 (MDF) a peça 15 (MDF) fixando com os parafusos de 12mm e porcas.



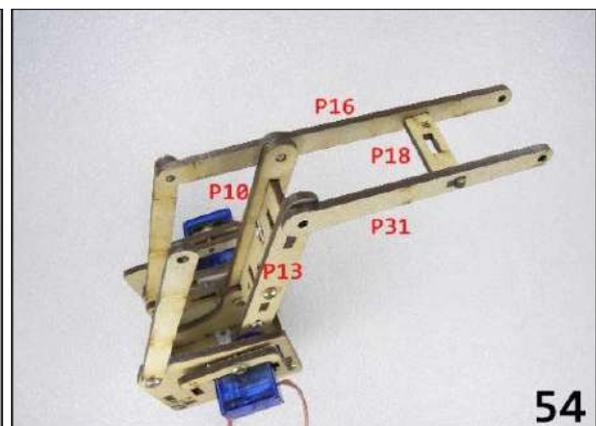
(c) Instalar a peça 11 (MDF) fixando com parafusos de 12mm e porcas.



(d) Instalar as peças 7 (MDF) fixando com parafusos de 12mm e porcas.

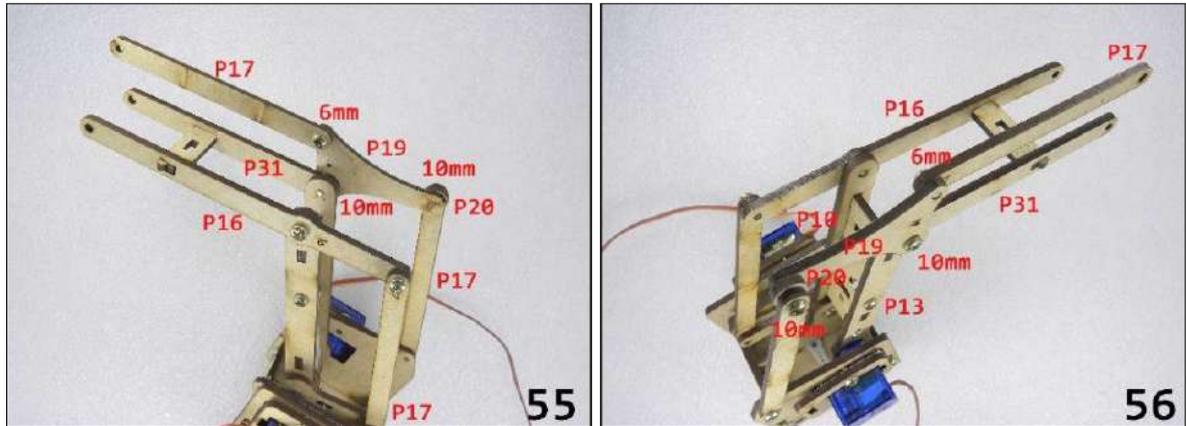


(e) Instalar a peça 16 (MDF) com as peças 10 (MDF) e 17 (MDF) utilizando parafusos de 6mm e porcas e no meio da peça 10 (MDF) fixando com parafuso de 12mm e 6mm.

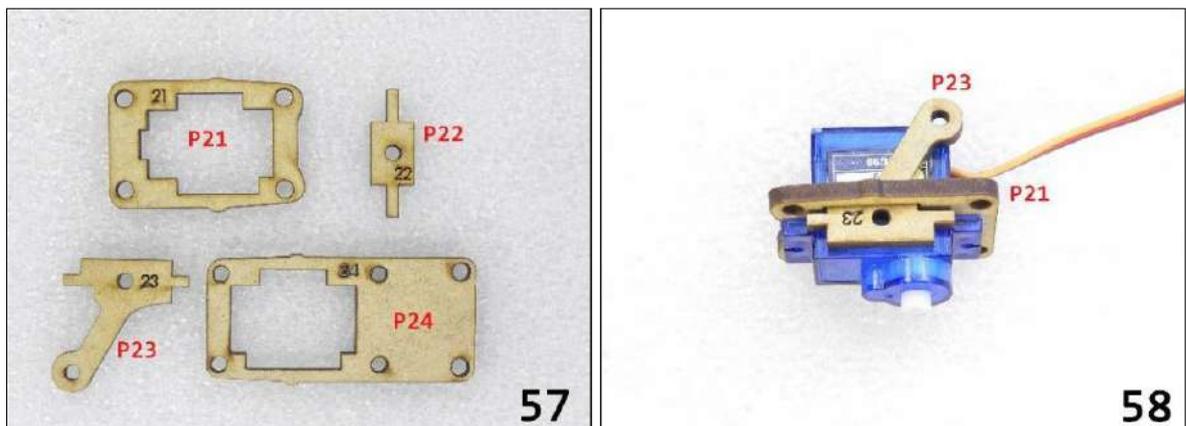


(f) Instalar as peças 31 (MDF) e 18 (MDF).

Figura 27 – Fixação com os parafusos a estrutura base e cotovelo e montagem do Motor Servo responsável pela garra: décimo passo do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a) Instalar a peça 19 (MDF) fixando os parafusos de 6mm e 10mm. (b) Observar a imagem do lado oposto da instalação da Figura 55.

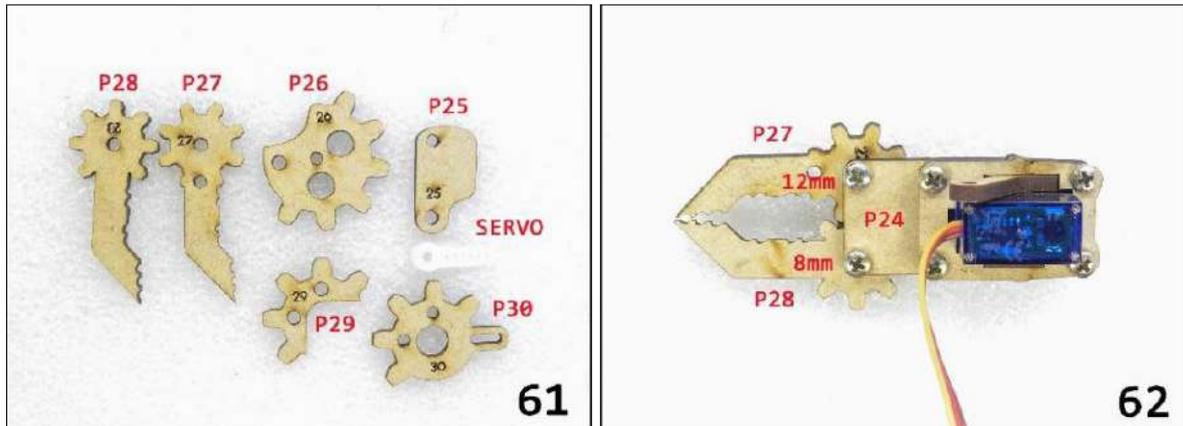


(c) Observar as peças 11 (MDF), 22 (MDF), 23 (MDF) e 24 (MDF). (d) Instalar as peças 23 (MDF) e 21 (MDF) ao Motor Servo.

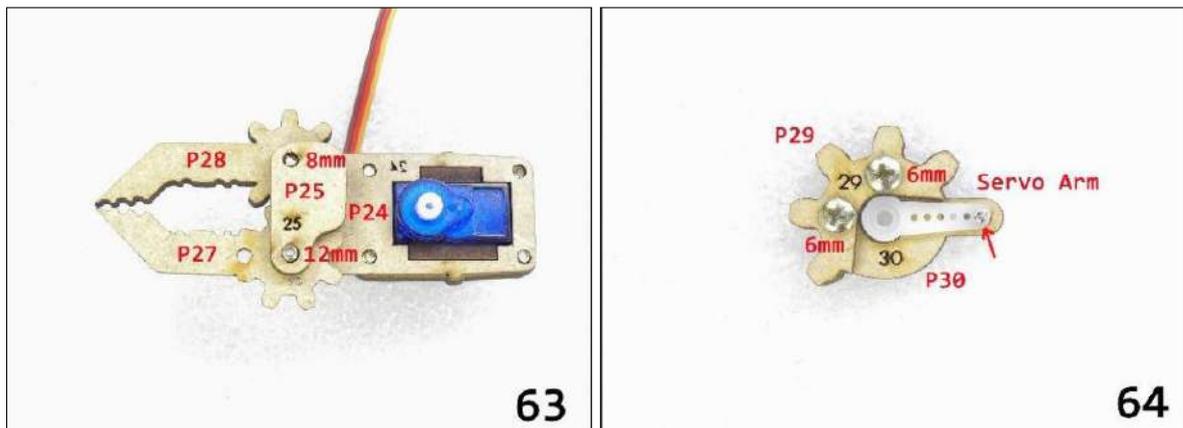


(e) Instalar as peças 22 (MDF) e 21 (MDF) ao Motor Servo. (f) Instalar peça 24 (MDF) a peça 21 (MDF) fixando os 4 parafusos de 8mm.

Figura 28 – Montagem da estrutura da garra: décimo primeiro passo do guia didático de montagem do motor em MDF.

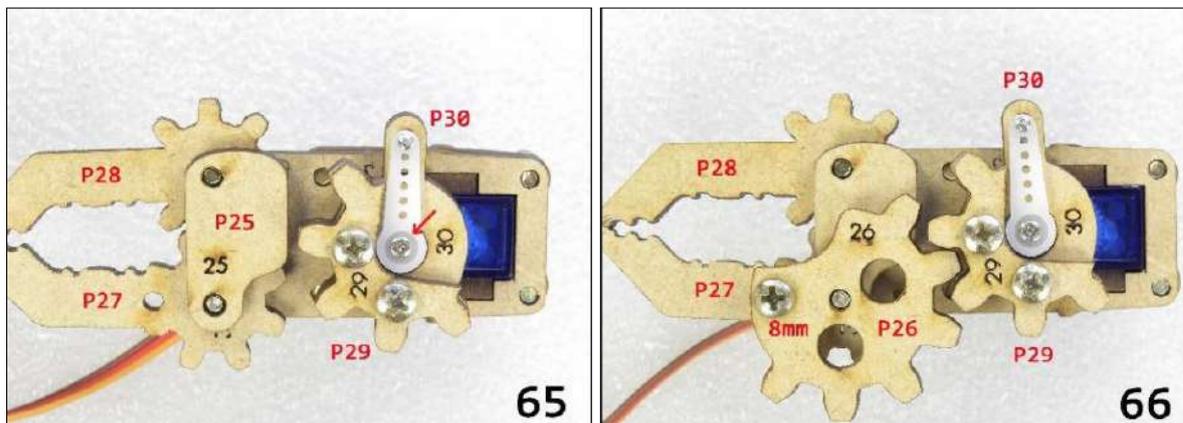


(a) Observar as peças 28 (MDF), 27 (MDF), 26 (MDF), (b) Instalar as peças 27 (MDF), 28 (MDF) junto à peça 25 (MDF), 29 (MDF) e 30 (MDF) com a peça de aço-24 (MDF) utilizando os parafusos de 8mm. No acoplamento do Motor Servo é utilizado parafuso de 12mm.



(c) Instalar a peça 25 (MDF).

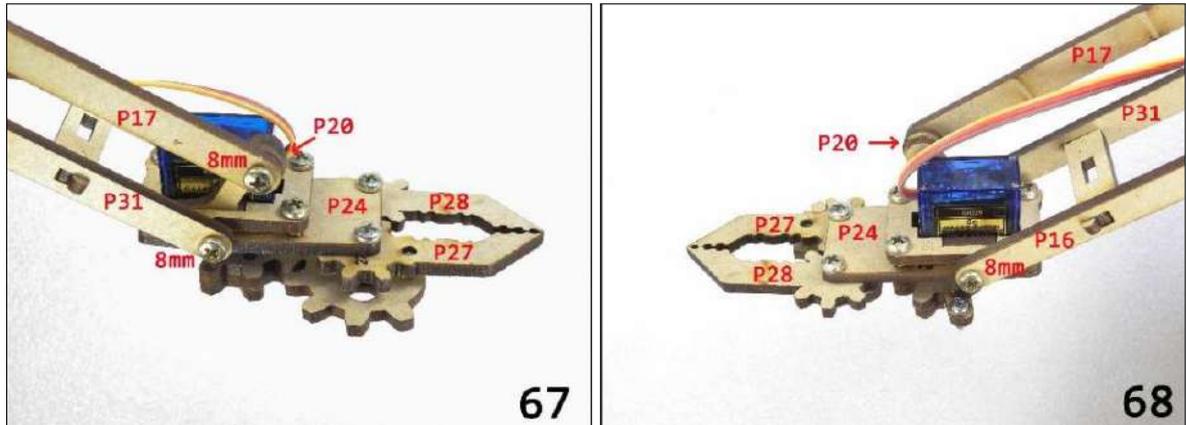
(d) Instalar as peças 30 (MDF) e 29 (MDF) utilizando parafusos de 6mm e fixando o acoplamento do Motor Servo à peça 30 (MDF).



(e) Instalar a peça 30 (MDF) ao Motor Servo utilizando parafuso.

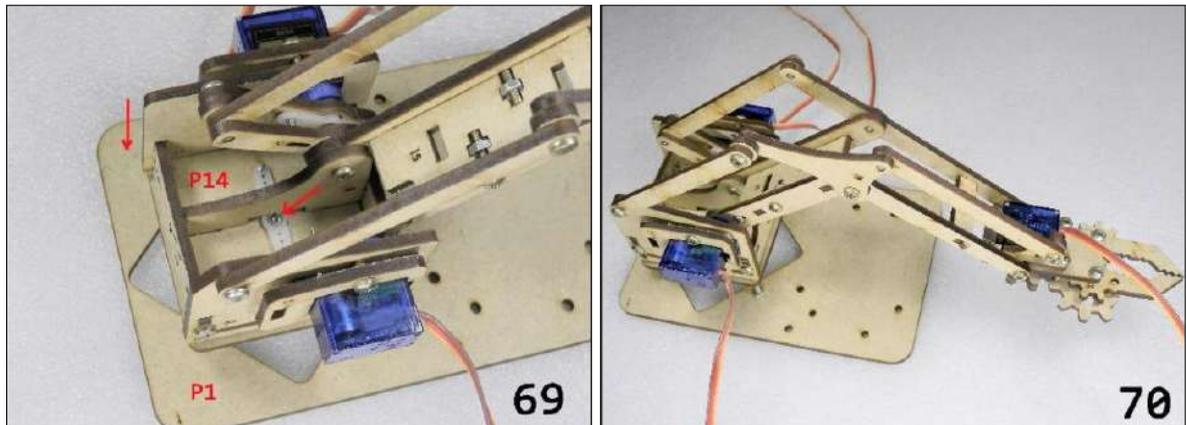
(f) Instalar a peça 26 (MDF) utilizando o parafuso de 8mm.

Figura 29 – Finalização da montagem do robô: décimo segundo passo do guia didático de montagem do motor em MDF.



(a) Instalar a garra robótica das peças 17 (MDF), 31 (MDF) e 20 (MDF) com a 24 (MDF) fixando com o parafuso de 8mm.

(b) Observar o lado oposto da Figura 67.



(c) Instalar a peça 14 (MDF) com a 1 (MDF).

(d) Observar o braço robótico montado.

enviar o ângulo e assim se tem o movimento do Braço Robótico. Além disso, o Arduino fica sendo o cérebro do Braço Robótico, enviando o ângulo conforme programado pelo Arduino e assim o Motor Servo executando o movimento necessário.

O software é um conjunto de instruções que dão vida ao Braço Robótico. Ele é o responsável por definir as tarefas que o Braço Robótico irá realizar e como ele irá realizá-las. O software de um Braço Robótico pode ser construído usando diferentes linguagens de programação, sendo que uma opção cada vez mais popular é a programação em blocos utilizado nesse projeto.

A programação em blocos é uma forma de programação educativa que utiliza blocos gráficos para representar as instruções do programa. Essa abordagem simplifica a programação, tornando-a mais acessível a discentes e iniciantes na área de robótica. Os blocos são facilmente compreensíveis e podem ser arrastados e soltos para formar programas mais complexos. Além

disso, a programação em blocos permite que os usuários se concentrem mais nas tarefas que o Braço Robótico deve realizar do que na sintaxe da linguagem de programação.

Portanto, a relação entre o controlador do Braço Robótico e o software é crucial para o funcionamento do mesmo. O controlador é responsável por enviar as informações necessária para o movimento dos Motores Servo executar as tarefas definidas no software. O Kit de robótica educacional desenvolvido nesse projeto permite que os materiais sejam de baixo custo e que sejam utilizados para ensinar robótica e programação de forma agradável, acessível e didática.

3.3.3 Protótipo do controlador robótico

A partir deste cenário, neste trabalho, o projeto foi montado primeiramente utilizando o software Proteus para simulação. Para simplificar o esquema elétrico do protótipo e melhorar a visualização de cada componente, dividiu-se o circuito do protótipo em duas partes, que serão explicadas nas subseções a seguir.

Na primeira parte foi criado um protótipo para o aprendizado e compreensão da Lógica de Programação utilizando Blocos, conforme foi apresentado na Figura (a). Os botões de pressão apenas mudam seus estado enquanto estamos pressionando, voltando ao seu estado original quando o botão é liberado. Quando o botão é pressionado é enviado um sinal para a porta de entrada do Arduino e conforme é a lógica programada internamente no Arduino é enviado um sinal de saída ascende os LEDs conforme programado. Essa primeira parte do protótipo é utilizado para melhor compreensão do discente com a lógica de programação utilizando as ferramentas de programação em bloco. Um aprendizado mais agradável unindo o abstrato da programação com a parte física (hardware).

Na segunda parte foi criado um protótipo para a programação do Braço Robótico, depois do aprendizado de Lógica de Programação utilizando blocos e compreendendo o funcionamento do Motor Servo que trabalha com ângulos de 0 a 90 graus o discente consegue fazer a programação no ArduBlock e transferir essa programação para o Arduino e assim conseguindo fazer o movimento desejado. No Desenho do projeto, conforme Figura (b), observamos que temos 4 Motor Servo ligado a uma fonte externa de 9 Volts pois o Arduino Nano utilizado no projeto não suporta alimentar os 4 Motores Servo e ao tentar fazer esse tipo de instalação danifica o microcontrolador.

No projeto é utilizado um regulador de tensão 7805 para manter uma tensão no circuito de 5 Volts que é a alimentação que esta atendendo os Motores Servo. Então a entrada de energia

quem vem da fonte é de 9 Volts e passa pelo regulador de tensão 7805 para manter o circuito com 9 Volts. Foi utilizado um capacitor de 3300 μ F para instabilizar o circuito. No experimento se a utilização do mesmo o Braço Robótico não instabilizava e ficava tremendo.

3.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo pudemos apresentar os materiais gastos para a execução do projeto. A metodologia de pesquisa usada para a análise do projeto, e também a metodologia apresentada para a realização do referencial teórico, no caso, a RSL. Adicionalmente, apresentamos um guia técnico que vai guiar o professor na montagem do kit robótico antes do início do projeto. Na próxima seção, apresentaremos os resultados, por meio do relato de experiência do professor, que relata os pontos fracos e fortes, bem como a apresentação do produto final do mestrado.

4 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS

Neste capítulo serão analisadas as respostas dos alunos por meio de questionários mistos, com perguntas abertas e fechadas. Este estudo centra-se na análise das respostas fornecidas pelos alunos em relação ao questionário sobre o curso de robótica educativa, com o objetivo de entender as tendências e padrões que emergem dos dados coletados. A seção de análise inicia com uma exploração da adesão dos alunos ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, estabelecendo a base ética para a pesquisa. Em seguida, uma visão geral do perfil dos alunos é traçada, abrangendo características demográficas como sexo, faixa etária, local de residência e estrutura familiar. Além disso, a escolaridade dos pais e o envolvimento familiar na educação são abordados, destacando a influência desses fatores na trajetória acadêmica dos alunos. A motivação para a escolha do curso e o suporte educacional adicional recebido também são examinados para identificar os principais incentivos e desafios enfrentados pelos alunos. A seção conclui analisando a autoavaliação dos alunos em relação ao curso e explorando os aspectos positivos e negativos percebidos por eles.

A análise dos resultados também inclui a aplicação do algoritmo de aprendizado de máquina Random Forest (Floresta Aleatória) para identificar correlações e padrões nos dados. O Random Forest é uma ferramenta eficaz para classificação e análise preditiva de dados complexos, devido à sua capacidade de combinar várias previsões de modelos individuais e fornecer resultados mais confiáveis. A seção sobre a avaliação dos resultados por meio do Random Forest apresenta as métricas de desempenho do modelo, como True Positives, False Positives, True Negatives, False Negatives, Recall, Precision, Sensitivity, Specificity, F-measure, Accuracy e Cohen's Kappa. Essas métricas proporcionam uma visão abrangente da eficácia do modelo na classificação dos alunos em termos de desempenho escolar.

A partir das análises realizadas, é possível identificar os principais fatores que influenciam o rendimento dos alunos no curso de robótica educativa. Esses resultados oferecem insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias de ensino mais eficazes e personalizadas, bem como para a promoção da participação e do interesse dos alunos na área STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

4.1 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES

Nesta seção será apresentado um questionário de 42 questões que foi aplicado aos alunos de uma escola pública estadual em Minas Gerais. Algumas perguntas eram abertas e outras perguntas foram fechadas, para entender o estudante em uma gama mais abrangente.

1. Qual é o seu nome completo?
 - Menor ou igual 3 pessoas
2. Qual seu endereço de e-mail?
 - Maior que 3 pessoas
3. Qual é o tipo de escola que você estuda?
 - Municipal
 - Estadual
 - Federal
 - Privada
4. Qual é o nome da escola onde você estuda?
 - Morando juntos
 - Separados
5. Qual é o seu gênero?
 - Feminino
 - Masculino
6. Qual seu grupo de idade?
 - 10 - 13 anos
 - 14 - 17 anos
 - 18 - 21 anos
7. Qual tipo de endereço residencial do aluno?
 - Urbano
 - Rural
8. Qual o tamanho da família?
 - Nenhuma
 - Ensino fundamental (4º série)
 - 5º e 9º série
 - Ensino médio
9. Qual estado de coabitações dos pais?
 - Nenhuma
 - Ensino fundamental (4º série)
 - 5º e 9º série
 - Ensino médio
10. Qual é a escolaridade da sua mãe?
 - Nenhuma
 - Ensino fundamental (4º série)
 - 5º e 9º série
 - Ensino médio
11. Qual é a escolaridade do seu pai?
 - Nenhuma
 - Ensino fundamental (4º série)
 - 5º e 9º série
 - Ensino médio
12. Qual é o tipo de trabalho do pai?
 - Professor
 - Saúde - relacionado aos cuidados
 - Serviços - civis (por exemplo, administrativo ou policial)
 - Do lar
 - Outro

13. Qual é o tipo de trabalho da mãe?
- Professor
 - Saúde - relacionado aos cuidados
 - Serviços - civis (por exemplo, administrativo ou policial)
 - Do lar
 - Outro
14. Qual foi o motivo para escolher esta escola?
- Perto de casa
 - Escola "reputação"
 - Preferência do curso
 - Outro
15. Quem é o seu tutor?
- Mãe
 - Pai
 - Outro
16. Qual é o seu tempo de estudo diário?
- Menos que 15 minutos
 - 15 a 30 minutos
 - 30 minutos a 1 hora
 - Maior que 1 hora
17. Qual é o seu tempo de estudo semanal?
- Menos que 2 horas
 - 2 a 5 horas
 - 5 a 10 horas
18. Você já foi reprovado na escola?
- Maior 10 horas
 - Nenhuma vez
 - 1 vez
 - 2 vezes
 - 3 vezes
 - 4 ou mais vezes
19. Você recebe algum tipo de apoio educacional extra? (bolsa)
- Sim
 - Não
20. Você recebe algum tipo de apoio educacional familiar? (com lições ou outro tipo de apoio familiar)
- Sim
 - Não
21. Você recebe aulas extra pagas dentro das disciplinas do curso?
- Sim
 - Não
22. Você faz atividades extracurriculares? (cursos de extensão, esporte, artes)
- Sim
 - Não
23. Você frequentou creche?
- Sim
 - Não

24. Você quer cursar o ensino superior?

- Sim
- Não

25. Você tem acesso à internet em casa?

- Sim
- Não

26. Atualmente você tem um relacionamento romântico?

- Sim
- Não

27. Qual é a qualidade das relações familiares?

- 1 - Muito ruim
- 2 - Ruim
- 3 - Regular
- 4 - Bom
- 5 - Muito bom

28. Qual seu tempo livre depois da escola?

- 1 - Quantidade muito ruim de tempo livre
- 2 - Quantidade ruim de tempo livre
- 3 - Saio regularmente com amigos
- 4 - Quantidade boa de tempo livre
- 5 - Quantidade muito boa de tempo livre

29. Você costuma sair com amigos?

- 1 - São muito pouco com amigos
- 2 - Saio pouco com amigos
- 3 - Saio regularmente com amigos
- 4 - Saio uma boa quantidade com amigos
- 5 - Saio sempre com amigos

30. Qual é o seu consumo de álcool durante a semana?

- 1 - Não consumo álcool durante a semana de estudos
- 2 - Consumo pouco álcool durante a semana de estudos
- 3 - Consumo álcool às vezes durante a semana de estudos
- 4 - Consumo álcool frequentemente durante a semana de estudos
- 5 - Consumo álcool todos os dias durante os finais de estudos

31. Qual é o seu consumo de álcool durante os finais de semana?

- 1 - Não consumo álcool durante os finais de semana
- 2 - Consumo pouco álcool durante os finais de semana
- 3 - Consumo álcool às vezes durante os finais de semana
- 4 - Consumo álcool frequentemente durante os finais de semana

- 5 - Consumo álcool todos os dias durante os finais de semana
32. Qual é o seu estado de saúde atual?
- 1 - Muito ruim
 - 2 - Ruim
 - 3 - Regular
 - 4 - Bom
 - 5 - Muito bom
33. Qual é o seu número de faltas escolares?
34. Qual foi o conteúdo que você mais gostou de aprender em nosso curso de robótica?
- Programação em blocos
 - Pensamento computacional
 - Peças robóticas
 - Física em robótica
 - Outros
35. Você pretende continuar seus estudos em faculdades na área de Engenharia, Ciências, Matemática ou Tecnologia?
- Sim
 - Não
36. Por que você pretende (ou não pretende) continuar seus estudos em faculdade na área de Engenharia, Ciência, Matemática ou Tecnologia?
37. Este curso de robótica educativa te ajudou de alguma forma na escola?
- Sim
 - Não
38. Explique a pergunta anterior (sobre como o curso pode ou não ter te ajudado)
39. Qual nota você dá este curso de robótica educativa?
- 1 estrela
 - 2 estrela
 - 3 estrela
 - 4 estrela
 - 5 estrela
40. Você indicaria este curso de robótica para um amigo ou amiga?
- Sim
 - Não
41. Você faria mais algum curso de programação para robótica?
- Sim
 - Não
42. Qual nota você merece ao final desse curso? (autoavaliação)
- A - Entre 90 a 100
 - B - Entre 75 a 89
 - C - Entre 60 a 74
 - D - Entre 45 a 59
 - E - Menor ou igual a 44

4.2 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O instrumento de pesquisa exploratória foi elaborado com questões fechadas e abertas, totalizando 42 questões. Foi aplicado durante o mês de novembro de 2022, com base no pressuposto de que o projeto estaria terminando nesse período, o que poderia contribuir com dados mais precisos para a pesquisa. O instrumento de coleta de dados (questionário) e foram respondidos, em 2022, por 15 alunos. O professor deixou organizado no laboratório da escola o link onde os alunos pudessem responder o questionário durante a sua aula. Foi orientado aos alunos ler o termo e caso tivessem dúvidas direcionava essas dúvidas ao professor. Abaixo é apresentado o Termo de Consentimento Livre e as perguntas do questionário.

Eu, Fernando Paula Ferreira, estudante do Programa Pós-Graduação em Educação Tecnológica (PPGET), o(a) convido a participar da pesquisa “Robótica educacional: um estudo piloto e sistemática” orientada pelo Prof. Dra. Danielli Araújo Lima.

Este projeto de pesquisa objetiva verificar se os projetos de extensão e/ou ensino de robótica educativa são capazes de ajudar na educação de estudantes. Além disso, dada a importância de diminuir o distanciamento entre o que se desenvolve na academia (teoria) e o que é, de fato, aplicado na indústria e comércio na área de robótica (prática), a pesquisa visa investigar os benefícios pedagógicos e as potencialidades desse novo tipo de ambiente educativo. Espera-se ao final desta pesquisa de mestrado obter um novo panorama sobre como a robótica, com diversas sub-tarefas agregadas, tais como programação, raciocínio lógico e computacional podem melhorar o rendimento do aluno. Ademais, é esperado que este estudo possa servir de base para futuros trabalhos que estudam a robótica na educação, tanto na visão micro, detalhada de sua área, quanto na visão macro do modelo.

Você foi selecionado(a) por se encaixar no perfil de alunos que participaram dos projetos de robótica educativa. Para tanto, convidamos o(a) senhor(a) a participar desta pesquisa, na qual nos comprometemos a seguir a Resolução CNS nº 466/2012 ou Resolução CNS nº 510/2016 relacionada à Pesquisa com Seres Humanos, respeitando o seu direito de:

1. Ter liberdade de participar ou deixar de participar do estudo, sem que isso lhe traga algum prejuízo ou risco, podendo interromper sua participação a qualquer momento caso se sinta incomodado(a) com a mesma;
2. Manter o seu nome em sigilo, sendo que o que disser não lhe resultará em qualquer dano à sua integridade e privacidade;

3. Discriminar e informar quais são os riscos - mesmo que sejam mínimos, os documentos normativos da CONEP explicitam que não existe pesquisa sem risco;
4. Responder às questões levantadas pelo pesquisador durante uma entrevista individual, de até 90 minutos, em local reservado, a fim de preservar a privacidade durante a entrevista;
5. Garantia de receber uma resposta a alguma dúvida durante ou após as entrevistas;
6. Garantia de ressarcimento e a descrição das formas de cobertura das despesas realizadas pelo participante decorrentes da pesquisa.
7. Previsão de direito à assistência e a buscar indenização.

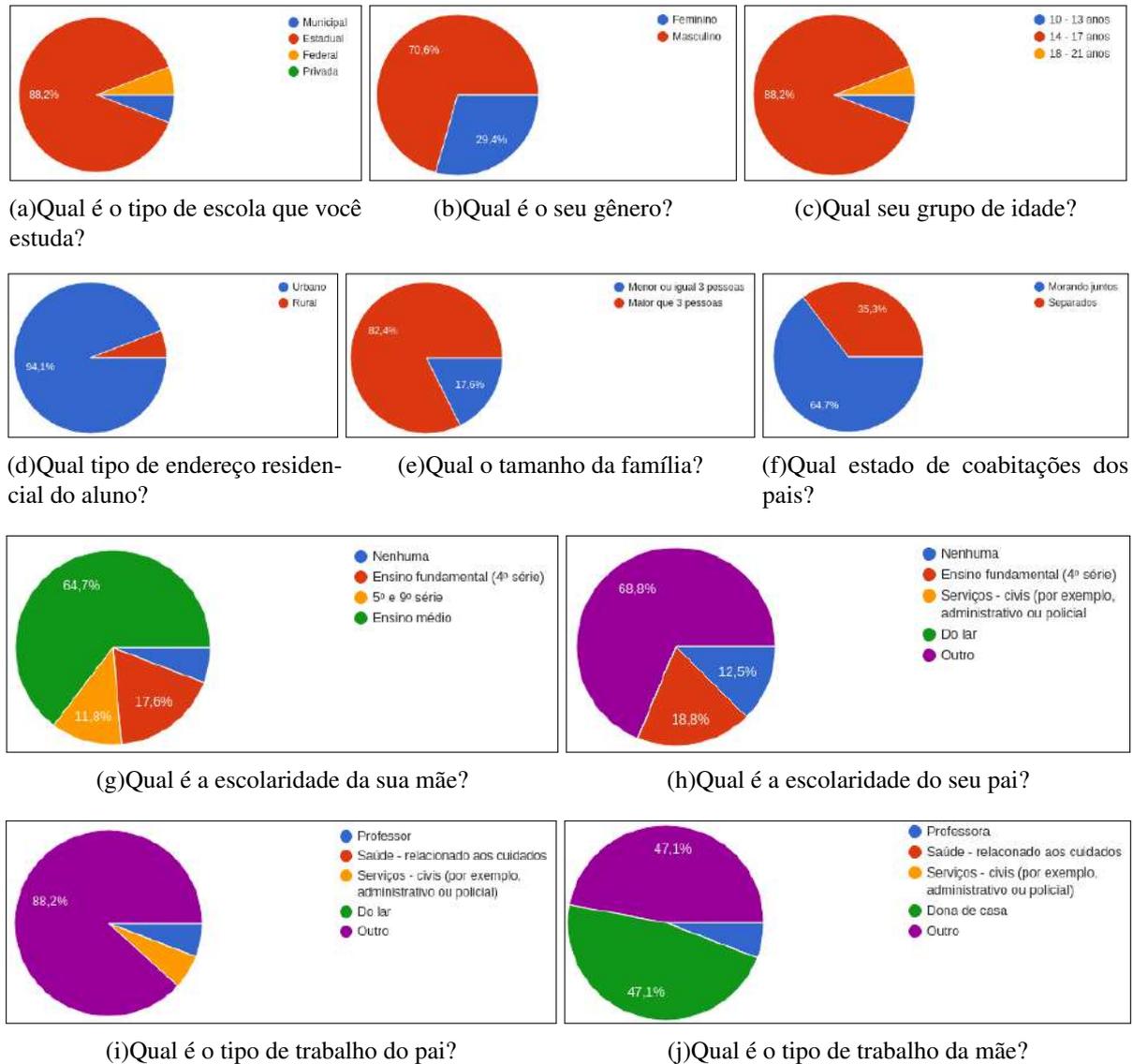
Convidamos você a autorizar a coleta de informações pessoais como: idade, gênero, grau de escolaridade da família, tipo de escola. As informações fornecidas são de uso exclusivo para o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, esses materiais não serão distribuídos para terceiros, em nenhuma hipótese. Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. Você receberá uma cópia deste termo e poderá, a qualquer momento, optar por desistir de participar e retirar seu consentimento. Qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador responsável pela pesquisa, através do e-mail fernandoferreira@iftm.edu.br.

4.3 ANÁLISE DE RESPOSTAS

Analisando as respostas fornecidas pelos alunos em relação ao questionário sobre o curso de robótica educativa, é possível observar algumas tendências. Todos os alunos aceitaram o termo de consentimento livre e participou do curso, indicando que estavam dispostos a experimentar essa atividade educacional. A escola onde os alunos estudam é uma escola estadual e instituição pública, conforme Figura (a).

Quanto ao perfil dos alunos, a maioria é do sexo masculino (ver Figura (b)), com idades entre 14 e 17 anos (ver Figura (c)). A maioria dos alunos reside em áreas urbanas (ver Figura (d)), em famílias com mais de três pessoas (ver Figura (e)), e a maioria das famílias moram juntas (ver Figura (f)). A escolaridade dos pais variam, com mães que possuem ensino médio e pais com diferentes tipos de trabalhos, desde donas de casa até serviços civis (ver Figuras (g), (h), (i) e (j)).

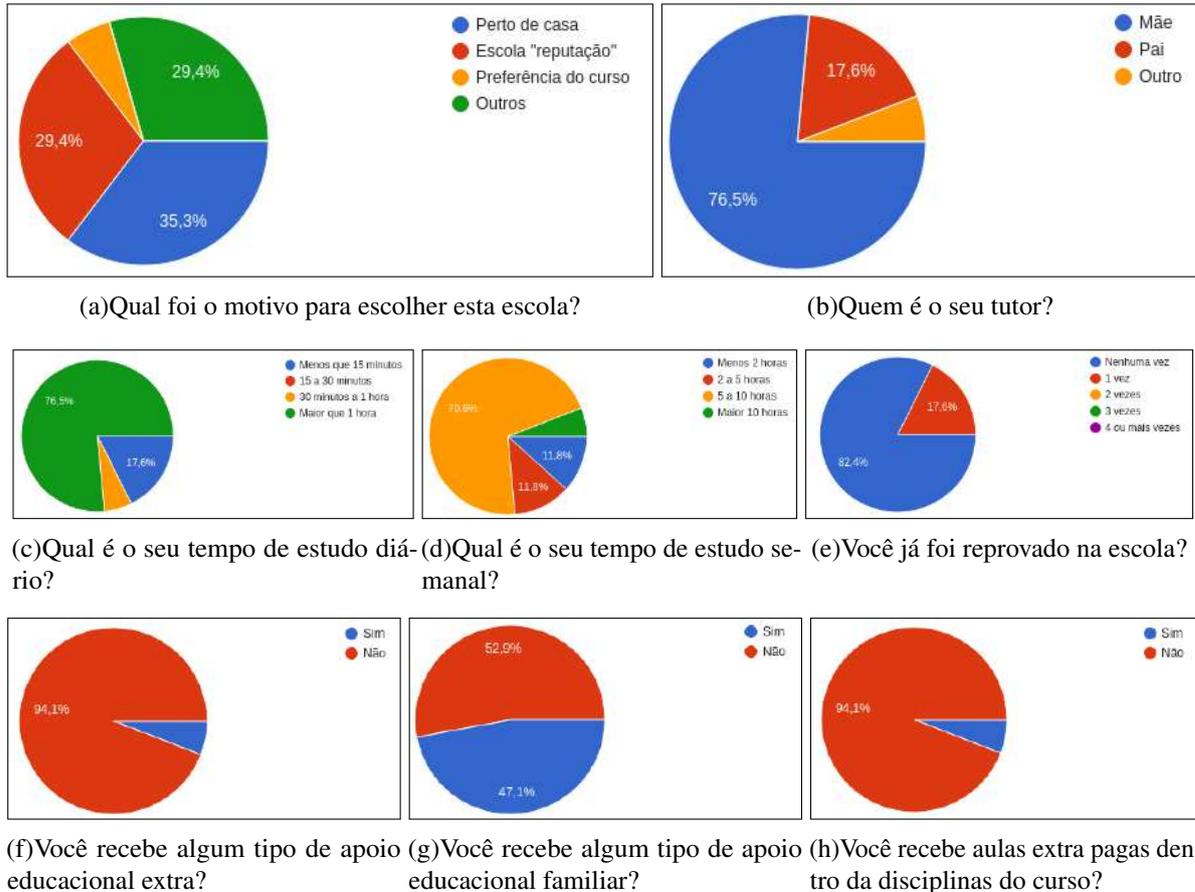
Figura 30 – Primeira parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.



Quanto ao motivo para escolherem o curso de robótica, as respostas variam, desde interesse no assunto até melhorar o raciocínio lógico (ver Figura (a)). A maioria dos alunos relatou que tem como tutor a mãe (ver Figura (b)). Os participantes têm uma variedade de tempo de estudo semanais, com a maioria dedicando mais de uma hora (ver Figura (c)). As respostas indicam que quase nenhum deles foi reprovado na escola até o momento (ver Figura (d)). Alguns recebem apoio educacional extra na forma de bolsas (ver Figura (e)), enquanto outros também têm apoio familiar para suas lições (ver Figura (f)). Quanto a aulas extra pagas, a maioria não participa delas (ver Figura (g)). Há uma mistura de envolvimento familiar e recursos adicionais para auxiliar na educação (ver Figura (h)).

Os resultados refletem uma variedade de participação em atividades extracurriculares, com a maioria dos participantes envolvidos em cursos de extensão e algumas outras em esportes

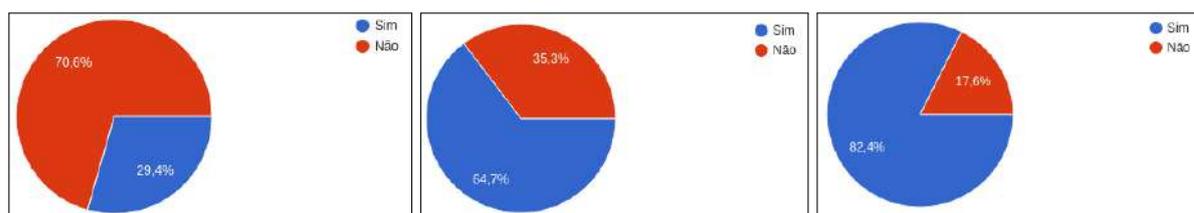
Figura 31 – Segunda parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.



e artes (ver Figura (a)). As respostas indicam que a maioria frequentou creche (ver Figura (b)) e tem interesse em cursar o ensino superior (ver Figura (c)). Acesso à internet em casa é geralmente comum entre os participantes (ver Figura (d)). Quanto a relacionamentos românticos, a maioria não está atualmente em um relacionamento (ver Figura (e)). Em relação à qualidade das relações familiares, a maioria classifica as relações como “muito boas” ou “boas”, com algumas respostas variando para “regular” (ver Figura (f)), sendo que é interessante notar a diversidade nas experiências e nos contextos familiares dos participantes. Alguns alunos relataram ter um tempo livre considerável após a escola e saem regularmente com amigos (ver Figuras (g) (h)). Em relação ao consumo de álcool, a maioria dos alunos indicou que não consome álcool durante a semana de estudos ou nos finais de semana (ver Figuras (i) e (j)).

Os depoimentos dos participantes revelam uma variedade de estados de saúde atuais, tais como, “muito bom”, “ruim” ou “regular” (ver Figura (a)). As faltas escolares também variam, com alguns alunos muito infrequentes (ver Figura (b)). O conteúdo mais apreciado do curso de robótica é a programação em blocos (ver Figura (c)), e há uma clara intenção por parte de alguns participantes de continuar seus estudos em faculdades relacionadas à Engenharia,

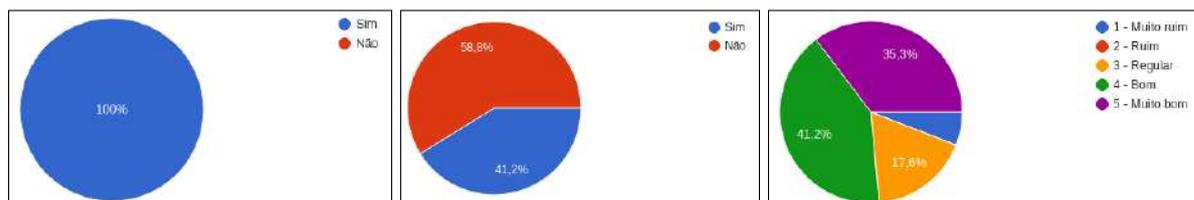
Figura 32 – Terceira parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.



(a) Você faz atividades extracurriculares?

(b) Você frequentou creche?

(c) Você quer cursar o ensino superior?



(d) Você tem acesso à internet em casa?

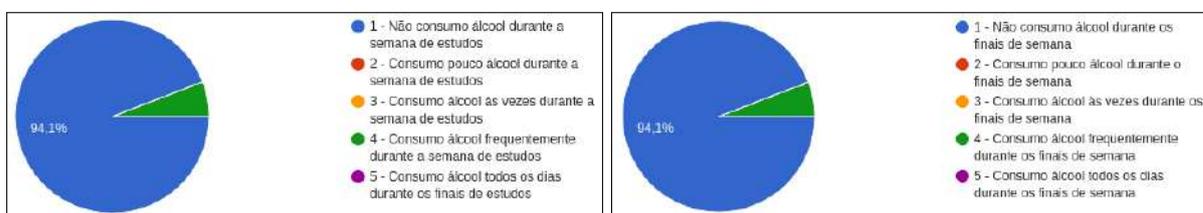
(e) Atualmente você tem um relacionamento romântico?

(f) Qual é a qualidade das relações familiares?



(g) Qual seu tempo livre depois da escola?

(h) Você costuma sair com amigos?



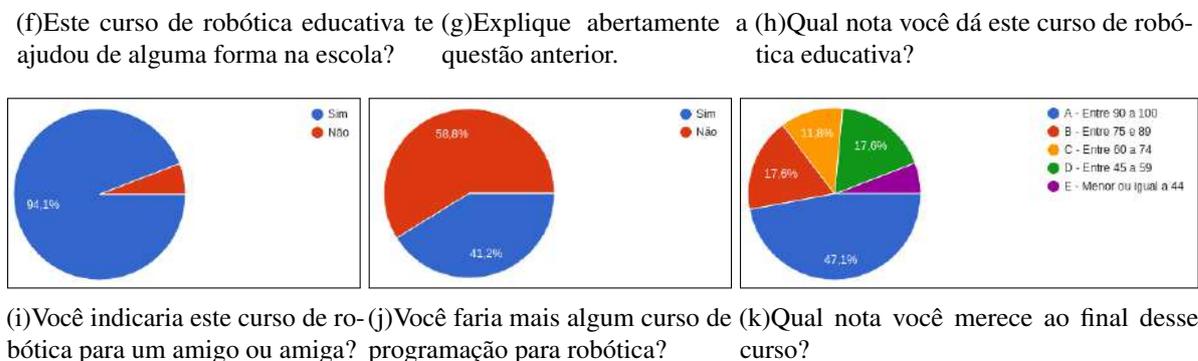
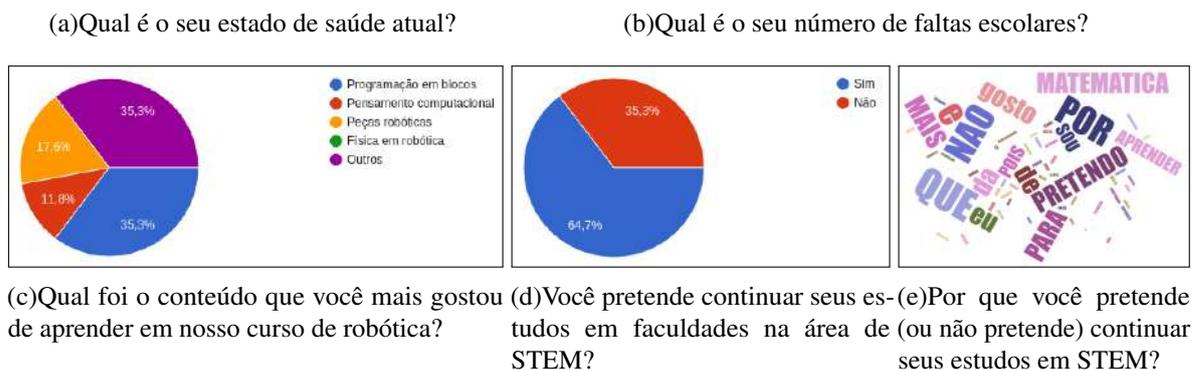
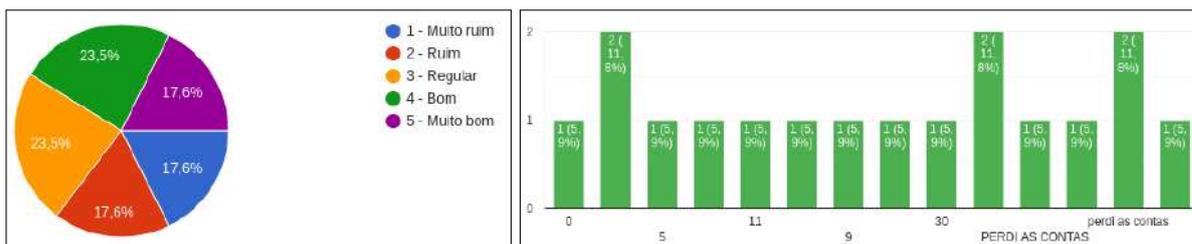
(i) Qual é o seu consumo de álcool durante a semana?

(j) Qual é o seu consumo de álcool durante os finais de semana?

Ciências, Matemática ou Tecnologia (ver Figura (d)). As razões para essa decisão incluem o interesse pelo assunto e o desejo de melhorar suas habilidades (ver Figura (e)). No entanto, outros participantes expressam não ter interesse nesses campos, muitas vezes devido a dificuldades em matemática. Alguns alunos também destacam o impacto positivo do curso em suas vidas escolares, enquanto outros não perceberam benefícios significativos. Essas respostas refletem a diversidade de experiências, interesses e objetivos dos participantes em relação ao curso de robótica educativa (ver Figura (f)).

A nuvem de palavras apresentada na Figura (g) apresenta as respostas variadas dos participantes em relação à pergunta sobre como o curso os ajudou ou não revelam uma gama de percepções e experiências. Alguns mencionam melhorias no raciocínio lógico e conhecimentos

Figura 33 – Quarta parte dos resultados coletados a partir dos questionários aplicados aos alunos.



em programação como benefícios tangíveis. Por outro lado, alguns relatam ter participado apenas de algumas aulas, dificultando uma avaliação precisa do impacto do curso. Além disso, há respostas que indicam falta de compreensão sobre como o curso contribuiu para suas habilidades ou que planejam utilizar os conhecimentos adquiridos após a conclusão do curso. Algumas respostas também expressam frustração ou aversão, como o surgimento de sentimentos negativos em relação à matemática. Enquanto algumas pessoas veem melhorias específicas em matemática, outras não conseguem vislumbrar como o curso pode ser benéfico para o futuro. A variedade de respostas ilustra a complexidade das percepções individuais sobre como o curso de robótica influenciou ou não sua aprendizagem e desenvolvimento.

A maioria dos alunos deu uma nota positiva (média de 4.4 estrelas em um total de 5 estrelas e desvio padrão de ± 0.8280) ao curso e indicaria para um amigo (ver Figuras (h) e (i)). Além disso, alguns alunos expressaram interesse em fazer mais cursos de programação para robótica (ver Figura (j)). A última pergunta relaciona-se com a autoavaliação, neste caso, de acordo com a Figura (k) é possível ver que de acordo com o aluno, o desempenho final no curso varia, com notas entre “A” (entre 90 e 100) e “E” (menor ou igual a 44).

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS POR FLORESTA ALEATÓRIA

O Random Forest (RF), que pode ser traduzido como “Floresta Aleatória”, é um algoritmo de aprendizado de máquina utilizado para tarefas de mineração de dados (MD), tais como, classificação, regressão e outras tarefas de análise preditiva. A MD é um subcampo da Inteligência Artificial (IA) em que um grande número de dados pode ser usado para fazer previsões por meio de estatísticas e outras técnicas mais complexas. AR é considerada uma técnica de ensemble learning, o que significa que ele combina a previsão de vários modelos individuais para obter uma previsão final mais robusta e precisa (DORNELAS; LIMA, 2023; DORNELES; LIMA, 2019). Neste trabalho, utilizaremos as mesmas questões para avaliar os alunos do que foi apresentado no trabalho anterior (DORNELES; LIMA, 2019), uma vez que pretendemos estender os resultados obtidos nessa pesquisa para a avaliação atual.

A ideia central por trás do Random Forest é criar uma “floresta” de árvores de decisão, em inglês, decision tree (DT). Uma árvore de decisão, ou decision tree, é um modelo de algoritmo de aprendizado de máquina que representa um fluxo de decisões em forma de estrutura hierárquica semelhante a uma árvore. Cada nó interno da árvore corresponde a uma decisão com base em um atributo específico, e cada ramo representa um possível resultado dessa decisão. Os nós folha da árvore representam as classes ou valores de saída. A árvore é construída de forma iterativa, dividindo os dados em subconjuntos com base em atributos que maximizam a pureza das classes nos nós folha. Quando novos dados são fornecidos, eles percorrem a árvore, seguindo os ramos de decisão até alcançar um nó folha que fornece a previsão ou classificação final. As árvores de decisão são amplamente utilizadas devido à sua interpretabilidade e capacidade de lidar com conjuntos de dados complexos, tornando-as uma ferramenta valiosa em aprendizado de máquina e análise de dados (ALVES; LIMA, 2018).

Cada árvore é treinada em um subconjunto aleatório dos dados de treinamento e, além disso, durante a construção de cada árvore, também são feitas seleções aleatórias das

características (variáveis) usadas para fazer as divisões nos nós. Isso cria uma diversidade nas árvores, o que ajuda a evitar o overfitting (ajuste excessivo aos dados de treinamento) e aumenta a generalização para novos dados (DORNELAS; LIMA, 2023; LIMA *et al.*, 2021; SOARES *et al.*, 2021).

Ao fazer uma previsão para uma nova amostra, cada árvore na floresta faz sua própria previsão e a classe mais frequente entre todas as árvores é escolhida como a previsão final da floresta. No caso de regressão, a média das previsões de todas as árvores é tomada como a previsão final.

O Random Forest é conhecido por ser robusto, escalável e capaz de lidar com conjuntos de dados grandes e complexos. Ele também é menos suscetível a overfitting em comparação com uma única árvore de decisão. Devido à sua eficácia e facilidade de uso, o Random Forest é frequentemente utilizado em várias aplicações, incluindo análise de dados, reconhecimento de padrões, processamento de imagem, bioinformática, finanças e muito mais (DORNELAS; LIMA, 2023; LIMA *et al.*, 2021).

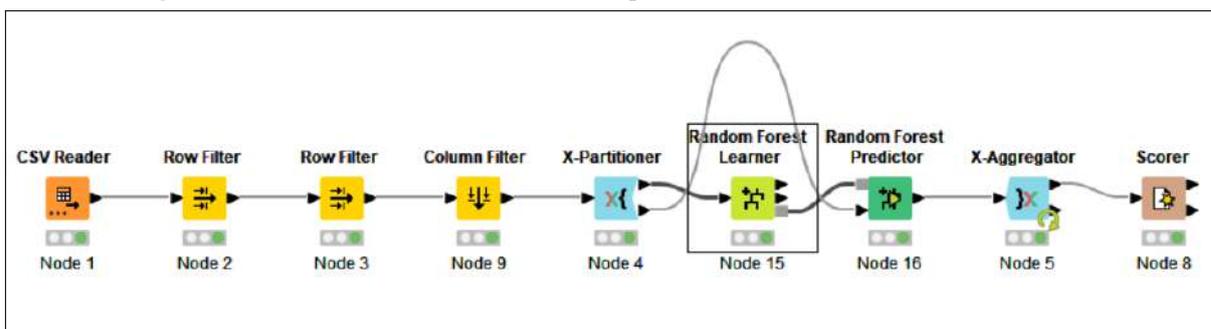
4.4.1 Preparação e aplicação da floresta aleatória

Neste trabalho, usamos a ferramenta KNIME Analytics Platform¹ para performar o algoritmo de machine learning Random Forest, conforme Figura 34. Inicialmente usamos um leitor de `.csv` para carregar os dados. Em seguida aplicamos duas filtragens de linhas para linhas de teste. Em seguida, excluimos as questões abertas e sensíveis. Depois aplicamos um loop (cross validation) que executou 10^2 vezes por meio da técnica leave-one-out. Usamos os nós de aprendizado e teste, e ao final, usamos um nó de fechamento do cross validation. Por fim, tivemos um Scorer apresenta a acurácia e outras métricas para a validação dos resultados. Essas métricas mostram como o modelo está performando em relação a diferentes aspectos da classificação, como detecção de casos positivos e negativos, precisão das previsões e acurácia global.

O algoritmo de mineração de dados RF performou usando 5 árvores de decisão e fazendo uma combinação aleatória entre elas para evitar o overfitting. Neste sentido, apresentamos as 5 árvores de decisão geradas na Figura 35. Analisamos os fatores de decisão de cada uma desses nós de cada uma das árvores.

¹ O KNIME, é uma plataforma livre e de código aberto de análise de dados, construção de relatórios e integração de dados. O KNIME integra vários componentes para aprendizado de máquina e mineração de dados por meio de seu conceito de pipelining modular. Download em <https://www.knime.com/downloads>.

Figura 34 – Workflow construído no KNIME para obter o resultado da árvore de decisão.

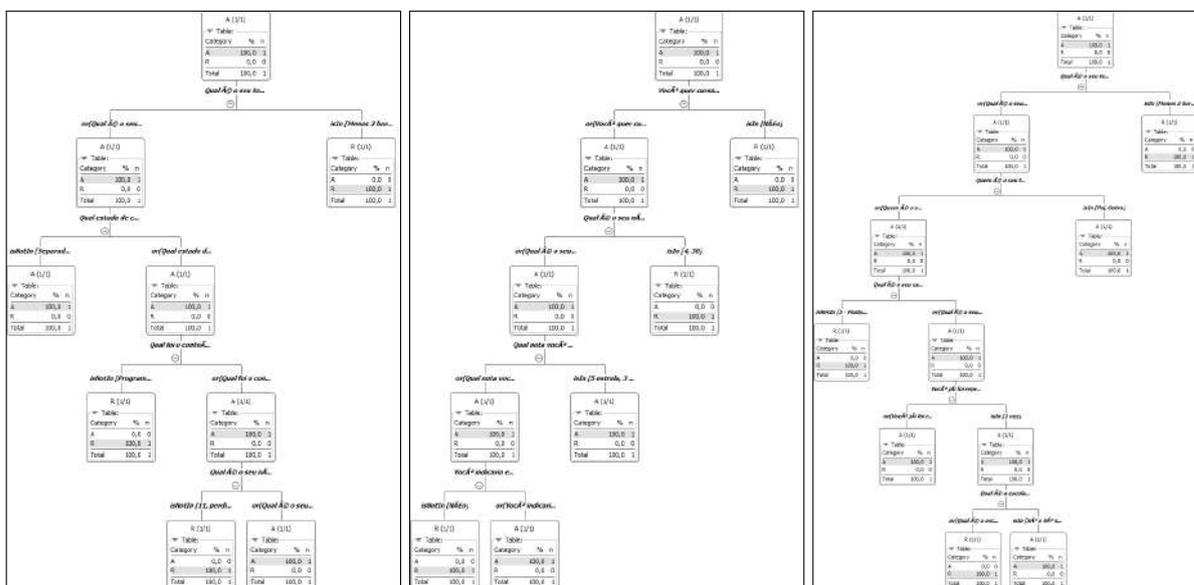
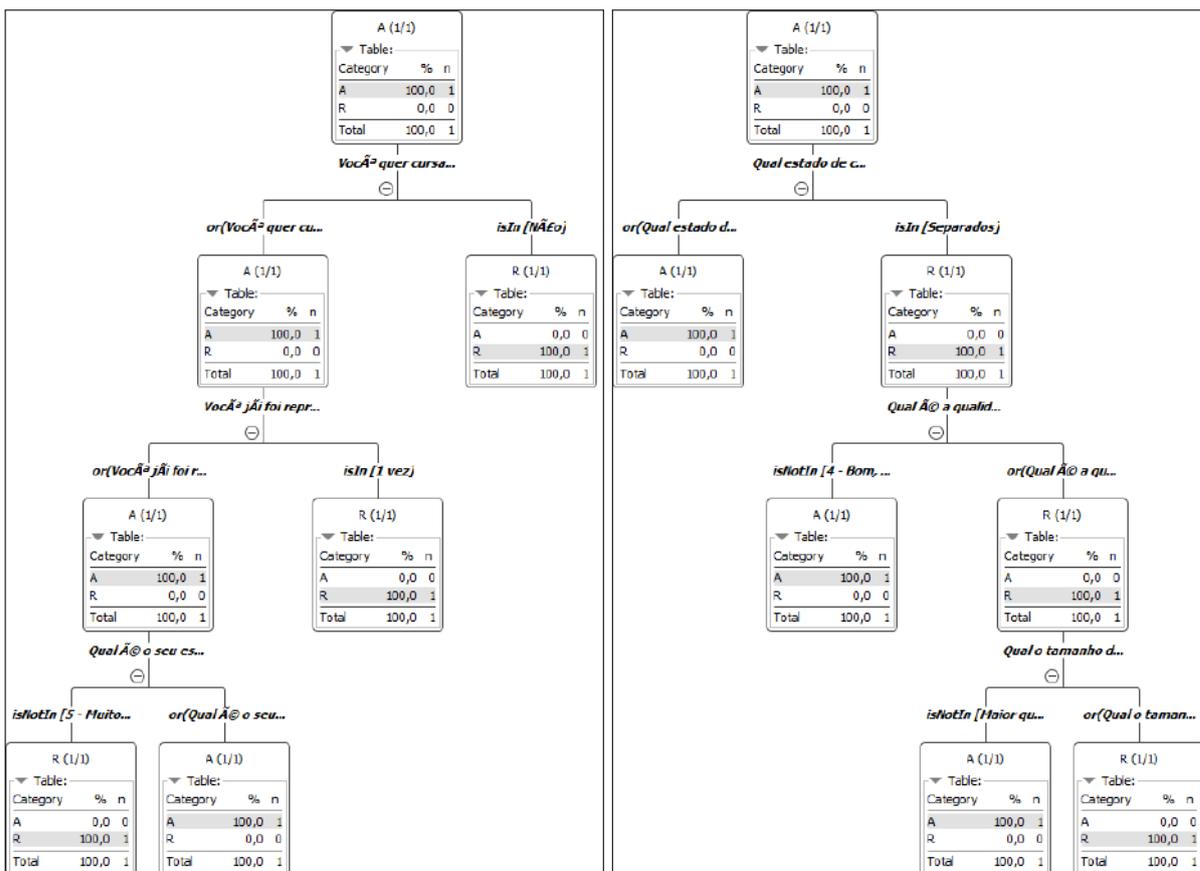


Os dados fornecidos representam as métricas de avaliação do desempenho do Random Forest aplicado como modelo de classificação para duas classes, identificadas como “A” (aprovado) e “R” (reprovado), autoavaliação do estudante. As métricas True Positives (Verdadeiros Positivos), False Positives (Falsos Positivos), True Negatives (Verdadeiros Negativos) e False Negatives (Falsos Negativos) são medidas utilizadas para entender o quão bem o modelo está classificando as amostras. O algoritmo foi capaz de identificar corretamente 8 casos da classe “A” (True Positives) e 8 casos da classe “R” (True Negatives), enquanto incorretamente classificou 3 casos da classe “A” como “R” (False Positives) e 3 casos da classe “R” como “A” (False Negatives).

Recall (Sensibilidade) é a proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de positivos verdadeiros, medindo a capacidade do modelo em encontrar todos os casos positivos. Neste trabalho o RF resultou em uma taxa de recall de aproximadamente 72.73%, indicando a proporção de casos positivos corretamente identificados em relação ao total de casos positivos. Precision é a proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de positivos previstos, medindo a precisão das previsões positivas. Neste trabalho, a precisão atingiu 100%, o que significa que das previsões positivas feitas pelo algoritmo, todas estavam corretas. Sensitivity (Sensibilidade) é a mesma que Recall, representando a proporção de verdadeiros positivos entre todos os positivos verdadeiros. Nesta aplicação, a sensibilidade, que mede a proporção de verdadeiros positivos entre os casos positivos verdadeiros, foi de 72.73%, enquanto a especificidade, que mede a proporção de verdadeiros negativos entre os casos negativos verdadeiros, foi de 100%. Specificity (Especificidade) é a proporção de verdadeiros negativos em relação ao total de negativos verdadeiros, medindo a capacidade do modelo em encontrar todos os casos negativos, neste caso, foi de 100%.

A F-measure é a média harmônica entre Recall e Precision, proporcionando um equilíbrio entre essas duas métricas. A medida F1 (F-measure) combinou a precisão e o recall,

Figura 35 – Resultados obtidos a partir do Random Forest realizado por meio de 5 árvores de decisão.



resultando em um valor de cerca de 84.21%. Accuracy (Acurácia) é a proporção de previsões corretas em relação ao total de previsões, medindo a precisão geral do modelo. A acurácia total do modelo foi de aproximadamente 84.21%, indicando a proporção geral de previsões corretas

em relação ao total de previsões. Cohen's Kappa é uma métrica que leva em consideração a concordância entre as previsões do modelo e as classes reais, corrigindo a acurácia de acordo com a concordância esperada por acaso. O coeficiente de Cohen's kappa neste trabalho foi de cerca de 69.19%.

Tabela 6 – Métricas da árvore de decisão para os dados treinados.

Class	TP	FP	TN	FN	Recall	Precision	Sensitivity	Specificity	F-measure	Accuracy	Cohen's kappa
A	8	0	8	3	0.727273	1	0.727273	1	0.842105	-	-
R	8	3	8	0	1	0.727273	1	0.727273	0.842105	-	-
Overall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.842105	0.691892

4.4.2 Lições aprendidas com a floresta aleatória

Nas análises realizadas utilizando árvores de decisão, diversos parâmetros foram considerados para determinar o impacto no rendimento dos alunos. Na primeira árvore de decisão (ver Figura (a)), usando 3 parâmetros, destacou que a vontade de cursar o ensino superior influenciou o desempenho dos alunos. Aqueles que manifestaram interesse em prosseguir os estudos tiveram um rendimento melhor em relação aos que não demonstraram essa vontade. Além disso, alunos que tiveram reprovações anteriores e aqueles que enfrentam problemas de saúde também apresentaram um impacto negativo no rendimento escolar. Na segunda árvore de decisão (ver Figura (b)), composta por 3 parâmetros, identificou-se que a coabitação dos pais após a separação teve um impacto negativo no rendimento dos alunos. Da mesma forma, relações familiares que não são consideradas muito boas ou regulares também afetaram negativamente o desempenho escolar. Contrapondo, famílias com um tamanho maior que 3 pessoas apresentaram um impacto positivo no rendimento dos estudantes.

Na terceira árvore de decisão, que envolveu 4 parâmetros (ver Figura (c)), verificou-se que um tempo de estudo semanal inferior a duas horas teve um efeito prejudicial sobre o desempenho dos alunos. A coabitação dos pais em situação de separação também impactou negativamente. No que se refere ao conteúdo programático, áreas como pensamento computacional, programação em blocos e uso de peças tiveram correlação com um melhor desempenho. Além disso, uma frequência escolar mais alta contribuiu para um rendimento superior em comparação com alunos que faltaram mais. A quarta árvore de decisão, composta por 4 parâmetros (ver Figura (d)), concluiu que alunos que não pretendem cursar o ensino superior não obtiveram um bom desempenho escolar. Baixa frequência escolar também foi associada a um rendimento inferior, assim como uma avaliação negativa do curso e a indicação negativa do mesmo. Surpre-

endentemente, alunos que não recomendariam o curso tiveram um desempenho superior àqueles que o recomendariam. Estes resultados demonstram a complexidade das interações entre diversos fatores e seus efeitos sobre o desempenho acadêmico dos alunos.

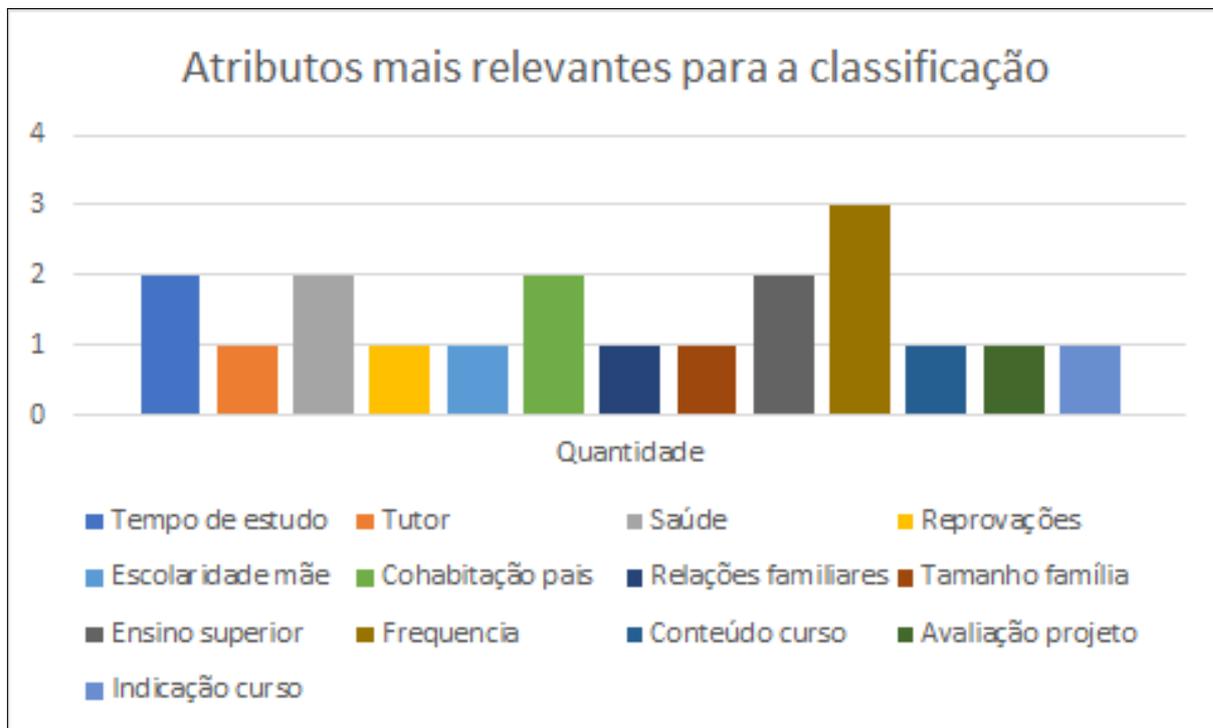
Por fim, na quinta árvore de decisão (ver Figura (e)), onde 5 parâmetros foram utilizados, observou-se que um tempo de estudo semanal inferior a 2 horas exerce uma influência negativa sobre o desempenho dos estudantes. Além disso, a presença de um tutor, principalmente se for o pai ou outra pessoa, teve um impacto positivo. A boa condição de saúde também foi um fator positivo para um melhor rendimento, assim como ter sido reprovado no máximo uma vez. Notavelmente, o nível de escolaridade da mãe emergiu como um aspecto crucial, sugerindo que diferentes níveis de escolaridade materna influenciam significativamente o desempenho acadêmico dos alunos.

Foram analisados diversos atributos no estudo, com quantidades variáveis de incidência e foram necessários 13 atributos para a decisão, conforme a frequência de atributos da Figura 36. O atributo mais relevante para determinar o sucesso e fracasso escolar foi o atributo frequência escolar. Entre os demais atributos, destacam-se a quantidade de vezes em que o “Tempo de estudo”, “Cohabitação dos pais”, “Vontade de cursar ensino superior” e a “Saúde” foram considerados (2 cada), enquanto os parâmetros “Tutor”, “Reprovações”, “Escolaridade mãe”, “Relações familiares”, “Tamanho da família”, “Conteúdo do curso”, “Avaliação do projeto” e “Indicação do curso” foram observados em quantidades singulares. Esses atributos compuseram a base da análise, fornecendo uma compreensão abrangente dos fatores influenciando o rendimento escolar.

4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma análise detalhada dos dados destaca que a predominância de alunos inscritos no curso é do sexo masculino, o que ressalta a importância de uma abordagem mais direcionada para estimular a inclusão das mulheres na área tecnológica, uma questão já ressaltada por autores anteriores (LIMA *et al.*, 2021; SOARES *et al.*, 2021). É notável que a maioria dos alunos reside em áreas urbanas, favorecendo a acessibilidade ao local do curso (PEGORETTI; SANCHES, 2005). Observa-se uma tendência de escolaridade materna em nível médio, enquanto a escolaridade paterna tende a ser mais baixa. Destaca-se a relevância da conveniência geográfica como um fator para a escolha do curso. A figura materna desempenha um papel central na tutela das crianças. Ainda que a incidência de reprovações seja baixa, ela demonstra uma correlação negativa com

Figura 36 – Atributos mais relevantes para a análise de dados que foi realizada para determinar o sucesso ou fracasso do aluno.



o desempenho no curso de robótica, que apresenta resultados semelhantes em (JUNIOR *et al.*, 2019). A família se revela um pilar importante no apoio às atividades educacionais dos alunos (ALMEIDA *et al.*, 2005).

Em nossa pesquisa, foi notório que estudantes desinteressados em seguir carreiras STEM frequentemente têm visões negativas da área. Quanto à saúde, uma diversidade de respostas foi observada, com muitos alunos reportando estado regular ou ruim, situação que já foi estudada em (COSTA *et al.*, 2017; SAWAYA, 2006). Uma preocupação surge com o fato de que um grupo considerável dos alunos estuda por menos de 15 minutos diários, que já foi apresentado como uma grande preocupação de pais que não colaboram em (MARTINI; PRETTE, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2005). Embora a autoavaliação geral seja positiva em relação à aprovação, aqueles que se percebem reprovados tendem a associar sua insatisfação com a carreira ou a uma afinidade pelo conteúdo programático. Tais resultados delineiam áreas de enfoque e possíveis estratégias de aprimoramento no âmbito educacional e no estímulo à participação dos alunos. Importante ressaltar que, após a análise do desempenho acadêmico, foi identificado que alguns alunos mencionaram receber apoio educacional adicional, como bolsas, o que pode contribuir positivamente (ALMEIDA *et al.*, 2005; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2015). Além disso, alguns alunos possuem acesso à internet em casa e almejam cursar o ensino superior. Sobre o curso de

robótica educativa, muitos alunos manifestaram apreço pela Programação em blocos (35,3%), Peças robóticas (17,6%), e Pensamento computacional (17,6%). Esses achados estão em sintonia com a abordagem do projeto, que buscou alinhar os conteúdos com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esses aspectos revestem-se de importância para um eventual emprego do projeto em situações futuras, possibilitando o fortalecimento dos tópicos de maior interesse entre os alunos.

Por fim, neste trabalho, foram examinados vários atributos na pesquisa, com 13 deles sendo relevantes. A frequência escolar se destaca como determinante para o sucesso acadêmico. Outros atributos notáveis são “Tempo de estudo”, “Cohabitação dos pais”, “Vontade de estudos superiores” e “Saúde”, cada um com duas ocorrências, similar ao que foi apresentado no trabalho de (SOARES *et al.*, 2021). Os oito (8/13) demais parâmetros aparecem com frequência 1 e alguns parâmetros nem aparecem na listagem para as árvores de decisão. Esses atributos formaram a base da análise, proporcionando compreensão abrangente dos fatores que influenciam o desempenho acadêmico.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo, iremos apresentar o produto educacional desenvolvido a partir dos estudos e reflexões realizados sobre a utilização da robótica e programação como ferramentas para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI. A partir da experiência relatada neste estudo, foi possível criar uma cartilha que apresenta as principais diretrizes e estratégias para a implementação da robótica e programação em sala de aula. O relato de experiência assim como os dados coletados com os alunos serviram para a criação do produto, mas não é o produto em si. Além disso, como produto foi desenvolvido um guia técnico que apresenta os principais conceitos e habilidades envolvidas na programação e robótica, de forma clara e acessível aos professores. As diretrizes e estratégias apresentadas na cartilha e no guia técnico foram elaboradas a partir das experiências vivenciadas pelos professores e discentes que participaram deste estudo, bem como a partir de uma revisão da literatura sobre o assunto e das metodologias ativas e gamificação. O produto educacional apresentado neste capítulo vai de encontro aos artigos da BNCC brasileira, que valoriza a formação de habilidades socioemocionais e o uso de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem.

5.1 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Nesta seção será apresentado o relato de experiência a partir da execução do projeto de Extensão: Curso Robótica para discentes do 9º ano da Escola Estadual. Neste sentido, como professores de robótica e pensamento computacional, tivemos a oportunidade de aplicar o plano de aula de 30 horas, por 15 semanas para discentes do ensino fundamental. Durante esse período, pudemos observar um grande progresso na compreensão dos discentes em relação ao conceito de programação, eletrônica e robótica. Além disso, contamos com a ajuda da aluna da área de informática, bolsista de extensão pela Bolsa de Extensão Institucional (IFTM) concedida pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX), que contribuiu significativamente para a realização do projeto.

Nos dias em que foram agendados o curso, ao chegarem à escola, os discentes eram direcionados ao laboratório de informática no qual aconteceria as atividades. Foi solicitado que os discentes formassem pares ou trios para cada computador e eles acabaram formando somente duplas. Na primeira aula foi apresentada aos discentes somente o Arduino Nano e a bolsista

que auxiliava no projeto acompanhava ajudando o professor passando os slide para fazer as explicações sobre o conteúdo. No primeiro momento do curso, acontecia a explicação sobre o conceito de micro controladores, lógica de programação e robótica. Era perguntado sobre a familiaridade com programação e com robótica dos discentes. Foram explorados exemplos do cotidiano para embasar o conceito de algoritmo. Já com relação a programação alguns discentes já tinha familiaridade, mas não aprofundado na área.

Durante a explicação, o professor mostrava alguns exemplos de robôs montados que o mesmo já trabalhou (portfólio) antes no curso superior de Análise e Desenvolvimento de Sistemas¹. Mostrando assim esse conteúdo os discentes assimilaram e ficaram mais empolgados com o curso de robótica. O professor mostrou de uma forma bem simples como é a programação do Arduino e mostrando exemplo com é um código de programação para que os discentes tenham uma ideia de como é o código da programação e o código era um simples liga e desliga um LED. Com a explicação do professor muitos dos discentes tiveram dificuldades de entender a explicação pelo código e qual era sua função. Somente os que já tinham noção de programação que conseguiram entender o pleno funcionamento do código.

Para não ter uma perda de tempo no cronograma do curso o professor e sua aluna bolsista do projeto prepararam o laboratório de informática da escola instalando a IDE do Arduino e configurando o Ardublock , também foi realizando teste de gravação do código em todos computadores. Aos discentes durante o curso foi apresentando como se adquire e faz a instalação do Arduino, sua IDE e o Ardublock. Até esse momento alguns discentes tiveram dúvidas que foram as questão de preço pois alguns tiveram interesse em adquirir o Arduino. Na continuidade do curso foi apresentado o desenho da primeira placa de programação em bloco e explicado para eles como é ligado cada LED's e botões ao Arduino. Nesse momento foi explicado com mais detalhe como funciona cada componentes da placa como a tensão, resistores, LEDS e botões. Os discentes tiveram dúvidas mas foram esclarecidas no decorrer da aula.

O professor apresentou o Ardublock aos discentes e ao mostrar os Slides do bloco principal (bloco mãe) foi apresentando também alguns blocos simples para melhor compressão do escopo dos blocos, os discente realização a montagem dos bloco apresentado no Slide que sua função era apenas acender um LED e depois realizar a gravação do código no Arduino. Ao fazer o procedimento o professor pergunta se algum discente teve dificuldade ou dúvidas sobre os blocos e a gravação do mesmo no Arduino comparando ao código na linguagem C da IDE. Os

¹ O professor apresentou o portfólio de robótica desenvolvido pelos discentes do ADS (Análise e Desenvolvimento de Sistema) no Instituto Federal de São Paulo (IFSP) – Campus Campos do Jordão.

discentes relataram que da forma visual por blocos é bem mais fácil de entender do que realizado por código em linguagem C padrão. A compreensão por bloco foi bem aceita até por aqueles que viram o exemplo por código e expressaram desânimos pela programação e acabaram se animando ainda mais a continuar com exemplo de programação por bloco. Assim percebe-se que uma programação por bloco (imagens) fica mais fácil no entendimento dos discentes que por código.

Depois da explicação do exemplo de como acender e apagar os LEDs é apresentando aos discentes pelo professor desafios utilizando somente os LEDs da Placa de Programação. Um dos desafios foi realizar a simulação de um semáforo e todos conseguiram pois um detalhe a se observar que os discentes trabalhando em dupla um ajudava o outro no momento de dificuldade. Foi possível perceber que os discentes discutiam ao realizar os desafios. O professor coordenador do curso explicou o funcionamento do botão e os incentivou a fazer a programação por conta própria, mostrando que a lógica de programação dos botões não diferenciava muito da lógica de programação dos LEDs.

O professor notou que, no início, algumas duplas tiveram dificuldades, mas conseguiram discutir entre si e, assim, todos foram capazes de programar os botões sem a necessidade do professor explicar ou apresentar um exemplo. Os discentes aprenderam a função de vários outros blocos e o professor continuou propondo desafios utilizando diversos recursos (blocos) para os discentes. Nesses desafios, os discentes puderam aproveitar o aprendizado na programação de vários recursos do Ardublock. Foi observado que o aprendizado com programação em bloco é mais motivador para os discentes do que a programação por código. As aulas em duplas tiveram um melhor rendimento no aprendizado, já que os discentes conseguiram atender aos desafios discutindo entre eles e testando diferentes encaixes de blocos, fazendo testes de erro e acerto. A lógica dos encaixes dos blocos foi compreendida pelos discentes de forma semelhante a um quebra-cabeça.

Nas aulas seguintes, durante a apresentação de slides, o Motor Servo foi apresentado aos discentes pelo professor juntamente com uma explicação sobre o seu funcionamento e as suas aplicações. O principal aspecto do Motor Servo é a sua capacidade de trabalhar em ângulos de 0° a 180°, e foi apresentado aos discentes um Motor Servo que ainda não havia sido montado na estrutura do Braço Robótico. Os discentes não demonstraram grande dificuldade em compreender o funcionamento do Motor Servo.

Após todo o aprendizado teórico e prático sobre Lógica de Programação, Placa de

Programação (LEDs e botões) e Motor Servo, o professor apresentou aos discentes a Placa de Gerenciamento do Braço Robótico por meio de slides. Foi explicado como conectá-la ao Arduino e, como essa placa é muito semelhante à Placa de Programação, os discentes não tiveram dificuldades para compreender o seu funcionamento, que é composto somente por botões e conexões dos Motores Servo. Nessa etapa, também foi apresentado no slide o bloco do Motor Servo, sua função e como o equipamento recebe e executa as informações para movimentar o braço robótico. Foram explicados todos os movimentos que o braço robótico consegue realizar, e o primeiro movimento proposto como desafio foi o da base do Braço Robótico, que tem uma amplitude de 0° a 180° . Eles conseguiram fazer o movimento do braço para a direita e esquerda sem a necessidade de pressionar o botão, realizando automaticamente para compreender o movimento. Nesse momento, algumas duplas tiveram mais dificuldade, mas com uma outra abordagem da explicação, os discentes conseguiram concluir o movimento automático da base do robô.

Os discentes apresentaram algumas dificuldades ao longo do curso, principalmente no que se refere a conceitos mais abstratos como a cinemática inversa. Para sanar essas dificuldades, utilizamos uma abordagem mais prática, apresentando exemplos concretos e dando oportunidade para que os discentes realizassem atividades hands-on. A aluna também contribuiu nesse sentido, oferecendo sugestões e ajudando a desenvolver projetos que fossem mais adequados à realidade dos discentes.

Outra dificuldade que os discentes enfrentaram foi a programação avançada do braço robótico. Para superar essa dificuldade, apresentamos alguns exemplos mais simples de programação e, em seguida, fomos aumentando gradualmente o nível de dificuldade. Além disso, contamos com a ajuda da aluna extensionista, que trouxe novas ideias e soluções para alguns dos problemas enfrentados pelos discentes.

Ao final do curso, os discentes demonstraram uma grande evolução na resolução de problemas, na compreensão dos conceitos de programação e eletrônica e na capacidade de trabalhar em equipe. Eles também apresentaram seus projetos finais, que foram um sucesso e demonstraram que os discentes foram capazes de aplicar todos os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

A aplicação do plano de aula de robótica e pensamento computacional com ênfase em Arduino foi uma experiência extremamente positiva para nós, professores, e para os discentes. Com a ajuda da aluna extensionista, conseguimos aprimorar o projeto e torná-lo ainda mais

interessante e desafiador para os discentes. A robótica pedagógica é uma excelente ferramenta para desenvolver habilidades importantes, como a resolução de problemas, o pensamento crítico e a colaboração em equipe, além de aumentar a motivação e o interesse dos discentes em relação à ciência e à tecnologia. As dificuldades enfrentadas pelos discentes foram superadas graças a uma abordagem mais prática e à contribuição da aluna extensionista, que trouxe novas ideias e soluções para os problemas enfrentados pelos discentes.

5.2 ANÁLISE TÉCNICA DO PROJETO

A partir do relato de experiência e também da coleta de dados com os estudantes, apresentados anteriormente, será realizada uma análise técnica da implementação desses projetos em escolas públicas para discentes da educação básica. Realizaremos essas análises por meio de ferramentas da área de gestão e administração para a gerência de projetos. Assim, primeiramente faremos uma análise por meio da matriz SWOT. Uma matriz SWOT é uma abreviação das palavras em inglês strengths, weaknesses, opportunities e threats, que significam forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, respectivamente (SILVA *et al.*, 2011). Em português, é chamada “análise FOFA”. A função dessa ferramenta é realizar uma análise estratégica que ajuda a identificar e avaliar os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças de uma empresa, projeto, produto ou serviço. A matriz é dividida em quatro quadrantes, cada um representando uma dessas quatro categorias. A análise SWOT é frequentemente utilizada para ajudar na tomada de decisões estratégicas, identificar áreas de melhoria e identificar riscos potenciais (JACINTO *et al.*, 2020). Neste sentido, para este projeto em específico, e com base nas informações fornecidas, pudemos avaliar o projeto de robótica educativa proposto na perspectiva de alguns fatores que ajudam, como por exemplo, como a competência dos professores e a interação entre os discentes e os monitores, e fatores externos como a demanda crescente por habilidades em robótica e automação ou a possibilidade de parcerias com outras instituições; e de alguns fatores que atrapalham, como por exemplo, falta de recursos financeiros ou a falta de engajamento dos discentes e até mesmo fatores externos como mudança de políticas públicas poderiam atrapalhar o projeto (HELMS; NIXON, 2010). Ao avaliar esses pontos, pudemos identificar áreas de melhoria para o projeto e criar um **plano de ação** para melhorar a eficácia do projeto em robótica educativa.

Forças são as vantagens que este projeto possui em relação à outras abordagens (HELMS; NIXON, 2010). Seus diferenciais competitivos, as aptidões mais fortes deste projeto.

1. O professor possui experiência prévia no ensino de robótica e programação, o que contribui para a qualidade do curso.
2. O uso do Ardublock e a programação por blocos foi bem recebido pelos discentes, o que pode tornar o aprendizado mais fácil e atrativo.
3. A disposição dos discentes em formar duplas e trios favorece o trabalho em equipe e a colaboração entre os discentes.
4. A instituição promotora do projeto possui recursos para o pagamento de bolsista que ajudou o desenvolvimento do projeto.

Fraquezas As fraquezas encontradas dentro do projeto “Robótica educativa de baixo custo” realizado e aqui relatado, então, precisam ser examinadas e observadas de forma individual.

1. Alguns discentes tiveram dificuldade em compreender a programação em blocos para robótica, o que pode indicar uma falta de familiaridade com a linguagem.
2. A falta de familiaridade de alguns discentes com a programação e robótica pode limitar a compreensão do conteúdo apresentado.
3. A turma formou apenas duplas, o que pode limitar a interação entre os discentes e a diversidade de ideias e perspectivas.
4. Ausência de material didático instrucional para guiar os discentes e permitir que eles também estudem em casa.

Oportunidades Apresentação das forças externas que impactam positivamente (HELMS; NIXON, 2010) o nosso projeto. Neste caso, iremos usufruir desses impactos externos em prol da realização de outros projetos em robótica educativa que poderemos realizar no futuro ou que outros professores venham realizar no futuro.

1. A globalização do termo de pensamento computacional e o incentivo de metodologias cada vez mais ativas e gamificadas podem fazer com que mais discentes, e por sua vez, escolas queiram oferecer projetos como este.
2. A crescente demanda por sustentabilidade pode fazer com que a robótica de baixo custo seja um potencial para explorar essa temática nas escolas.
3. As comissões que norteiam a BNCC tem promovido cada vez mais diálogos a respeito do uso de robótica nas escolas e também do pensamento computacional, sendo este

uma oportunidade para que mais escolas tenham interesse nas diretrizes propostas como produto educacional.

4. A instalação da IDE do Arduino e a configuração do Ardublock permitiram que os discentes tivessem acesso ao material necessário para continuar aprendendo em casa, o que pode motivá-los a aprofundar o conhecimento na área.
5. O interesse de alguns discentes em adquirir o Arduino para uso pessoal pode indicar um possível mercado consumidor para o produto, o que pode beneficiar a indústria de tecnologia de baixo custo, tornando este projeto ainda mais acessível com a produção em massa de peças eletrônicas, até mesmo no mercado brasileiro.
6. A simulação de desafios que utilizam os conhecimentos apresentados no curso, como a montagem de um semáforo, pode estimular a criatividade e a aplicação prática dos conceitos.

Ameaças Aqui são relatadas as forças externas que influenciam negativamente o projeto, ou seja, possíveis eventos que prejudicariam a execução de projetos de robótica nas escolas, com base nas experiências aqui relatadas (HELMS; NIXON, 2010).

1. A falha de equipamentos do laboratório ou atrasos em kits robóticos e peças eletrônicas podem gerar atrasos.
2. O pouco tempo disponível para o curso pode limitar a profundidade do conteúdo apresentado, o que pode impedir uma compreensão mais completa dos temas abordados.
3. A falta de equipamentos ou recursos financeiros pode prejudicar a execução de atividades práticas, o que pode limitar a aplicação dos conhecimentos adquiridos.
4. Mudanças de escopo se houver mudanças significativas no escopo do projeto, pode ser difícil manter o cronograma e o orçamento, o que pode levar a atrasos ou custos adicionais.
5. Falta de recursos humanos se a equipe do projeto não tiver os recursos humanos necessários, ou seja, pessoal qualificado, pode ser difícil concluir o projeto dentro do prazo e fazer com que os discentes consigam efetivamente aprender.
6. Atrasos na instalação, manutenção e suporte dos softwares e dos equipamentos de TI dos laboratórios da escola necessários para a condução do projeto de pesquisa.

A seguir é apresentado um resumo dos itens listados anteriormente por meio de uma Matriz SWOT para a análise resumida das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças para a implementação de projetos de robótica em escolas públicas. Com base na tabela, as forças apresentam o menor grau de risco, com um valor de 2. As oportunidades apresentam o maior grau de risco, com um valor de 4. As fraquezas e ameaças têm um grau de risco moderado, com valores de 3 para cada. É importante lembrar que essa avaliação é subjetiva e pode variar dependendo da perspectiva de quem a avalia. A tabela de avaliação da SWOT nos ajuda a avaliar

Tabela 7 – Matriz SWOT para análise de Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças.

SWOT	Ajuda	Atrapalha
Ambiente Interno	Forças	Fraquezas
	Professor possui experiência prévia	Discentes com dificuldades em programação
	Uso do Arduiblock foi bem recebido	Falta de familiaridade com robótica
	Projeto ter sido elaborado em equipes	Formação de grupos, dificultando interações
	Bolsista ajudou em partes importantes	Ausência de material didático de robótica
Ambiente Externo	Oportunidades	Ameaças
	Temática de Sustentabilidade em alta	Recursos financeiros escassos
	Inserção de currículos alternativos BNCC	Falta de tempo dos discentes
	Incentivo à metodologias ativas	Falhas ou atrasos nas entregas
	Possibilidade de Aprendizado em casa	Falta de recursos humanos
	Arduino de baixo custo acessível	Alterações no cronograma
	Desafios de robótica interessantes	Atraso na instalação de softwares

o grau de risco de cada item listado anteriormente. A tabela pode ser preenchida com base em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa um risco baixo e 5 representa um risco alto, conforme é apresentado a seguir na Tabela 8.

Tabela 8 – Avaliação de análise da matriz SWOT para avaliar o risco de cada item.

Aspecto	Forças	Fraquezas	Oportunidades	Ameaças
Grau de Risco	2	3	4	3

5.2.1 Análise de Incertezas

Para realizar a análise de incertezas pelo método FMEA (Failure Mode and Effective Analysis), é necessário identificar as falhas potenciais no processo e os possíveis impactos de cada uma delas. Em seguida, são atribuídas notas para a severidade, ocorrência e detecção de cada falha (SHARMA; SRIVASTAVA, 2018). Multiplicando essas notas, é obtido o número de prioridade de risco (RPN) de cada falha, que indica a gravidade do impacto potencial e a probabilidade de ocorrência (HO; CHEN, 2018). Ou seja, é necessário multiplicar os três fatores

atribuídos a cada item: Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D), conforme Equação 1.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

As falhas com RPN mais alto devem receber maior atenção e prioridade de ação para mitigar os riscos. Isso significa que, para cada item avaliado, atribuiu-se um valor de 1 a 10 para cada fator, sendo que 1 significa um baixo impacto ou probabilidade e 10 significa um alto impacto ou probabilidade (HO; CHEN, 2018). A Tabela 9 a seguir apresenta uma análise FMEA para o processo de ensino de robótica descrito:

Tabela 9 – Modo de Falha e Análise Eficaz.

Item	Falha potencial	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN
1	Dificuldade de programação dos discentes	7	4	2	56
2	Falta de familiaridade em robótica	6	3	4	72
3	Dificuldade dos discentes em trabalhar em grupo	8	2	4	64
4	Ausência de material didático em robótica	9	3	3	81
5	Recursos financeiros escassos	5	5	2	50
6	Falta de tempo de dedicação dos discentes	4	2	5	40
7	Falhas ou atrasos em entregas	8	2	2	32
8	Falta de recursos humanos	7	2	2	28
9	Alterações no cronograma	3	3	3	27
10	Atraso na instalação dos softwares	9	3	2	54

Com base nos resultados do RPN, é possível priorizar os itens que apresentam maior risco para o projeto. Nesse caso, o item 2 apresenta o maior RPN (81), indicando um alto risco para o projeto. Por outro lado, o item 5 apresenta o menor RPN (27), indicando um risco relativamente baixo para o projeto. Dessa forma, a equipe pode se concentrar em mitigar os riscos mais críticos, ou seja, aqueles que apresentam os maiores valores de RPN, a fim de garantir o sucesso do projeto. Neste caso, para projetos futuros os professores devem pensar em formular um material didático, visando com que os discentes possam aprender da melhor forma possível, trazendo mais treinamento para dentro e fora da sala de aula.

5.2.2 Plano de ação

Para lidar com as ameaças e fraquezas identificadas no projeto de extensão em robótica educativa, sugerimos o seguinte plano de ação:

Gerenciamento de equipamentos e materiais Para evitar atrasos decorrentes da falha de equipamentos e atrasos na entrega de kits robóticos e peças eletrônicas, é importante que a equipe de projeto estabeleça uma lista de equipamentos e materiais necessários, priorize

as compras com antecedência e mantenha um estoque mínimo de backup para substituição rápida de equipamentos que falham. Também é importante que a equipe tenha um plano de manutenção preventiva para evitar problemas com o uso de longo prazo.

Gerenciamento de tempo Para lidar com o pouco tempo disponível para o curso e garantir que os discentes entendam completamente os conceitos, a equipe pode usar metodologias ativas de ensino para promover a aprendizagem baseada em projetos, com foco na aplicação prática dos conceitos. A equipe deve planejar cuidadosamente o tempo para cada atividade, levando em consideração o tempo necessário para explicar conceitos, o tempo para trabalhar em atividades práticas e o tempo para avaliar e discutir os resultados.

Gerenciamento de recursos financeiros Para lidar com a falta de equipamentos e recursos financeiros, a equipe pode buscar parcerias com empresas e instituições que possam doar ou emprestar equipamentos e materiais. Além disso, a equipe pode buscar fontes de financiamento, como editais e projetos de pesquisa, para aumentar o orçamento disponível.

Gerenciamento de escopo Para lidar com mudanças no escopo do projeto, a equipe deve manter um plano de gerenciamento de mudanças que permita avaliar as mudanças propostas e ajustar o cronograma e o orçamento, se necessário. É importante que a equipe se comunique com os parceiros e os discentes sobre as mudanças no escopo e seus impactos.

Recursos humanos Para lidar com a falta de recursos humanos qualificados, a equipe pode buscar parcerias com outras instituições ou profissionais que possam ajudar na implementação do projeto. Além disso, a equipe pode desenvolver um programa de treinamento interno para capacitar membros da equipe em habilidades técnicas específicas.

Suporte de TI Para evitar atrasos decorrentes da instalação, manutenção e suporte de software e equipamentos de TI, é importante que a equipe tenha uma política clara de suporte de TI que inclua um plano de manutenção preventiva para os equipamentos e um serviço de suporte de TI para os discentes durante o curso. Além disso, a equipe pode buscar parcerias com empresas de TI que possam oferecer suporte técnico para o projeto.

Material didático Para lidar com a falta de material didático, a equipe pode desenvolver um conjunto de materiais didáticos, como manuais de instruções, vídeos explicativos e guias de estudo, que os discentes possam usar para estudar em casa. Além disso, a equipe

pode buscar parcerias com editoras ou instituições que possam doar materiais didáticos relacionados à robótica educativa.

5.3 DIRETRIZES

As diretrizes para professores são um conjunto de princípios, recomendações e objetivos gerais que norteiam o desenvolvimento de um determinado currículo ou abordagem educacional. As diretrizes são mais abrangentes e genéricas do que uma cartilha, oferecendo uma visão geral sobre como uma determinada estratégia de ensino deve ser abordada e quais são as metas a serem alcançadas.

1. Prepare-se antes de ensinar: Antes de começar a ensinar sobre robótica e Arduino, é importante que o professor se prepare para a aula. Isso inclui estudar sobre os conceitos básicos de eletrônica e programação, além de conhecer bem o kit do braço robótico em Arduino e os componentes eletrônicos utilizados. Também é importante que o professor esteja disposto a ajudar seus discentes a aprender, e esteja disponível para responder perguntas e solucionar problemas.
 - a) Escolha um projeto que você esteja realmente interessado em fazer: Isso ajudará a manter a sua motivação em alta e aumentará as chances de você concluir o projeto com sucesso.
 - b) Comece com projetos simples: Quando estiver começando, é importante escolher projetos simples e que possam ser realizados com os componentes básicos de um kit de Arduino.
 - c) Faça um esquema: Antes de começar a montar o seu projeto, faça um esquema de como você quer que ele seja. Isso ajudará a identificar quais componentes serão necessários e a se planejar melhor.
 - d) Faça um teste com Arduino: Antes de começar a soldar os componentes em uma placa definitiva, faça um teste com protoboard. Isso ajudará a identificar possíveis erros e a evitar que você danifique os componentes.
 - e) Use bibliotecas: Uma das grandes vantagens do Arduino é a quantidade de bibliotecas disponíveis na internet. Elas permitem que você utilize funções prontas em seus projetos, o que economiza tempo e evita erros.

- f) Capacitação: Busque capacitação em robótica e programação para que você esteja apto a ministrar aulas sobre o tema. Existem muitos cursos disponíveis na internet e em instituições especializadas.
2. Ensine passo a passo: Ao ensinar robótica e programação com o Arduino, é importante que o professor vá passo a passo, de forma que os discentes possam acompanhar. Comece com conceitos básicos de eletrônica e programação, e avance gradualmente para conceitos mais complexos, como cinemática inversa e controle de movimento. Ao longo do curso, é importante que o professor esteja atento ao ritmo de aprendizagem dos discentes e esteja disposto a ajudar aqueles que têm dificuldades.
- a) Conteúdo programático: Defina um conteúdo programático que esteja de acordo com a BNCC e que contemple as principais habilidades e competências que os discentes devem desenvolver.
- b) Kit de robótica: Adquira um kit de robótica para sua escola. Existem muitos modelos disponíveis no mercado, desde os mais simples até os mais avançados.
- c) Crie o seu próprio guia e material didático: a criação do guia e do material didático podem ajudar os discentes na realização de tarefas até mesmo em casa.
- d) Montagem Braço Robótico: Aqui mostramos os passo a passo para montagem do Braço Robótico utilizando os parafusos, Motores Servo e a estrutura MDF.
- e) Referências: Se você quer aprofundar seus conhecimentos em Arduino, aqui estão algumas referências que podem ser úteis:
- i. Livros: “Arduino Básico” de Michael McRoberts, “Getting Started with Arduino” de Massimo Banzi e “Arduino Cookbook” de Michael Margolis.
 - ii. Vídeos: Existem muitos canais no YouTube que abordam Arduino e projetos eletrônicos, como o Maker Hero², “Arduinando”, “Canaltech” e “Casa do Maker”.
 - iii. Fóruns: O fórum oficial do Arduino é um bom lugar para tirar dúvidas e trocar ideias com outros usuários.
 - iv. Sites: Alguns sites que podem ser úteis são o “Arduino Project Hub”, “Instructables” e “Hackster.io”.

² Website: <https://www.youtube.com/channel/UC77fqFAxaIENLVrUr4veKvw>.

3. Incentive a criatividade e inovação: Ao ensinar robótica e programação com o Arduino, é importante incentivar a criatividade e a inovação dos discentes. Incentive-os a pensar fora da caixa e a explorar novas ideias e soluções. Além disso, permita que os discentes desenvolvam seus próprios projetos personalizados, de forma que possam aplicar o que aprenderam durante o curso. Isso também ajuda a motivar os discentes e a tornar o aprendizado mais divertido e interessante.
 - a) Motivação: Mantenha seus discentes motivados e engajados. Robótica e programação podem ser assuntos difíceis para alguns discentes, mas com a motivação certa, eles podem se tornar apaixonados pelo tema.
 - b) Compartilhe os projetos: Ao compartilhar os projetos desenvolvidos em sala de aula, você ajuda a disseminar o conhecimento e ainda pode receber feedbacks que vão ajudá-lo a melhorar.
4. Trabalhe em equipe: Ao ensinar robótica e programação com o Arduino, é importante que os discentes trabalhem em equipe. Isso permite que eles compartilhem ideias e solucionem problemas em conjunto, além de desenvolver habilidades importantes para a vida, como comunicação e colaboração. Além disso, é importante que o professor esteja disponível para ajudar as equipes a solucionar problemas e a progredir com seus projetos.
 - a) Sala de aula adequada: Prepare uma sala de aula adequada para aulas de robótica e programação. É importante que haja espaço suficiente para que os discentes possam trabalhar em seus projetos.
 - b) Metodologia: Escolha uma metodologia que se adapte à realidade da sua escola e dos seus discentes. É possível trabalhar com projetos interdisciplinares, por exemplo, ou focar em atividades mais práticas.
 - c) Avaliação: Defina critérios claros de avaliação para os projetos dos discentes. É importante que eles saibam como serão avaliados e quais são as expectativas em relação ao projeto.
 - d) Parcerias: Busque parcerias com instituições que já trabalham com robótica e programação. Elas podem ser uma fonte valiosa de conhecimento e experiência para você e seus discentes.

Com essas dicas em mente, o professor estará preparado para ensinar robótica e programação com o Arduino de forma criativa e efetiva. A Figura 37 foi elaborada para mostrar o conjunto de diretrizes que os professores podem utilizar em sala de aula em caso de projetos de robótica de baixo custo como metodologia ativa, gamificada e com avaliação baseada em problemas e interdisciplinar.

Figura 37 – Conjunto de diretrizes que podem ser aplicadas em sala de aula em caso de projeto de robótica educativa.



5.4 CARTILHA DIDÁTICA

Uma cartilha para professores é um documento que fornece orientações práticas, sugestões e materiais de apoio para a implementação de uma determinada estratégia de ensino. É um guia que pode ser utilizado pelo professor como um recurso em sala de aula, oferecendo informações detalhadas sobre como desenvolver atividades específicas de ensino e aprendizagem. Realizar projetos com Arduino pode parecer complicado para professores e gestores que queiram implantar esse programa em suas escolas e aulas. No entanto, com bom planejamento e análise de riscos, é sempre possível criar projetos de grande importância para o aprendizado do discente. A cartilha foi elaborada com base no relato de experiência do professor, na análise da SWOT, do FMEA e do RNP para que os erros fossem mitigados durante a execução do projeto. Além disso, diferentemente do projeto anteriormente executado, que focou prioritariamente em SW, neste projeto, espera-se também que o discente tenha contato tanto com a parte de HW como

de SW. Dessa forma, aqui será apresentada uma cartilha para um curso de 30 horas, podendo ser ministrado de forma anual ou semestral, com o passo a passo que pode ser usada para ajudar os professores a terem sucesso em seus projetos de robótica na escola. Essa cartilha tem por objetivo tornar o aprendizado mais divertido, com aulas mais inovadoras e baseadas na resolução de problemas com atividades e desafios para os discentes. A cartilha inclui atividades de programação, desafios de construção e cenários de inovação. Com essa cartilha baseada em aspectos da literatura, acreditamos, os discentes terão uma experiência ainda mais enriquecedora e motivadora.

Semana 1 Introdução à Robótica (2 horas)

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiais: Papel, canetas, lápis de cor. 2. Conteúdo Programático: <ol style="list-style-type: none"> a) Apresentação do cronograma. b) O que é robótica? c) História da robótica. d) Aplicações da robótica. e) Introdução ao Arduino. | <ol style="list-style-type: none"> 3. Avaliação: <ol style="list-style-type: none"> a) Exercício de criação de desenhos e escrita sobre a história da robótica. b) Pequeno projeto em grupo: construir um modelo de robô de baixo custo utilizando papel e outros materiais simples. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Semana 2 Montagem do Robô (2 horas)

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiais: Kit de montagem de robô, Arduino, motores, bateria e fonte. 2. Conteúdo Programático: <ol style="list-style-type: none"> a) Montagem do robô com base no kit. b) Conhecendo o funcionamento do Arduino. | <ol style="list-style-type: none"> c) Conhecendo as partes de um robô. 3. Avaliação: <ol style="list-style-type: none"> a) Montagem do robô em grupo. b) Certificação da confecção do robôs e estrutura e montagem usando ferramentas e peças. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Semana 3 Sensores (2 horas)

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiais: Sensores de luz, de distância, fios, resistores. | <ol style="list-style-type: none"> 2. Conteúdo Programático: <ol style="list-style-type: none"> a) Introdução aos sensores. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- b) Tipos de sensores.
 - c) Conexão e utilização de sensores no arduino.
3. Avaliação:
- a) Teste de diferentes tipos de sensores e sua conexão com o Arduino.
 - b) Programação básica do robô para responder aos sensores de luz e de distância.

Semana 4 Ardublock (2 horas)

1. Materiais: Computador, Arduino, software Ardublock.
2. Conteúdo Programático:
- a) O que é Ardublock?
 - b) Utilizando o Ardublock para programar o robô.
 - c) Programando funções básicas para o robô.
3. Avaliação:
- a) Programação do robô utilizando Ardublock.
 - b) Criação de comandos de voz para controlar o robô.

Semana 5 Placa de Programação (2 horas)

1. Materiais: Arduino, placa de ensaio, fios, LEDs, resistores, botões.
2. Conteúdo Programático:
- a) Funcionamento de botões em robótica;
 - b) Introdução ao uso de LEDs e resistores com o Arduino;
 - c) Implementação de circuitos simples com LEDs e resistores;
 - d) uso da função “digitalWrite” para controlar os LEDs;
 - e) uso da função “delay” para criar efeitos de piscagem.
3. Avaliação:
- a) Montagem de um circuito com LED e resistor controlado pelo Arduino,
 - b) Utilização a função “digitalWrite” e criando um efeito de piscagem com a função “delay”.

Semana 6 Semáforos (2 horas)

1. Materiais: Arduino, placa de ensaio, fios, botões, LEDs, resistores.
2. Conteúdo Programático:
- a) Cálculo de tempo para acen-

der/apagar LED.

- b) Sequências programadas de LEDs;
 - c) Implementação de semáforo.
3. Avaliação:
- a) Montagem de um circuito com dois botões e dois LEDs, em que

um botão liga o primeiro LED e desliga o segundo LED, e o outro botão faz o inverso, utilizando a função “digitalRead” e variáveis para armazenar os estados.

- b) Avaliação do projeto que simula um semáforo de trânsito.

Semana 7 Motores e Movimentação (2 horas)

- 1. Materiais: Kit de montagem de robô, Arduino, motores, bateria.
- 2. Conteúdo Programático:
 - a) Conhecendo os motores do robô.
 - b) Tipos de movimentação.
 - c) Programação do robô para se mo-

ver de diferentes maneiras.

3. Avaliação:
- a) Exercício teórico de aplicações e utilização básica do motor.
 - b) Aplicação em um contexto simples do funcionamento do motor.

Semana 8 Estrutura de Repetição (2 horas)

- 1. Materiais: Kit de montagem de robô, Arduino, motores, bateria.
- 2. Conteúdo Programático:
 - a) Introdução à programação de robôs com Arduino;
 - b) Conhecendo o software do Arduino;
 - c) Estrutura básica de um programa;
 - d) Variáveis e tipos de dados;

- e) Comandos de controle de fluxo.

3. Avaliação:
- a) Exercício de desafios de ângulos de 0° a 180° graus
 - b) Desafios de velocidade do movimento do Motor Servo.
 - c) Exercícios de Movimentos de Motor Servo por botões.

Semana 9 Gerenciamento de Motores (2 horas)

- 1. Materiais: kit robótico e computador.
- 2. Conteúdo Programático:

- a) Placa de controle robótico
- b) Placas auto-programáveis

- c) Movimentação por botões. programável.
- 3. Avaliação:
 - a) Exercício de esquema de movimentações de placa auto-
 - b) Avaliação de esquema complexo onde uma placa de controle robótica.

Semana 10 Movimentos do braço robótico (2 horas)

- 1. Materiais: Arduino, Ardublock, botões, braço do robô em MDF, cabos e conexões.
 - c) Graus de liberdade.
- 2. Conteúdo Programático:
 - a) Movimentos do braço robótico.
 - b) Limites de alcance do braço.
- 3. Avaliação:
 - a) Montagem do braço do robô em MDF em grupo.
 - b) Teste dos botões.

Semana 11 Controle por botões (2 horas)

- 1. Materiais: Arduino, Ardublock, botões, braço do robô em MDF, cabos e conexões.
 - c) O que é robótica?
- 2. Conteúdo Programático:
 - a) Introdução à programação de movimentação do braço do robô,
 - b) Utilização dos botões para interação com o ambiente.
- 3. Avaliação:
 - a) Programação de movimentos do braço do robô utilizando utilizando os botões,
 - b) Criação de um circuito simples para acionamento dos mesmos.

Semana 12 Introdução aos servomotes (2 horas)

- 1. Materiais: Ardublock, servomotores, braço do robô em MDF, cabos e conexões.
 - do robô,
 - c) Montagem e fixação dos servomotores no braço.
- 2. Conteúdo Programático:
 - a) Introdução aos servomotores;
 - b) Utilização no controle do braço
 - d) Introdução às pinças (garras) do robô
 - e) Controle da captura de objetos.

3. Avaliação:

- a) Montagem e fixação dos servomotores no braço do robô,
- b) Criação de uma programação sim-

ples para movimentação dos servomotores.

- c) Utilização de sensores para captura de objetos por cor.

Semana 13 Sensores e robôs com pinças (2 horas)

- 1. Materiais: Ardublock, servomotores, braço do robô em MDF, cabos e conexões.

cas para controle de movimento.

2. Conteúdo Programático:

- a) Programação avançada para movimentação dos servomotores,
- b) Utilização de funções matemáti-

3. Avaliação:

- a) Exercício de criação de controlador para pegar blocos por cor
- b) Pequeno projeto para organizar objetos por cor.

Semana 14 Sensores de posição (2 horas)

- 1. Materiais: Ardublock, servomotores, braço do robô em MDF, cabos e conexões.

movimento do braço do robô.

2. Conteúdo Programático:

- a) Introdução aos sensores de posição,
- b) Uso de sensores para controle de

3. Avaliação:

- a) Utilização dos sensores de posição para controle de movimento do braço do robô.
- b) Criação de uma programação para movimentação precisa do braço.

Semana 15 Linhas de Produção (2 horas)

- 1. Materiais: Ardublock, servomotores, braço do robô em MDF, cabos e conexões, esteira.

- b) Montagem e configuração final do braço robótico;

2. Conteúdo Programático:

- a) Revisão do conteúdo aprendido nas semanas anteriores

- c) Testes finais do braço robótico;
- d) Discussão sobre aplicações práticas do braço robótico;
- e) Linhas de produção na montagem

industrial.

3. Avaliação:

- a) Os discentes deverão apresentar o braço robótico montado e funcionando corretamente para a seleção de itens por cor em objetos passando em esteira.
- b) Os discentes deverão discutir em grupo possíveis aplicações práticas do braço robótico e apresentar ideias criativas e viáveis
- c) Os discentes serão avaliados individualmente em sua participação e colaboração durante a atividade em grupo.

5.5 STORYBOARD

A storyboard em forma de diálogos apresenta diretrizes para professores que desejam implementar aulas de robótica e programação em suas escolas. As 24 cenas criadas, são apresentadas nas Figuras 38 e 39, e destacam os principais desafios e oportunidades do ensino de robótica e programação e oferecem sugestões práticas para os professores. Desde a preparação adequada e a criação de uma sala de aula adequada até a metodologia interdisciplinar e o feedback regular e individualizado, essas cenas fornecem uma visão geral completa e envolvente da implementação de aulas de robótica e programação. Além disso, vários envolvidos (steackholders) do processo de ensino e aprendizagem são ilustrados, para que o professor possa envolver os discentes e generalizar para contextos específicos. Para a realização desta história em quadrinhos, usamos a ferramenta Pixton³.

As diretrizes em forma de diálogos em storyboards ou quadrinhos podem ser uma forma eficaz e criativa de orientar os professores na implementação de aulas de robótica e programação. Essas cenas destacam a importância da preparação adequada, da sala de aula adequada, da metodologia interdisciplinar, dos critérios de avaliação claros, das parcerias e da comunicação com os pais e discentes. Também destaca a necessidade de feedback regular e individualizado para ajudar os discentes a aprimorar suas habilidades.

5.6 DISCUSSÕES SOBRE A EXECUÇÃO DO PROJETO

A utilização de kits de robótica nas escolas é uma prática que vem se popularizando no Brasil, porém, a aquisição desses kits pode ser inviável para muitas escolas, especialmente

³ Pixton – Criação de histórias em quadrinhos online. Disponível para acesso em: <https://app.pixton.com/>.

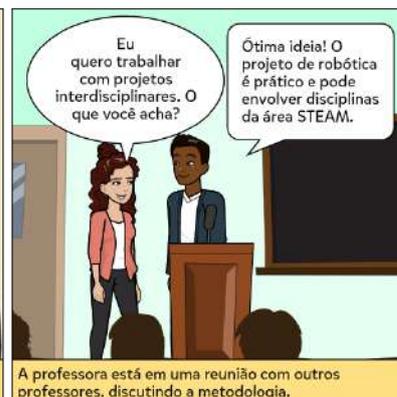
Figura 38 – Primeira parte do storyboard sobre as sugestões que os professores devem seguir para a implementar projetos de robótica nas escolas.



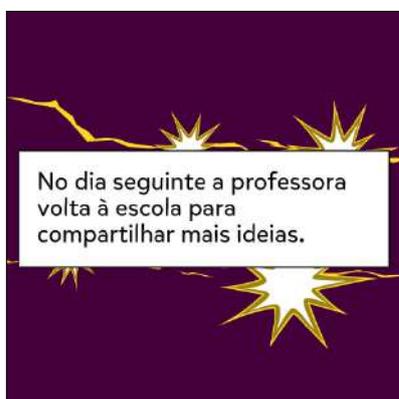
(a)Cena 1.



(b)Cena 2.



(c)Cena 3.



(d)Cena 4.



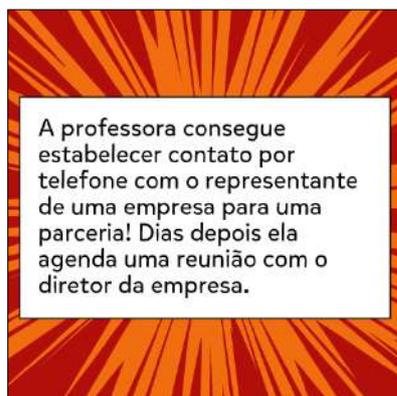
(e)Cena 5.



(f)Cena 6.



(g)Cena 7.



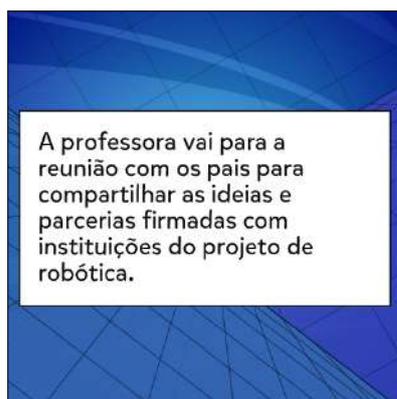
(h)Cena 8.



(i)Cena 9.



(j)Cena 10.



(k)Cena 11.



(l)Cena 12.

Figura 39 – Segunda parte do storyboard sobre as sugestões que os professores devem seguir para a implementar projetos de robótica nas escolas.



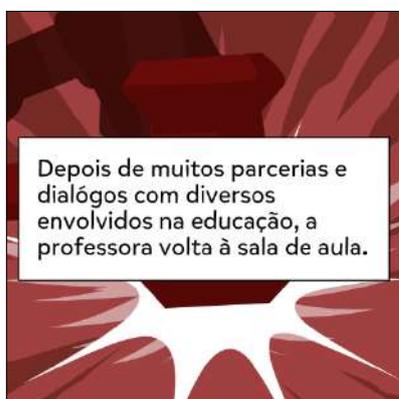
(a)Cena 13.



(b)Cena 14.



(c)Cena 15.



(d)Cena 16.



(e)Cena 17.



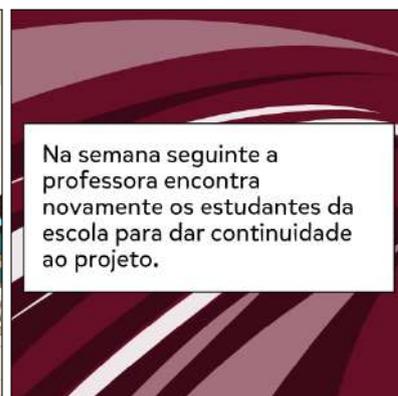
(f)Cena 18.



(g)Cena 19.



(h)Cena 20.



(i)Cena 21.



(j)Cena 22.



(k)Cena 23.



(l)Cena 24.

aquelas localizadas em regiões mais carentes. Isso se deve ao alto custo desses materiais, que muitas vezes são importados e estão sujeitos a altas taxas de impostos. Além disso, muitas escolas não têm recursos para investir em tecnologia e equipamentos, o que pode limitar o acesso dos discentes a atividades que envolvam robótica. Diante desse cenário, é importante buscar alternativas para viabilizar o uso da robótica nas escolas, como a utilização de materiais de baixo custo, a parceria com empresas e instituições para obtenção de patrocínio ou doação de materiais (FERGUSON, 1997), ou ainda, a utilização de plataformas virtuais e recursos educacionais digitais gratuitos (FERREIRA *et al.*, 2019), que podem ajudar a aproximar os discentes da tecnologia e da robótica, sem que isso represente um grande investimento financeiro para a escola.

Para solucionar o problema do alto custo dos kits de robótica nas escolas brasileiras, é necessário buscar parcerias e investimentos em tecnologia (FERGUSON, 1997). Uma alternativa seria a criação de programas governamentais que disponibilizem recursos para a aquisição de kits de robótica e capacitação de professores, especialmente em escolas de regiões mais carentes. Além disso, é importante incentivar a criação de empresas nacionais que possam produzir esses materiais com preços mais acessíveis, e promover a colaboração entre escolas e universidades para o desenvolvimento de projetos de pesquisa e inovação na área de robótica.

A utilização de plataformas virtuais e recursos educacionais digitais gratuitos também pode ser uma solução interessante para promover a robótica nas escolas sem que isso represente um grande investimento financeiro. A combinação dessas medidas pode ajudar a democratizar o acesso à robótica nas escolas brasileiras, e estimular o interesse dos discentes pela tecnologia e pela ciência.

Através do plano de trabalho apresentado e da experiência relatada pelo professor que o aplicou, fica claro como a robótica pode ser uma metodologia ativa e gamificada para o ensino de conteúdos diversos, incluindo o pensamento computacional e a programação. Além disso, é possível perceber como a interdisciplinaridade se faz presente nessa prática, uma vez que diferentes áreas do conhecimento são utilizadas na construção do projeto.

É importante destacar que a BNCC, em seus diferentes documentos, tem reforçado a importância do uso da tecnologia na educação, e a robótica é um exemplo dessa aplicação (SEIBT, 2019). Além disso, a reforma do Ensino Médio, que tem como um de seus objetivos a formação técnica e tecnológica dos discentes, reforça a necessidade de se pensar em metodologias que incorporem a tecnologia e a inovação na sala de aula (GOH; SIGALA, 2020).

No entanto, é preciso enfrentar o desafio da falta de recursos para a aquisição de kits de robótica. Nesse sentido, é necessário pensar em soluções que permitam a implementação da robótica de forma acessível e democrática, como o uso de materiais recicláveis e a construção de protótipos simples. Além disso, para que a robótica seja efetivamente uma metodologia ativa e gamificada, é preciso que os professores estejam preparados para utilizá-la em sala de aula (PALOMINO *et al.*, 2019). Por isso, a cartilha elaborada para esta dissertação traz diretrizes que auxiliam o professor na implementação da robótica na escola, bem como no planejamento de aulas e no acompanhamento dos discentes.

Por fim, é importante destacar que a robótica é uma área em constante evolução, e que o aprendizado na sala de aula pode ser complementado com a participação em competições e eventos voltados para a robótica (LIMA *et al.*, 2021). Essas atividades estimulam a criatividade, o trabalho em equipe e o pensamento crítico, e podem contribuir para a formação de profissionais qualificados e inovadores (FERREIRA *et al.*, 2019). Diante de tudo isso, é fundamental que a robótica continue a ser uma área de interesse e pesquisa no campo educacional, possibilitando novas formas de aprendizado e o desenvolvimento de habilidades necessárias para o mundo contemporâneo.

PARTE III

CONCLUSÃO

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A robótica é uma área de estudo em constante evolução e tem se mostrado cada vez mais relevante na atualidade (FERREIRA *et al.*, 2019). Ela oferece uma maneira lúdica e interativa de ensinar conceitos de tecnologia, engenharia, matemática e ciências, proporcionando aos discentes uma aprendizagem mais significativa e estimulante. Além disso, a robótica pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades importantes para o mundo atual, como criatividade, resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico (LIMA *et al.*, 2021).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil reconhece a importância da robótica na educação, incluindo-a como uma das competências gerais para o ensino fundamental e médio. Através da BNCC, os educadores podem planejar aulas que envolvam o pensamento computacional, a programação e a robótica, proporcionando aos discentes um ambiente de aprendizagem dinâmico e inovador (SEIBT, 2019).

A robótica pedagógica, que une o aprendizado com o desenvolvimento de habilidades e competências, pode ser implementada nas escolas de forma a complementar a formação dos discentes e prepará-los para o mundo cada vez mais tecnológico em que vivemos. No entanto, é necessário que haja investimentos e parcerias para a aquisição de materiais (FERGUSON, 1997) e a capacitação de professores, especialmente em escolas de regiões mais carentes.

A robótica também pode ser uma atividade gamificada (PALOMINO *et al.*, 2019), em que os discentes podem desenvolver jogos e desafios que estimulem o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades. Dessa forma, a robótica pode se tornar ainda mais atrativa para os discentes, incentivando-os a se envolverem de forma ativa e engajada nas aulas. Além disso, a robótica pode ser utilizada como uma metodologia ativa de aprendizagem, em que os discentes são incentivados a criar e resolver problemas através de projetos e desafios práticos. Isso promove a construção de conhecimento de forma mais significativa, com os discentes tendo uma experiência mais envolvente e estimulante.

Nesta dissertação de mestrado buscamos realizar um projeto de robótica educativa em que 23 discentes em uma escola pública foram beneficiados. Além disso, realizamos um questionário com perguntas abertas e fechadas, que foi respondido por 15 estudantes. Depois fizemos uma análise de dados por meio de mineração de dados através de uma floresta aleatória. Com 84.211%, foram ressaltados 13 parâmetros para o sucesso e fracasso escolar, dentre os 42 investigados: Tempo de estudo, Tutor, Saúde, Reprovações, Escolaridade mãe, Cohabitação dos

país, Relações familiares, Tamanho da família, Ensino superior, Frequência, Conteúdo do curso, Avaliação do projeto e Indicação curso para amigos. O parâmetro mais relevante para prever o sucesso e o insucesso escolar foi a frequência escolar.

Os alunos de certa forma gostaram do curso, mas muitos não gostariam de fazer outro curso na área ou mesmo seguir na área de STEM, por não gostarem de matérias da área de robótica. Mesmo assim, o curso foi avaliado com nota 4.4 estrelas e desvio padrão de ± 0.8281 . Neste sentido, buscamos apresentar alguns conceitos básicos que incluíram o ensino de pensamento computacional, princípios de eletrônica e programação de um braço robótico para a promoção do aprendizado cognitivo em tecnologias, que são essenciais ao mercado de trabalho contemporâneo. A partir desse curso, pudemos elaborar um relato de experiência, segundo a experiência do professor coordenador e ministrante do projeto de extensão. A partir desse relato de experiência, fizemos uma análise de pontos que ajudam e atrapalham o projeto, por meio de uma matriz SWOT e pudemos elaborar um plano de ação com a finalidade de mitigar os impactos negativos de projetos futuros.

Posteriormente, com base na RSL, pudemos compreender o estado da arte de trabalhos sobre robótica educativa ao redor do mundo. A partir do relato de experiência, da RSL elaboramos e do plano de ação pudemos elaborar um conjunto de diretrizes que podem ser replicadas para que outros professores possam levar a robótica educativa em suas escolas. Ademais, elaboramos uma cartilha didática em que os materiais, conteúdo programático e avaliações possam ser replicados em um curso de 15 semanas, ou seja, 30 horas. Elaboramos também um storyboard para que possa incentivar com que professores possam aplicar esse curso em outras cidades e em diferentes regiões do país, e até mesmo fora dele.

Em suma, a robótica é uma ferramenta valiosa para a educação, que pode contribuir para a formação de cidadãos mais preparados e conscientes das demandas do mundo atual. É importante que as escolas brasileiras sejam incentivadas a adotar essa prática em suas grades curriculares, e que sejam oferecidos os recursos necessários para a implementação desse ensino inovador e desafiador. Esperamos que o produto educacional aqui proposto possa favorecer a aplicação de cursos rápidos de robótica em outras regiões do Brasil, para que possa promover a inclusão da nova geração de discentes que será cada vez mais dependente do raciocínio lógico para se manter atualizado no mercado de trabalho.

6.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Até o presente momento as principais contribuições do projeto de dissertação de mestrado em Educação Tecnológica foram:

1. A formação de discentes de uma escola estadual pública dentro do contexto da robótica educativa para o ensino de lógica de programação, princípios de eletrônica e pensamento computacional. Essa projeto proporcionou aos discentes uma melhoria significativa dentro da área de STEAM, sendo esta uma importante área da educação brasileira. Além do cumprimento da BNCC que incentiva novas metodologias de ensino.
2. Por fim, em termos de contribuição científica, o artigo “The use of educational robotics in the development of students’ computational thinking and cognitive skills: a systematic literature review”, de autoria de Fernando P. Ferreira e Danielli A. Lima, foi publicado na Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE). A RENOTE tem por objetivo publicar trabalhos desenvolvidos na área da Informática na Educação, é um periódico científico editado pelo Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Publicado desde 2003, privilegia perspectivas interdisciplinares de natureza regional, nacional e internacional. A RENOTE, possui a nota A4 no Sistema de Avaliação da CAPES e está indexado nas seguintes bases de dados nacionais e internacionais: Portal da Capes, Google Acadêmico, Latindex, Diadorim, Journal for Free, ISSN Portal e REDIB - Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.
3. A publicação de um resumo simples no evento I Seminário de Pesquisa em Educação e Educação Profissional e Tecnológica: Ferreira, F. P. ; Araújo Lima, D. . Robótica Pedagógica Utilizando Lógica de Programação Com App Inventor: Um Estudo de Caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro. In: I Seminário de Pesquisa em Educação e Educação Profissional e Tecnológica (I SEPEDUC), 2021, Uberaba, MG, Brasil. Anais do I Seminário de Pesquisa em Educação e Educação Profissional e Tecnológica (I SEPEDUC). Uberaba, MG, Brasil: Editora do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), 2021. v. 1. p. 185-186.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

Embora a robótica educacional tenha avançado significativamente nas últimas décadas, ainda existem muitos desafios a serem superados. O desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis e de fácil utilização para as escolas é uma das principais metas para o futuro. Além disso, é importante continuar investindo em pesquisas e desenvolvimentos de metodologias que possam aprimorar o ensino de robótica nas escolas, para avaliar a sua eficácia em diversas situações. Isso poderia incluir escolas de diferentes regiões, níveis de ensino ou até mesmo em ambientes de aprendizagem não formais. Outra questão a ser explorada é a possibilidade de expandir o ensino de robótica para outras escolas da cidade onde foi aplicado. Outra possibilidade seria modificar o curso e os materiais para atender a diferentes faixas etárias e níveis de habilidade dos alunos. Isso permitiria abranger um público mais amplo e personalizar o conteúdo de acordo com as necessidades individuais dos alunos. Além disso, seria possível explorar a integração de abordagens de aprendizado mais avançadas, como aprendizado de máquina e inteligência artificial, nos projetos de robótica. Isso poderia envolver a criação de projetos que utilizam sensores para tomar decisões autônomas ou até mesmo a criação de robôs autônomos que aprendem com a interação com o ambiente e os alunos. Por fim, trabalhos futuros podem visar realizar um acompanhamento de longo prazo dos alunos que participaram do curso de robótica educacional com kits de baixo custo, o que permitiria verificar se as habilidades e conhecimentos adquiridos durante o curso têm impacto duradouro em seu desempenho acadêmico e profissional.

Com o avanço da tecnologia, é possível que a robótica educacional seja cada vez mais utilizada como ferramenta pedagógica e contribua para a formação de cidadãos mais críticos, criativos e aptos a solucionar problemas complexos. Esperamos também escrever os artigos de pontos chave desta dissertação que ainda não foram submetidos para nenhum periódico do Eixo de Educação, e com isso pretendemos fazer uma ampla divulgação científica dos resultados aqui alcançados.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Anwer Sabah; MARZOG, Heyam A; ABDUL-RAHAIM, Laith Ali. Design and implement of robotic arm and control of moving via iot with arduino esp32. **International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)**, v. 11, n. 5, 2021.
- ALMEIDA, Leandro S; GOMES, Carlos Alberto; RIBEIRO, Iolanda da Silva; DANTAS, João; SAMPAIO, Manuela; ALVES, Manuela; ROCHA, Alexandra; PAULO, Eulália; PEREIRA, Teresa; NOGUEIRA, Engrácia *et al.* Sucesso e insucesso no ensino básico: relevância de variáveis sócio-familiares e escolares em alunos do 5º ano. Universidade do Minho. Centro de Investigação em Educação (CIEd), 2005.
- ALVES, Fernanda B; LIMA, Danielli A. Uso de la clasificación para el análisis y la minería de datos en la herramienta de enseñanza-aprendizaje google classroom. *In: TISE Conferência Internacional sobre Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2018.
- AMARAL, Hudson Nunes; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. Inteligência artificial: o uso da robótica indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 18, n. 1, p. 474–486, 2021.
- AURELIANO, Viviane Cristina Oliveira; TEDESCO, PCAR. Avaliando o uso do scratch como abordagem alternativa para o processo de ensino-aprendizagem de programação. *In: XX Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 10.
- BALDOW, Rodrigo; FILHO, Everaldo Nunes de Farias; LEITE, Bruno Silva; FARIAS, Carmen Roselaine de Oliveira; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Ensino de física e educação ambiental: percepções de sustentabilidade dos estudantes em uma atividade de robótica sustentável. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 152–167, 2018.
- BARBOSA, Rodrigo; BLIKSTEIN, Paulo *et al.* **Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**. [S.l.]: Penso Editora, 2020.
- BEJARANO, Nobel Castellanos; RODRÍGUEZ, Diana Montealegre. Implementación de un modelo praxeológico en el desarrollo de un taller de robótica competitiva para educación superior. **Apuntes de Ciencia & Sociedad**, v. 11, n. 1, 2023.
- BERS, Marina U; GONZÁLEZ, Carina González; TORRES, M^a Belén Armas. Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. **Computers & Education**, Elsevier, v. 138, p. 130–145, 2019.

BORGES, Simone de Sousa; DURELLI, Vinicius HS; REIS, Helena Macedo; ISOTANI, Seiji. A systematic mapping on gamification applied to education. *In: Proceedings of the 29th annual ACM symposium on applied computing*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 216–222.

CAMBRUZZI, Eduardo; SOUZA, Rosemberg Mendes de. Robótica educativa na aprendizagem de lógica de programação: Aplicação e análise. *In: Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 21, n. 1, p. 21–28.

CANDELAS, FA; GARCÍA, Giggs J; PUENTE, Santiago; POMARES, Jorge; JARA, Carlos A; PÉREZ, J; MIRA, D; TORRES, Fernando. Experiences on using arduino for laboratory experiments of automatic control and robotics. *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier, v. 48, n. 29, p. 105–110, 2015.

CARBAJAL, Marleny Luque; BARANAUSKAS, M Cecília C. Analyzing the socioenactive dimensions of creative learning environments with preschool children. *In: Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–10.

CARDOSO, Maria Clara Santos do Amaral; FIGUEIRA-SAMPAIO, Aleandra da Silva. Dificuldades para o uso da informática no ensino: percepção dos professores de matemática após 40 anos da inserção digital no contexto educacional brasileiro. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 21, n. 2, p. 44–84, 2019.

CARDOSO, Rogério; ANTONELLO, Sérgio. Interdisciplinaridade, programação visual e robótica educacional: relato de experiência sobre o ensino inicial de programação. *In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 4, n. 1, p. 1255.

CASTRO, Carla Pereira; DÂMASO, Renato de Sousa. Desenvolvimento de uma ferramenta de corte a laser de baixo custo para um robô industrial. *In: Congresso Brasileiro de Automática-CBA*. [S.l.: s.n.], 2020. v. 2, n. 1.

COSTA, Tiago Dutra da; GONÇALVES, Ludimila Cuzatis; MANHÃES, Letycia Sardinha Peixoto; TAVARES, Cláudia Mara de Melo; CORTEZ, Elaine Antunes. Contribuindo para a educação permanente na saúde mental. *Biológicas & Saúde*, Institutos Superiores de Ensino do Censa, v. 7, n. 23, 2017.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; BASTOS, Bruno Leal. Robótica pedagógica e currículo do ensino fundamental: Atuação em uma escola municipal do projeto uca. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 03, p. 56, 2015.

DIDIER, Adriana Rodrigues. Autonomia por paulo freire: uma base para a expressão criadora. *Anais do SIMPOM*, n. 6, 2020.

DORNELAS, Raquel S; LIMA, Danielli A. Correlation filters in machine learning algorithms to select demographic and individual features for autism spectrum disorder diagnosis. **Journal of Data Science and Intelligent Systems**, 2023.

DORNELES, J. N.; LIMA, D. A. Arvore de decisao para a predicao dos principais fatores que afetam o aprendizado dos estudantes na disciplina de língua portuguesa. *In: 1º Workshop Analise e Desenvolvimento de Sistemas (WADS)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 1, n. 1.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; RAMOS, Josué JG; MIRISOLA, Luiz GB; BERNARDI, Núbia. Robótica educativa/pedagógica na era digital. *In: II Congresso Internacional TIC e Educação*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 2449–2465.

FABBRI, Sandra; SILVA, Cleiton; HERNANDES, Elis; OCTAVIANO, Fábio; THOMMAZO, André Di; BELGAMO, Anderson. Improvements in the start tool to better support the systematic review process. *In: Proceedings of the 20th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–5.

FABBRI, Sandra CPF; HERNANDES, Elis Montoro; THOMMAZO, André Di; BELGAMO, Anderson; ZAMBONI, Augusto; SILVA, Cleiton. Managing literature reviews information through visualization. *In: ICEIS (2)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 36–45.

FERGUSON, Brenda S. **Education and private sector partnerships: Impact on classroom pedagogy**. [S.l.]: Southern Illinois University at Carbondale, 1997.

FERNANDES, Nídia Mara Melchiades Castelli; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Integração entre robótica educacional e abordagem steam: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. **Dialogia**, n. 40, p. 21600, 2022.

FERREIRA, Daiane dos Santos. Educação robótica, escola e aluno ideal: As orientações norteadoras da nova base nacional comum curricular (bncc). **Instituto de Letras e Artes—ila Curso de Pós-graduação Lato Sensu Em Linguística e Ensino de Língua Portuguesa**, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, p. 11, 2018.

FERREIRA, Lorena Almeida Cunha; JESUS, Ângelo; RUFO, Maria; SANTOS, Fabiano. Se-robô: aplicativo para robótica educacional de baixo custo. *In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 1285.

FERREIRA, Maria Eugênia; LIMA, Danielli A; SILVA, Aline. Data analysis for robotics and programming project evaluation involving female students participation. *In: IEEE. 2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE)*. [S.l.], 2019. p. 417–422.

FERRONATO, Anna Carolina; KIST, Milton. A robótica como ferramenta de aprendizagem na educação básica aplicada a projetos interdisciplinares. **JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**, v. 1, n. 12, 2022.

FINIZOLA, Antonio Braz; RAPOSO, Ewerton Henning Souto; PEREIRA, Maelso Bruno Pacheco Nunes; GOMES, Wesley Sobrinho; ARAÚJO, Ana Liz Souto O de; SOUZA, Flávia Veloso C. O ensino de programação para dispositivos móveis utilizando o mit-app inventor com alunos do ensino médio. *In: SBC. Anais do XX Workshop de Informática na Escola. [S.l.]*, 2014. p. 337–341.

FLEURY, Maria Tereza Leme; FLEURY, Afonso. Construindo o conceito de competência. **Revista de administração contemporânea**, SciELO Brasil, v. 5, p. 183–196, 2001.

GARCIA, Lenise Aparecida Martins. Competências e habilidades: você sabe lidar com isso. **Educação e Ciência On-line, Brasília: Universidade de Brasília**, 2005.

GENIVAL, A; GEOVANI, B; BRUNO, A; JOÃO, E; JAIME, S; JOSÉ, A. O braço robótico como ferramenta interdisciplinar. <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/7cd05ca2e7bf2981ca931606c94c33d9.pdf> Acessado em, v. 13, n. 08, p. 2018, 2018.

GEROSA ANACLARA E KOLESZAR, Víctor e Tejera Gonzalo e Gómez-Sena Leonel e Carboni Alejandra. Habilidades cognitivas e pensamento computacional aos 5 anos: Evidência de associações com sequenciamento e comparação de números simbólicos. **Computers and Education Open**, v. 2, p. 100043, 2021.

GOH, Edmund; SIGALA, Marianna. Integrating information & communication technologies (ict) into classroom instruction: teaching tips for hospitality educators from a diffusion of innovation approach. **Journal of Teaching in Travel & Tourism**, Taylor & Francis, v. 20, n. 2, p. 156–165, 2020.

GOMES, Tancicleide CS; MELO, Jeane CB de. App inventor for android: Uma nova possibilidade para o ensino de lógica de programação. *In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. [S.l.: s.n.]*, 2013. v. 2, n. 1.

GOULART, MC; CASTILLO-GARCIA, JF; TRAUERNICHT, M; VALADÃO, CT; CALDEIRA, EMO; BASTOS-FILHO, TF. Estudos de estados emocionais e mentais de crianças com autismo baseado em eeg na interação com um robô móvel. *In: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica-CBEB. [S.l.: s.n.]*, 2014.

HELMS, Marilyn M; NIXON, Judy. Exploring swot analysis—where are we now? a review of academic research from the last decade. **Journal of strategy and management**, Emerald Group Publishing Limited, v. 3, n. 3, p. 215–251, 2010.

HERNANDES, Elis; ZAMBONI, Augusto; FABBRI, Sandra; THOMMAZO, André Di. Using gqm and tam to evaluate start-a tool that supports systematic review. **CLEI Electronic Journal**, Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, v. 15, n. 1, p. 3–3, 2012.

HO, Chao-Chung; CHEN, Ming-Shu. Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in taiwan university chemical laboratories. **Waste management**, Elsevier, v. 71, p. 578–588, 2018.

INCE, Ebru Yilmaz; KOC, Mustafa. The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: An intervention of the young engineer’s workshop (yew). **Computer Applications in Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 29, n. 1, p. 191–208, 2021.

INEIA, Adriano; VELHO, Priscila de Campos; FELDENS, Nathani Eduarda de Andrades; ROSA, Cleci T Werner da; ELLENSOHN, Ricardo Machado. Aprendizagem criativa de robótica educacional na educação de jovens e adultos: perspectiva de desenvolvimento sustentável e acesso a todos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e28111729994–e28111729994, 2022.

INVENTOR, MIT App; EXPLORE, MIT. App inventor. **línea**]. **Disponível em:** <http://appinventor.mit.edu/explore/>. [Acedido: 26-may-2015], 2017.

ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig Ibert. **Dados abertos conectados: em busca da web do conhecimento**. [S.l.]: Novatec Editora, 2015.

JACINTO, Gercelina Maria Pereira; CAMPOS, Paulo Adão de; CAMPOS, Pascoal Micoló Diogo de. Uma análise swot dos desafios da educação nos países da África subsahariana ante o covid-19. **Revista Angolana de Extensão Universitária**, v. 2, n. 2, p. 11–29, 2020.

JUNIOR, Paulo Lima; BISINOTO, Cynthia; MELO, Nilce Santos de; RABELO, Mauro. Taxas longitudinais de retenção e evasão: uma metodologia para estudo da trajetória dos estudantes na educação superior. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 27, n. 102, p. 157–178, 2019.

KANDLHOFER, Martin; STEINBAUER, Gerald. Evaluating the impact of educational robotics on pupils’ technical-and social-skills and science related attitudes. **Robotics and Autonomous Systems**, Elsevier, v. 75, p. 679–685, 2016.

KERT, Serhat Bahadır; ERKOÇ, Mehmet Fatih; YENI, Sabiha. The effect of robotics on six graders’ academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. **Thinking Skills and Creativity**, Elsevier, v. 38, p. 100714, 2020.

KHAMPHROO, Matenat; KWANKEO, Natavut; KAEMARUNGSI, Kamol; FUKAWA, Kazuhiko. Integrating micropython-based educational mobile robot with wireless network. *In: IEEE. 2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*. [S.l.], 2017. p. 1–6.

KHAMPHROO, Matenat; KWANKEO, Natavut; KAEMARUNGSI, Kamol; FUKAWA, Kazuhiko. Micropython-based educational mobile robot for computer coding learning. *In: IEEE. 2017 8th International Conference of Information and Communication Technology for Embedded Systems (IC-ICTES)*. [S.l.], 2017. p. 1–6.

KHAN, Steven; FRANCIS, Krista; DAVIS, Brent. Accumulation of experience in a vast number of cases: Enactivism as a fit framework for the study of spatial reasoning in mathematics education. *ZDM*, Springer, v. 47, p. 269–279, 2015.

KITCHENHAM, Barbara; BRERETON, O Pearl; BUDGEN, David; TURNER, Mark; BAILEY, John; LINKMAN, Stephen. Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, Elsevier, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009.

LAISA, J. Uma revisão sistemática de literatura sobre sistemas de recomendação educacional. p. 751–760, 2018.

LANCHEROS-CUESTA, Diana Janeth; RANGEL, Jorge Eliécer; RUBIANO, José Luis; SCHLENKER, Chiara Seidel; CIFUENTES, Jenny Alexandra. Educational robotics: A teaching and learning experience in children with disorders of the autistic spectrum. *In: IEEE. 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. [S.l.], 2018. p. 1–6.

LIMA, Danielli A; FERREIRA, Maria Eugênia A; SILVA, Aline Fernanda F. Machine learning and data visualization to evaluate a robotics and programming project targeted for women. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Springer, v. 103, n. 1, p. 4, 2021.

LIMA, Danielli Araújo; ISOTANI, Seiji. Systematic map and review of google classroom usage during the covid-19 pandemic: an analysis by data clustering approach. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 30, p. 20–49, 2022.

LIMA, Danielli A; JR, Edson Cabral; ALMEIDA, Iago TR; ANDRADE, Joao P; FONSECA, Joao PS; SANTOS, Maria ER; NUNES, Nayara T; BERNARDES, Victor HX. A fire elitist cellular automaton-based model to verify pedestrian flow simulated in real environments using arduino. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 7, n. 1, 2020.

LIMA, Danielli A; OLIVEIRA, Gina MB. A probabilistic cellular automata ant memory model for a swarm of foraging robots. *In: IEEE. 2016 14th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV)*. [S.l.], 2016. p. 1–6.

LIMA, Danielli A; OLIVEIRA, Gina MB. A cellular automata ant memory model of foraging in a swarm of robots. **Applied Mathematical Modelling**, Elsevier, v. 47, p. 551–572, 2017.

LIMA, Danielli A; OLIVEIRA, Gina MB. Stochastic cellular automata ant memory model for swarm robots performing efficiently the garbage collection task. *In: IEEE. 2019 19th International Conference on Advanced Robotics (ICAR)*. [S.l.], 2019. p. 708–713.

LIMA, Danielli A; ZATI, Aline F; SILVA, Eduardo C. Análise de dados no google classroom para auxiliar na diminuição do distanciamento transacional nas disciplinas da área de Informática. *In: TISE Conferência Internacional sobre Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2017.

LOPES, Hamilton JM; LIMA, Danielli A. Cellular automata in path planning navigation control applied in surveillance task using the e-puck architecture. *In: IEEE. 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. [S.l.], 2020. p. 1117–1122.

LOPES, Hamilton JM; LIMA, Danielli A. Evolutionary tabu inverted ant cellular automata with elitist inertia for swarm robotics as surrogate method in surveillance task using e-puck architecture. **Robotics and Autonomous Systems**, Elsevier, v. 144, p. 103840, 2021.

LUNA-MARÍN, T; MARÍN-GUAMÁN, Y; PÉREZ-MUÑOZ, A; PARRA-ASTUDILLO, A; ROBLES-BYKBAEV, Y; ROBLES-BYKBAEV, V; GONZÁLEZ-ARIAS, K. An intelligent ecosystem based on robotic assistants, rule-based reasoning and serious games to support early stimulation activities for children from low-income families. *In: IEEE. 2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*. [S.l.], 2020. p. 1–6.

LUX, Beatriz; HAETINGER, Werner; ENGELMANN, Emígdio Henrique; HORN, Fabiano; CRUZ, Marcia Elena Jochims Kniphoff da. Formação prática do licenciando em computação para trabalho com robótica educativa. *In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2007. v. 1, n. 1, p. 340–349.

MACEDO, Lino De. **Competências e habilidades: elementos para uma reflexão pedagógica**. 2005.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia S; PASSOS, Norimar C. **Aprender com jogos e situações-problema**. [S.l.]: Artmed Editora, 2009.

MAGRIN, Carlos Eduardo; RIBAS, Iana Carolina Luppi; RIBAS, Thiago Alencar; VITOLA, Marlene Seraphim; TREAQUIN, Pedro; SURDI, Jhoni Jhosep; MAGRIN, César Setenareski; TODT, Eduardo. Promovendo a aprendizagem da robótica nas escolas com metodologias ativas e o desenvolvimento de um robô móvel acessível para redução das desigualdades sociais. **Anais do Computer on the Beach**, v. 13, p. 212–219, 2022.

MARTINI, Mirella Lopez; PRETTE, Zilda Aparecida Pereira Del. Atribuições de causalidade para o sucesso e o fracasso escolar dos seus alunos por professoras do ensino fundamental. **Interação em Psicologia**, v. 6, n. 2, 2002.

MEDEIROS, Luciano Frontino de; WÜNSCH, Luana Priscila. Ensino de programação em robótica com arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 26, n. 2, p. 456–480, 2019.

MEDEIROS, Maria Aparecida de Souza. Jogos, brincadeiras, gamificação e cultura maker no processo de educação e aprendizagem. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 1, p. 23–32, 2022.

MELO, Karen Stephanie *et al.* Os robôs e isaac asimov: uma análise das relações entre o homem e a máquina na literatura e no cinema de ficção científica. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2016.

MIRANDA, Leonardo Cunha De; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; BORGES, José Antonio dos Santos. Robofácil: Especificação e implementação de um kit de robótica para a realidade educacional brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 03, p. 46, 2011.

MULLINS, Jeffrey K; SABHERWAL, Rajiv. Gamification: A cognitive-emotional view. **Journal of Business Research**, Elsevier, v. 106, p. 304–314, 2020.

NASCIMENTO, Jeferson Chagas do; SILVA, Eliana Sardina da; ARAÚJO, Sulene Alves de; QUADROS, Ana Luiza de; SILVA, Leydiane Trindade da; CUNHA, Juciane Silva. Aprendizagem a partir de atividades experimentais no ensino de ciências em duas abordagens (tradicional x alternativa) learning from experimental activities in science teaching in two approaches (traditional x alternative). **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 24608–24628, 2022.

NAVARE, Dayanand S; KAPDE, Yogesh R; MAURYA, Shraddha; PARDESHI, DB; WILLIAM, P. Robotic bomb detection and disposal: Application using arduino. *In: IEEE. 2022 7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES). [S.l.]*, 2022. p. 479–483.

OLIVEIRA, Gleice Emerick de; OLIVEIRA, Maria Rita Neto Sales. A permanência escolar e suas relações com a política de assistência estudantil. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 9, n. 3, p. 198–215, 2015.

PALOMINO, Paula Toledo; TODA, Armando M; OLIVEIRA, Wilk; CRISTEA, Alexandra I; ISOTANI, Seiji. Narrative for gamification in education: why should you care? *In: IEEE. 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). [S.l.]*, 2019. v. 2161, p. 97–99.

PEGORETTI, Michela Sagrillo; SANCHES, Suely da Penha. Dicotomia rural x urbano e segregação sócio-espacial: uma análise da acessibilidade ligada à problemática do transporte dos estudantes do campo. **XI Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ENANPUR**, 2005.

RAFIQUE, Memoona; HASSAN, Muhammad Awais; JALEEL, Abdul; KHALID, Hina; BANO, Gulshan. A computation model for learning programming and emotional intelligence. **IEEE Access**, IEEE, v. 8, p. 149616–149629, 2020.

RAMOS, Fernanda do Carmo; GUEDES, Eduardo Emanuel Vieira. Gestão de processos: uma análise sobre a contribuição da automação para a produção de queijos ultrafiltrados. -, Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2019.

REINOSO, Luiz Fernando; NETO, Calixto Bolonha; LOPES, Luis Carlos Loss. Principais características dos games para serem inseridos como ferramenta educacional. **Anais SULCOMP**, v. 6, 2012.

RELKIN, Emily; RUITER, Laura E de; BERS, Marina Umaschi. Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. **Computers & education**, Elsevier, v. 169, p. 104222, 2021.

RENNA, Roberto Brauer Di; CUNHA, Thiago Elias Bitencourt; PAIVA, Lorraine de Miranda; SIQUEIRA, Lucas Pontes; VEGA, Alexandre Santos de la. Elaboração de material didático para a disciplina optativa “tópicos especiais em eletrônica ii: Introdução ao kit de desenvolvimento arduino”. In: **Anais: XLII-Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia–COBENGE. Juiz de Fora, MG. [S.l.: s.n.], 2014.**

RIEDMANN, Anna; SCHAPER, Philipp; LUGRIN, Birgit. Integration of a social robot and gamification in adult learning and effects on motivation, engagement and performance. **AI & SOCIETY**, Springer, p. 1–20, 2022.

ROCHA, Filipa; GUIMARÃES, Guilherme; GONÇALVES, David; PIRES, Ana Cristina; ABREU, Lúcia Verónica; GUERREIRO, Tiago. Fostering collaboration with asymmetric roles in accessible programming environments for children with mixed-visual-abilities. In: **Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–4.**

SANTOS, Franklin Lima; NASCIMENTO, Flávia Maristela S; BEZERRA, Romildo MS. Reduc: A robótica educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos técnicos e tecnológicos. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola. [S.l.: s.n.], 2010. v. 1, n. 1, p. 1304–1313.**

SANTOS, Josani; COELHO, Franciele Braz de Oliveira. Tecnologias de informação e comunicação no simpósio nacional de ensino de física: Resultados parciais de uma revisão bibliográfica. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.

SAWAYA, Sandra Maria. Desnutrição e baixo rendimento escolar: contribuições críticas. **estudos avançados**, SciELO Brasil, v. 20, p. 133–146, 2006.

SCHEFFEL, Erica JS; MOTTA, Claudia LR. Desenvolvimento das competências de computação dispostas na bncc a partir da aprendizagem baseada em problemas com alunos do ensino fundamental. *In*: SBC. **Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.], 2022. p. 85–94.

SCHUHMACHER, ELCIO; DENKE, ROBSON; SCHUHMACHER, VERA RN; ROPELATO, DOUGLAS. Ensino de robótica educacional livre como metodologia ativa para a promoção da aprendizagem significativa em ciências e tecnologias. **Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, 2018.

SEIBT, Indiara Palhano da Silva. Bncc-base nacional comum curricular: a abordagem da tecnologia da informação e comunicação (tic's) nas séries finais do ensino fundamental. 2019.

SENDACZ, Nayara; ISOTANI, Seiji; LIMA, Danielli Araujo. Literature review on technologies and games that motivated people to practice physical activity during the pandemic. **RENOTE**, v. 20, n. 2, p. 280–289, jan. 2023. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/129183>.

SHARMA, Kapil Dev; SRIVASTAVA, Shobhit. Failure mode and effect analysis (fmea) implementation: a literature review. **J Adv Res Aeronaut Space Sci**, v. 5, n. 1-2, p. 1–17, 2018.

SILVA, Andréia Aparecida; SILVA, Natalia Salmont da; BARBOSA, Valéria de Almeida; HENRIQUE, Marcelo Rabelo; BAPTISTA, Jose Abel. A utilização da matriz swot como ferramenta estratégica—um estudo de caso em uma escola de idioma de são paulo. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, v. 8, p. 1–11, 2011.

SILVA, Maria Aparecida de Faria da; OLIVEIRA, Márcia. A robótica educacional na perspectiva das metodologias ativas. *In*: SBC. **Anais do XXV Workshop de Informática na Escola**. [S.l.], 2019. p. 1289–1293.

SILVA, Marco Aurélio da; KAYSER, Aristéia Mariane Kayser Aristéia Mariane. O papel da educação contemporânea uma reflexão a partir da pedagogia da autonomia de paulo freire. **Revista Dynamis**, v. 21, n. 2, p. 3–15, 2016.

SIPITAKIAT, Arnan; NUSEN, Nusarin. Robo-blocks: designing debugging abilities in a tangible programming system for early primary school children. *In: Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 98–105.

SOARES, Ana Laura; FERREIRA, Maria Eugênia A; LIMA, Danielli A. Experience report and data visualization to evaluate a game programming project aimed for girls using scratch tool. *In: SBC. Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola*. [S.l.], 2021. p. 43–52.

SOARES, Renato Ferreira; BORGES, Marcos Augusto Francisco. Robótica: aprendizado em informática de forma lúdica. *In: XIX Workshop sobre Educação em Computação, Natal, RN*. [S.l.: s.n.], 2011.

SOUZA, Isabelle Maria Lima de; RODRIGUES, Rivanilson da Silva; ANDRADE, Wilkerson. Introdução do pensamento computacional na formação docente para ensino de robótica educacional. *In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 1265.

SOUZA, Naya Letícia Batista; LIMA, Danielli Araujo. Tabu search for the surveillance task optimization of a robot controlled by two-dimensional stochastic cellular automata ants model. *In: IEEE. 2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE)*. [S.l.], 2019. p. 299–304.

TAKATU, Deivison Shindi. Avaliação em robótica educacional sobre a competência pensamento científico, crítico e criativo da bncc. Universidade Federal de São Carlos, 2021.

UMEZAKI, Gustavo Corrêa. Design and implementation of omnidirectional mobile robot applied to swarm robots. Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de Pesquisa para Ciencia da Computacao**. [S.l.]: Elsevier, 2009. v. 2.

ZANETTI, Claudio Oliveira Humberto. Prática de ensino ensino de programação de computadores com robótica pedagógica e aplicação de pensamento computacional. p. 1236, 2015.