



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BARRA DO BUGRES
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECM



ANDRESSA PIRES MARASSI

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM O SOFTWARE PICTOBLOX E PLACA
ARDUINO PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DA MATEMÁTICA
E DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

**JULHO – 2024
BARRA DO BUGRES – MT**

ANDRESSA PIRES MARASSI

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COM O SOFTWARE PICTOBLOX E PLACA
ARDUINO PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DA MATEMÁTICA
E DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática da
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) –
Campus de Barra do Bugres.

Orientador: Prof. Dr. Diego Piasson.

JULHO – 2024

BARRA DO BUGRES – MT

ANDRESSA PIRES MARASSI

ROBÓTICA EDUCACIONAL COM O SOFTWARE PICTOBLOX E PLACA ARDUINO PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DA MATEMÁTICA E DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. “Renê Barbour” – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 01 de julho de 2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

DIEGO PIASSON

Data: 11/07/2024 23:25:35-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Diego Piasson (PPGECM/UNEMAT)
Orientador



Documento assinado digitalmente

WILLIAM VIEIRA GONCALVES

Data: 01/07/2024 20:23:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. William Vieira Gonçalves (PPGECM/UNEMAT)
Examinador Interno



Documento assinado digitalmente

LUCIANE MULAZANI DOS SANTOS

Data: 18/07/2024 19:15:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Luciane Mulazani dos Santos (UDESC)
Examinadora Externa

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processamento Técnico da Divisão de Biblioteca da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte. UNEMAT - Unidade padrão

Marassi, Andressa Pires.

Robótica Educacional com o Software PictoBlox e Placa Arduino para o Desenvolvimento de Habilidades da Matemática e do Pensamento Computacional / Andressa Pires Marassi. - Barra do Bugres, 2024.

212f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do Bugres - Mestrado Acadêmico, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".

Orientador: Diego Piasson.

1. Matemática. 2. Pensamento computacional. 3. Robótica educacional. 4. PictoBlox. 5. Placa Arduino Uno. I. Piasson, Diego. II. Título.

UNEMAT / MTSCB

CDU 51:004

Dedico esta dissertação aos meus pais, Aparecida e Aparecido, e ao meu irmão Ricardo, que, por motivos de força maior, não concluíram o ensino fundamental. Este título, é nosso!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela oportunidade de vivenciar e finalizar essa experiência ímpar, que é o mestrado.

Agradeço ao meu noivo Diony, por todo apoio e por ser uma mola propulsora em minha vida.

Agradeço aos meus queridos pais, Aparecida e Aparecido, por estarem sempre me apoiando e torcendo por meus estudos.

Agradeço ao meu orientador, professor Diego, pelas valiosas contribuições ao longo desses dois anos de pesquisa.

Agradeço os membros da banca avaliadora, Luciane (UDESC) e William (PPGECM), pelas contribuições e disponibilidade.

Agradeço os doze estudantes que participaram e contribuíram na minha pesquisa, por meio do experimento de ensino em robótica educacional. Estendo os agradecimentos aos seu pais/mães e/ou responsáveis pela autorização e colaboração.

E por fim, agradeço a mim mesma, por almejar o título de “mestra” e trabalhar arduamente para essa conquista.

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

A todos, muito obrigada!

“É sobre ter uma meta e o dever de cumpri-la.”

M, A. P.

RESUMO

A sociedade contemporânea está em constante transformação devido ao acelerado surgimento de novas tecnologias, principalmente as digitais. Contudo, a mesma proporção de impacto não tem sido observada nos sistemas educacionais. A inserção de novas tecnologias exige da sociedade o domínio de novas habilidades, destacando-se, no cenário atual, o pensamento computacional. Nesse contexto, a robótica educacional emerge como uma estratégia promissora para introduzir tecnologias na educação e contribuir para o desenvolvimento de diversas habilidades, incluindo Matemática e pensamento computacional. Esta pesquisa busca compreender as contribuições e dificuldades que emergem do uso da robótica educacional, utilizando o *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional com estudantes do Ensino Médio. Para alcançar esse objetivo, a pesquisa abordou a seguinte questão norteadora: “quais são as principais contribuições e dificuldades da robótica educacional, com o uso do *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o ensino da Matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional com estudantes do Ensino Médio?”. A produção de dados foi realizada por meio de um experimento de ensino com doze estudantes do Ensino Médio do município de Barra do Bugres – MT, com duração de sessenta horas. Os procedimentos de coleta de dados incluíram a observação participante, questionários, roda de conversa e registros audiovisuais. Seguindo uma abordagem qualitativa e interpretativa, a análise dos dados foi conduzida à luz da Análise Textual Discursiva (ATD). Foram consideradas três categorias: (i) ‘Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno’, com três subcategorias e onze unidades de sentido; (ii) ‘Desenvolvimento de habilidades da Matemática e de pensamento computacional por meio da robótica educacional’, com duas subcategorias e dez unidades de sentido; (iii) ‘Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*’, com uma subcategoria e quatro unidades de sentido. A análise evidenciou que a robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno favorece a mobilização e o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. Entre as principais contribuições, destacam-se o aprendizado ativo, a colaboração e o trabalho em equipe, o desenvolvimento de habilidades técnicas, a motivação dos estudantes e a integração transversal da Matemática com outras disciplinas. No entanto, também foram identificadas dificuldades, como desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos, problemas técnicos e a necessidade de componentes e recursos tecnológicos de qualidade. Conclui-se que a robótica educacional, utilizando o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, é uma abordagem promissora para enriquecer o ensino da Matemática e fomentar habilidades essenciais para o século XXI, ao mesmo tempo em que exige atenção a obstáculos técnicos e pedagógicos para sua implementação eficaz.

Palavras-Chave: Matemática; Pensamento computacional; Robótica educacional; *PictoBlox*; Placa Arduino Uno.

ABSTRACT

Contemporary society finds itself in a state of constant flux, largely due to the rapid emergence of new technologies, particularly in the digital realm. However, this transformative impact hasn't been proportionately reflected in educational systems. The integration of these new technologies demands mastery of fresh skills, with computational thinking standing out prominently in today's landscape. In this context, educational robotics emerges as a promising strategy to introduce technology into education and foster the development of various skills, including mathematics and computational thinking. This research aims to comprehend the contributions and challenges arising from the use of educational robotics, employing the PictoBlox visual programming software and Arduino Uno board, to cultivate mathematical and computational thinking skills among high school students. To achieve this goal, the study addresses the guiding question: "what are the primary contributions and challenges of educational robotics, using PictoBlox visual programming software and Arduino Uno board, to the teaching of mathematics and the development of computational thinking with high school students?". Data collection involved an instructional experiment with twelve high school students from Barra do Bugres – MT, spanning sixty hours. Data gathering procedures encompassed participant observation, questionnaires, group discussions, and audiovisual recordings. Following a qualitative and interpretative approach, data analysis was conducted through the lens of Textual Discursive Analysis (TDA). Three categories were considered: (i) 'Educational robotics with PictoBlox software and Arduino Uno board', comprising three subcategories and eleven units of meaning; (ii) 'Development of mathematical and computational thinking skills through educational robotics', with two subcategories and ten units of meaning; (iii) 'Usability and potential of PictoBlox software', featuring one subcategory and four units of meaning. The analysis revealed that educational robotics with PictoBlox and Arduino Uno fosters the mobilization and development of mathematical and computational thinking skills. Among the primary contributions are active learning, collaboration, technical skill development, student motivation, and the interdisciplinary integration of mathematics with other subjects. However, challenges were also identified, such as difficulties in understanding and applying electronic concepts, technical issues, and the need for high-quality components and technological resources. In conclusion, educational robotics, utilizing PictoBlox and Arduino Uno, represents a promising approach to enhance mathematics education and nurture essential skills for the 21st century. Nonetheless, attention must be given to technical and pedagogical obstacles for effective implementation.

Keywords: Mathematics; Computational thinking; Educational robotics; PictoBlox; Arduino Uno board.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relação entre pensamento computacional e a computação.

Figura 02: *Layout do software PictoBlox no modo palco.*

Figura 03: *Layout do software PictoBlox no modo carregar.*

Figura 04: Placa Arduino Uno R3.

Figura 05: Ambientação da sala de aula virtual.

Figura 06: Tópicos de atividades no *Google Classroom*.

Figura 07: Estudantes interagindo com a placa de prototipagem *Makey Makey*.

Figura 08: Explorando o *software PictoBlox*.

Figura 09: Programação visual do labirinto automático – fase 01.

Figura 10: Programação visual do labirinto automático – fase 02.

Figura 11: Programação visual base do objeto digital “Caminhar e correr”.

Figura 12: Programações visuais do objeto digital “Desenhando um quadrado”.

Figura 13: Programação visual do objeto digital “Interação com o usuário”.

Figura 14: Desenvolvendo o objeto digital “Calculadora de média aritmética de notas escolares”.

Figura 15: Programação visual do objeto digital “Calculadora de média aritmética de notas escolares”.

Figura 16: Programação visual do projeto “Ligando uma sequência de leds”.

Figura 17: Projeto de robótica “Ligando um led”.

Figura 18: Maquete do semáforo com encruzilhadas.

Figura 19: Funcionamento da maquete do semáforo com encruzilhadas.

Figura 20: Funcionamento de um semáforo simples.

Figura 21: Funcionamento do projeto de semáforos para duas vias.

Figura 22: Protótipos de semáforos para duas vias.

Figura 23: Programação visual da letra “A”.

Figura 24: Iniciais programadas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.

Figura 25: Números programados no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219

Figura 26: Programação visual da sequência dos números negativos.

Figura 27: Continuação da programação visual da sequência dos números negativos.

Figura 28: Troféus para a competição batalha naval com o módulo de matriz de led.

Figura 29: Malha quadriculada da competição da batalha naval com o módulo de matriz de led.

Figura 30: Batalha naval com módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.

Figura 31: Embarcações programadas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.

Figura 32: Programação visual das embarcações da dupla campeã na competição de batalha naval.

Figura 33: Protótipo base de um estacionamento automatizado.

Figura 34: Protótipos dos estudantes de um estacionamento automatizado.

Figura 35: Programação visual de um estacionamento automatizado.

Figura 36: Maquete para projeto de estudo de função afim.

Figura 37: Atividade da construção do plano cartesiano de uma dupla de estudantes.

Figura 38: Produção de maquetes para projeto de estudo de função afim.

Figura 39: Programação visual 1 - projeto de estudo de função afim.

Figura 40: Programação visual 2 - projeto de estudo de função afim.

Figura 41: Projeto com a programação visual 2 - projeto de estudo de função afim.

Figura 42: Projetos dos estudantes do protótipo de uma trena digital.

Figura 43: Programação visual do protótipo de uma trena digital.

Figura 44: Recursos para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 45: Modelo de maquete para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 46: Maquetes dos estudantes para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 47: Maquetes funcionando para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 48: Maquetes dos estudantes com falhas do projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 49: Programação visual do projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Figura 50: Projeto final – radar ultrassônico.

Figura 51: Programação visual do projeto final – radar ultrassônico.

Figura 52: Projeto final – jogo matemático.

Figura 53: Programação visual do projeto final – jogo matemático.

Figura 54: Projeto final – medidor de nível.

Figura 55: Programação visual do projeto final – medidor de nível.

Figura 56: Projeto final – régua digital.

Figura 57: Programação visual do projeto final – régua digital.

Figura 58: Projeto final – quiz matemático.

Figura 59: Programação visual do projeto final – quiz matemático.

Figura 60: Sistemas de grupos de códigos divididos em subcategorias e unidades de sentido.

Figura 61: *Print* da tela da codificação no *Atlas.ti*.

Figura 62: Categoria de análise “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.

Figura 63: Categoria de análise “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”.

- Figura 64:** Categoria de análise “Usabilidade e potencial educativo do *software PictoBlox*”.
- Figura 65:** Categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.
- Figura 66:** Unidade de sentido “Aprendizado ativo” – Subcategoria “Contribuições de robótica educacional”.
- Figura 67:** Unidade de sentido “Colaboração e trabalho em equipe” – Subcategoria “Contribuições de robótica educacional”.
- Figura 68:** Unidade de sentido “Desenvolvimento de habilidades técnicas” – Subcategoria “Contribuições de robótica educacional”.
- Figura 69:** Unidade de sentido “Envolvimento e motivação dos estudantes” – Subcategoria “Contribuições de robótica educacional”.
- Figura 70:** Unidade de sentido “Matemática na prática de projetos de robótica educacional” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.
- Figura 71:** Unidade de sentido “Desafios gerais nos projetos” – Subcategoria “Dificuldades de robótica educacional”.
- Figura 72:** Unidade de sentido “Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos” – Subcategoria “Dificuldades de robótica educacional”.
- Figura 73:** Unidade de sentido “Recursos tecnológicos e componentes defeituosos” – Subcategoria “Dificuldades de robótica educacional”.
- Figura 74:** Unidade de sentido “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade” – Subcategoria “Dificuldades de robótica educacional”.
- Figura 75:** Unidade de sentido “Placa Arduino Uno” – Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com PictoBlox”.
- Figura 76:** Unidade de sentido “Projetos de robótica educacional” – Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com PictoBlox”.
- Figura 77:** Categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”.
- Figura 78:** Unidade de sentido “Função afim” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.
- Figura 79:** Estudante apresentando seu projeto adjunto com as soluções encontradas para a atividade.
- Figura 80:** Unidade de sentido “Geometria e medidas” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.
- Figura 81:** Codificação e projeto desenvolvido pelos estudantes em seu projeto final.
- Figura 82:** Codificação do projeto desenvolvido pelos estudantes no projeto 11.
- Figura 83:** Unidade de sentido “Matrizes” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.
- Figura 84:** Algumas codificações extraídas dos projetos dos estudantes que mobilizam o conceito de matriz.
- Figura 85:** Imagens dos participantes utilizando o módulo de matriz de led 8x8 em projetos.
- Figura 86:** Unidade de sentido “Plano cartesiano” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.
- Figura 87:** Estudantes desenvolvendo seus projetos de robótica educacional.

Figura 88: Unidade de sentido “Raciocínio lógico e matemático” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.

Figura 89: Codificação e montagem do projeto de semáforo realizados pelos estudantes.

Figura 90: Unidade de sentido “Uso de ferramentas e tecnologias” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.

Figura 91: Algumas ferramentas e tecnologias utilizadas pelos estudantes nos encontros.

Figura 92: Unidade de sentido “Abstração” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.

Figura 93: Parte da codificação que abrange a utilização da abstração.

Figura 94: Parte da codificação e imagem de um protótipo de estacionamento realizado por estudantes.

Figura 95: Unidade de sentido “Algoritmos” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.

Figura 96: Partes da codificação do projeto final 05 de uma dupla de estudantes.

Figura 97: Partes da codificação da atividade de média aritmética de notas escolares.

Figura 98: Unidade de sentido “Decomposição” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.

Figura 99: Algoritmo da programação do projeto final 01 (subseção 5.17.1).

Figura 100: Unidade de sentido “Reconhecimento de padrões” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.

Figura 101: Partes de códigos da programação do projeto final 03 de uma dupla de estudantes.

Figura 102: Imagens de projetos que mobilizava principalmente o reconhecimento de padrões.

Figura 103: Categoria “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”.

Figura 104: Unidade de sentido “Aprendizagem divertida” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.

Figura 105: Unidade de sentido “Dificuldades no uso” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.

Figura 106: Unidade de sentido “Facilidades de uso” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.

Figura 107: Unidade de sentido “Objetos digitais no *PictoBlox*” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.

Figura 108: Parecer consubstanciado do CEP para esta pesquisa.

Figura 109: Resultado do parecer consubstanciado do CEP para esta pesquisa.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Ementa do experimento de ensino em robótica educacional.

Quadro 02: Critérios de inclusão e exclusão na RSL.

Quadro 03: Busca dos artigos e documentos nas revistas.

Quadro 04: Resultados da busca na DOAJ.

Quadro 05: Resultado da busca na REDALYC.ORG.

Quadro 06: Resultados da busca no Periódicos CAPES.

Quadro 07: Plataformas e/ou *softwares* utilizadas nos estudos da RSL.

Quadro 08: Perguntas do questionário aplicado no experimento de ensino.

Quadro 09: Perguntas da roda de conversa realizada no experimento de ensino.

Quadro 10: Atividades e projetos de robótica desenvolvidos durante o experimento de ensino.

Quadro 11: Percentuais do PC nas atividades e/ou projeto de robótica na percepção dos estudantes.

Quadro 12: Informações base para o projeto 01 realizado pelos estudantes.

Quadro 13: Informações base para o projeto 02 realizado pelos estudantes.

Quadro 14: Informações base para o projeto 03 realizado pelos estudantes.

Quadro 15: Informações base para o projeto 04 realizado pelos estudantes.

Quadro 16: Informações base para o projeto 05 realizado pelos estudantes.

Quadro 17: Processo de unitarização e categorização do *corpus* da pesquisa relacionado ao uso da robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

Quadro 18: Processo de unitarização e categorização de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

Quadro 19: Procedimentos de unitarização e categorização do *software PictoBlox*.

Quadro 20: Síntese das categorias, subcategorias e unidades de sentido a partir dos dados.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.

Gráfico 02: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”.

Gráfico 03: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular;

MEC – Ministério da Educação;

PC – Pensamento Computacional;

CC – Ciência da Computação;

RSL – Revisão Sistemática da Literatura;

TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação;

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação;

TD – Tecnologia Digital;

DIY – *Do it Yourself*;

IA – Inteligência Artificial;

LEDs – *Light Emitter Diode*;

UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso;

ATD – Análise Textual Discursiva;

ATLAS.TI – (*Archivfuer Technik, Lebenswelt und Alltagssprache*) e TI (*text interpretation*);

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa;

EM - Ensino Médio;

USB – (*Universal Serial Bus*);

STEAM – (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática);

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	19
1.1 Memorial educacional.....	19
1.2 Contextualização e problema de pesquisa	20
1.3 Objetivo geral e específicos	24
2. TEMAS DA PESQUISA	25
2.1 Tecnologias digitais no ensino de matemática.....	25
2.2 O movimento <i>maker</i>	28
2.3 O pensamento computacional	29
2.3.1 Abordagens de desenvolvimento do pensamento computacional no âmbito escolar.....	35
2.4 A robótica educacional no contexto escolar	39
2.4.1 O <i>software</i> de programação visual <i>PictoBlox</i>	42
2.4.2 Placa Arduino Uno na robótica educacional	46
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	48
3.1 Caracterização da pesquisa	48
3.2 Participantes e <i>locus</i> da pesquisa	48
3.3 Produção de dados e ambientação	49
3.4 Método de análise dos dados	53
4. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: ABORDAGENS DO USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA	56
4.1 Objetivos e questão da pesquisa.....	56
4.2 Identificação de recursos.....	56
4.3 Seleção e avaliação de estudos.....	57
4.4 Síntese dos dados e apresentação dos resultados	57
4.5 Resultados dos trabalhos da revisão sistemática da literatura.....	58
4.6 Respondendo à questão de pesquisa da RSL	64

5. O EXPERIMENTO DE ENSINO.....	66
5.1 Atividade 01 e 02: jogo do <i>pacman</i> e jogo do piano	68
5.2 Atividade 03: labirinto automático - objeto digital.....	70
5.3 Atividade 04: caminhar e correr - objeto digital	72
5.4 Atividades 05 e 06: “desenhando um quadrado” e “desenhando uma circunferência” – objetos digitais.....	73
5.5 Atividade 07: interação com o usuário - objeto digital.....	74
5.6 Atividade 08: calculadora de média aritmética de notas escolares - objeto digital	75
5.7 Projetos 01 e 02: “ligando um led” e “ligando uma sequência de leds”.....	77
5.8 Projeto 03: semáforo de duas vias.....	79
5.9 Projetos 04 e 05: “alfabeto no módulo de matriz de led 8x8 – Max 7219” e “numeração no módulo de matriz de led 8x8 – Max 7219”	83
5.10 Projeto 06: sequências numéricas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219	86
5.11 Projeto 07: competição da batalha naval com módulo matriz de led 8x8 – max 7219	88
5.12 Projeto 08: protótipo de estacionamento automatizado utilizando modelo computacional, sensor ultrassônico HC – SR04 e a placa Arduino Uno.....	92
5.13 Projeto 09: estudo de função afim com o sensor de distância ultrassônico HC – SR04.....	95
5.14 Projeto 10: protótipo de uma trena digital com componentes eletrônicos	100
5.15 Projeto 11: cálculo e demonstração de ângulos como protótipo de robótica educacional	101
5.16 Atividade 09: pensamento computacional – maquetes/protótipos e objetos digitais.....	105
5.17 Projeto 12: desenvolvimento e apresentação do projeto final de robótica educacional	108
5.17.1 Projeto 01: protótipo de radar ultrassônico	108

5.17.2 Projeto 02: jogo matemático com placar em módulos de matrizes de led 8x8 – max 7219	110
5.17.3 Projeto 03: medidor de nível	112
5.17.4 Projeto 04: régua digital com leds	114
5.17.5 Projeto 05: quiz matemático em <i>display</i> LCD 16x2	117
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	121
6.1 Síntese das abordagens nos movimentos de categorização dos dados.....	121
6.2 Categoria 1: Robótica educacional com o <i>software PictoBlox</i> e placa Arduino Uno	129
6.2.1 Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”	131
6.2.2 Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”	141
6.2.3 Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com <i>PictoBlox</i> ”	149
6.3 Categoria 2: Desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional por meio da robótica educacional.....	154
6.3.1 Subcategoria “Habilidades da Matemática”	157
6.3.2 Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.....	174
6.4 Categoria 3: Usabilidade e potencial do <i>software PictoBlox</i>	189
6.4.1 Subcategoria “ <i>Software PictoBlox</i> ”.....	191
6.5 Síntese de análise das três categorias	198
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	202
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	205
APÊNDICE.....	212

1. APRESENTAÇÃO

Nesta seção, primeiramente, delineamos sobre a trajetória acadêmica da autora, explorando marcos e influências no memorial educacional. Em seguida, adentramos ao tema, construindo um contexto para a pesquisa ao identificar o problema de pesquisa e a questão norteadora que impulsionou este trabalho. Encerramos a seção apresentando os objetivos gerais e específicos da pesquisa realizada.

1.1 Memorial educacional

Meu nome é Andressa Pires Marassi, tenho 26 (vinte e seis) anos, nasci na acolhedora cidade de Juína-MT. Minha jornada educacional é marcada por uma trajetória repleta de desafios, conquistas e paixão pelo conhecimento.

Iniciei minha caminhada na “CEI – Bruno Leonardo Campos” aos seis meses, onde os primeiros traços do meu aprendizado foram estabelecidos. Ali, cursei todas as etapas da alfabetização antes de ser transferida para a “Escola Municipal Paulo Freire” aos 05 (cinco) anos para a primeira série. Com 09 (nove) anos, completei a quinta série nesta escola.

Com a mudança para um sítio, aos 10 (dez) anos, ingressei na “Escola Estadual Antônio Francisco Lisboa”, localizada na zona rural. Foi lá que completei meu ensino fundamental e médio, encerrando essa etapa aos 16 (dezesesseis) anos, sem reprovações e com boas notas.

Em 2015, aos 16 (dezesesseis) anos, comecei uma nova fase no Instituto Federal de Mato Grosso - *Campus* Juína, matriculando-me no ensino superior em licenciatura em Matemática. Por viver na zona rural, trouxe desafios logísticos, pois, enfrentava uma jornada de 44 km de moto em estradas não asfaltadas para frequentar as aulas noturnas, em um ambiente sem acesso à internet e sem cobertura de telefonia móvel. Contudo, essas dificuldades fortaleceram minha determinação.

Durante a graduação, conheci diversos professores, mas foi a minha orientadora, “Elaine Alves da Rocha Pires”, que me apresentou e me guiou para o fascinante mundo das tecnologias no ensino de Matemática. O que era contraditório, considerando a pacata realidade que estava inserida. Mas, com o decorrer de inúmeras pesquisas e muito interesse, despertou a curiosidade e admiração pelo tema.

Em 2019, aos 20 (vinte) anos, concluí a licenciatura em Matemática sem reprovações e com notas positivas, destacando-me também na pesquisa de conclusão de curso sobre o uso de TIC's na educação. Minha pesquisa “O uso de TIC's na educação e sua viabilidade: uma

proposta de uso do *software Tux Math* no ensino e aprendizagem na disciplina de matemática”, explorou novos horizontes nas três realidades do ensino médio presentes em Juína-MT.

Ainda em 2019, embarquei em uma especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática no Instituto Federal de Mato Grosso - *Campus Juína*. Em 2020, a pandemia alterou o formato do curso para o online, mas não diminuiu minha dedicação. A pesquisa nessa etapa explorou as visões dos docentes sobre o uso de TIC's durante a pandemia, resultando no trabalho “O uso de TIC's no ensino e aprendizagem de aulas online durante a pandemia do covid-19: dificuldades e inovações na visão do docente”.

Entre 2020 e 2021, optei por uma pausa nos estudos para focar no trabalho como docente em duas escolas estaduais. Essa experiência, proporcionou uma nova perspectiva e um intervalo necessário para respirar novos ares.

No início de 2022, aos 24 (vinte e quatro) anos, retomei os estudos ao ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) de Barra do Bugres-MT. Com a orientação do professor Diego Piasson, minha linha de pesquisa se expandiu para a robótica educacional, programação visual e pensamento computacional.

Minha pesquisa de mestrado, “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno para o desenvolvimento de habilidades da matemática e pensamento computacional”, é a expressão da minha paixão pela inovação no ensino de Matemática e representa uma nova fase em minha evolução acadêmica.

Este memorial é um pequeno tributo à minha trajetória educacional até agora. Agradeço a todos que contribuíram para essa jornada, e aguardo pelas descobertas que ainda estão por vir.

1.2 Contextualização e problema de pesquisa

A sociedade contemporânea está em constante transformação, sobretudo devido ao acelerado surgimento de inovações tecnológicas digitais. Essas tecnologias estão sendo inseridas em praticamente todas as atividades humanas, seja no entretenimento, instrução, atividades laborais, comunicação e consumo, modificando assim, a forma de pensar, sentir, agir e conviver socialmente (Kenski, 2012, p. 05).

No entanto, a integração dessas tecnologias na educação tem sido desafiadora. Enquanto Brandão (2002, p. 04) defende a necessidade de educadores e estudantes inventivos e criativos em um mundo transformado pela tecnologia, Campos (2017, p. 2113) destaca que os avanços

tecnológicos na educação tendem a terem um caminho um pouco mais lento, pois existe uma tendência de reforço das práticas pedagógicas mais tradicionais.

Essa resistência à ruptura de modelos educacionais mais cristalizados, causa um descompasso entre as competências e habilidades que são desenvolvidas na escola e as demandas pela sociedade contemporânea, como observam Conforto *et al.* (2018, p. 99), “a educação não evoluiu para acompanhar as necessidades do mundo contemporâneo, produzido por relações globalizadas e por tecnologias radicalmente transformadoras”.

Desse modo, para que as tecnologias digitais sejam integradas no âmbito escolar, de modo, que contribuam com os processos de ensino e aprendizagem, é necessário superar essa dificuldade apresentadas por Conforto *et al.* (2018), e deste modo não sejam “vistas com olhos de reprovação ou desdém” (Ribeiro; Paz, 2012, p. 07).

Juntamente com o uso e domínio das tecnologias digitais, o cenário atual tem requerido o desenvolvimento de outras habilidades, como, a do pensamento computacional. Wing (2006, p.04) afirma que qualquer pessoa neste século, precisa dominar outras habilidades além da leitura, escrita e aritmética, sendo o pensamento computacional uma delas.

Ainda de acordo com esta autora, o pensamento computacional “é uma forma para seres humanos resolverem problemas” e não uma forma de “fazer com que seres humanos pensem como computadores”. Ela complementa afirmando ser uma habilidade relevante não apenas para aqueles ligados à área da computação, mas para todas as pessoas.

Carniello e Zanotello (2020, p. 10) abordam que para a integração do pensamento computacional na Educação Básica, é requerida “uma análise de sua sinergia com outras áreas do conhecimento, como a ciência e a Matemática”, destacando a importância de entender como o pensamento computacional pode ser integrado de maneira eficaz e interdisciplinar no contexto educacional.

Uma abordagem promissora para incorporar o pensamento computacional na Educação Básica é por meio da robótica, como destacado por Almeida (2015) e Queiroz, Sampaio e Dos Santos (2017). Suas pesquisas com estudantes do Ensino Fundamental demonstraram que a robótica educacional contribuiu significativamente para o desenvolvimento dessa habilidade.

Além disso, Gonçalves e Aroca (2014) destacam que a robótica possibilita a inserção de tecnologias digitais no contexto educacional, desenvolvendo nos estudantes habilidades e competências da cultura digital, que é, atualmente, uma das competências elencadas pelo documento orientador da Educação Básica brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Também consideram a robótica educacional “[...] uma importante ferramenta

interdisciplinar e motivacional que pode se constituir em importante auxílio ao processo de ensino-aprendizagem” (Gonçalves; Aroca, 2014, p. 07).

Com a robótica educacional, os estudantes podem ter experiências táteis para solucionar problemas usando as habilidades do pensamento computacional (Carniello; Zanotello, 2020, p.187), uma vez que:

Na robótica o aluno precisa identificar o problema/objetivo geral para o robô e decompor o problema determinando a quantidade de passos ou sub-objetivos para alcançar o objetivo geral. Os alunos desenvolvem algoritmos para o robô para que o mesmo siga as instruções e tome as devidas ações. Quando o robô não age conforme o esperado, a depuração (*debugging*) é realizada. A depuração requer processos iterativos de testes e modificações sistemáticos (Carniello; Zanotello, 2020, p. 187).

Carniello e Zanotello (2020) também destacam a importância da programação no ensino de robótica, no entanto, esse requisito muitas vezes representa um desafio para a inserção da robótica nas escolas, visto que a maioria dos professores não foram capacitados, em sua formação de base, para o domínio e uso de linguagens de programação.

Embora seja possível utilizar a robótica sem a necessidade de programação, Alves *et al.*, (2014, p. 02) advertem que “os projetos construídos ficam com um escopo muito limitado e, de certo modo desconectados dos problemas reais”.

Assim, objetivando a implantação e a criação de condições para o desenvolvimento do pensamento computacional e da Matemática em atividades de robótica educacional, têm surgido recursos computacionais que visam minimizar duas das principais dificuldades envolvidas nesse processo: o uso de linguagem de programação para instruir os robôs, como já mencionamos; e a comunicação entre *software* e *hardware*. Entre esses recursos está o *PictoBlox*.

O *software PictoBlox*, foi criado com base no *Scratch* 3.0, permitindo uma programação visual em blocos e oferecendo diversas oportunidades de aprendizado, com interface simples e amigável visando a manipulação por usuários de todas as faixa-etárias. Com ele é possível programar robôs, sem a necessidade de dominar alguma linguagem de programação específica por parte do usuário.

Além disso, o *PictoBlox* se destaca por proporcionar a criação de diversos projetos, possibilitando a utilização de várias placas de prototipagem, tais como: *evive*, *Quarky*, Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, *ESP32*, *T-Watxh*, *Boffin*, *micro:bit*, *Tecbits*, *LEGO EV3*, *LEGO BOOST*, *LEGO WeDo 2.0* e *GoDFA*.

Neste trabalho, é utilizado o *software PictoBlox* integrado a uma placa Arduino Uno R3, que é de baixo custo e foi projetada para controle de entrada de dados, como sensores, saída de

dados, motores e LEDs. Com este conjunto, foi realizado um estudo para avaliar o uso da robótica educacional na mobilização de habilidades da Matemática e pensamento computacional, tendo como problema de pesquisa a seguinte questão norteadora: **quais são as principais contribuições e dificuldades da robótica educacional, com o uso do *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o ensino da Matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional com estudantes do Ensino Médio?**

Compreender essas contribuições e dificuldades foi o principal objetivo deste estudo, e para tal, foi realizado um experimento de ensino com estudantes do Ensino Médio do município de Barra do Bugres – MT.

O enfoque metodológico adotado na pesquisa, seguiu uma abordagem qualitativa, de acordo com Bicudo (2012) e interpretativa, de Creswell (2007). A análise dos dados foi conduzida no viés da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes (2003) e Moraes e Galiazzi (2016).

Para uma exposição mais organizada do trabalho de pesquisa conduzido, estruturamos esta dissertação em sete seções, conforme descritas abaixo.

A seção 1 – Apresentação - nesta seção, delineamos a trajetória acadêmica da autora, explorando marcos e influências no memorial educacional. Em seguida, serão apresentados uma breve contextualização do tema de pesquisa acerca das tecnologias digitais, a questão norteadora, o objetivo geral e específicos, a justificativa e a estrutura da presente dissertação.

A seção 2 – Temas da pesquisa - nesta seção apresentaremos os pressupostos teóricos que fundamentam este trabalho de pesquisa. Tais pressupostos contemplam: as tecnologias digitais no ensino da Matemática; o movimento *maker*; o pensamento computacional, sua inserção no âmbito escolar e as principais abordagens pedagógicas para seu desenvolvimento; a robótica educacional em processos de ensino e aprendizagem da Matemática; e as principais características do *software* de programação visual *PictoBlox* e da placa Arduino.

A seção 3 – Procedimentos metodológicos - será referido sobre o percurso metodológico durante todo o processo de pesquisa, ressaltando algumas etapas do trabalho: caracterização da pesquisa, participantes e *locus* da pesquisa, instrumentos de coleta de dados, produção de dados e o método de análise dos dados.

A seção 4 – Revisão sistemática da literatura - nesta seção são apresentados os objetivos e questão da pesquisa, a *string* de busca, as técnicas que serão usadas para inclusão e/ou exclusão das pesquisas e concluindo com os resultados que emergiram desta revisão.

A seção 5 – Experimento de ensino - nesta seção, apresentaremos as atividades e projetos de robótica educacional que foram desenvolvidos durante o experimento de ensino em robótica educacional. Cada um desses projetos está acompanhado por imagens/figuras registradas durante sua realização, bem como os códigos de programação que foram elaborados para sua implementação.

A seção 6 – Análise e discussão dos resultados - nesta seção apresentamos uma análise dos resultados obtidos a partir da análise das categorias, subcategorias e unidades de sentido relacionadas ao nosso estudo sobre o uso da robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno no desenvolvimento de habilidades matemáticas e do pensamento computacional.

A seção 7 - Considerações finais - nesta seção apresentamos uma síntese conclusiva da pesquisa sobre a integração da robótica educacional com o *software PictoBlox* e a placa Arduino Uno no desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. Destacamos as contribuições e dificuldades, e delineamos implicações para pesquisas futuras e aplicações práticas, encerrando assim a dissertação.

1.3 Objetivo geral e específicos

O principal objetivo da pesquisa é compreender as contribuições e dificuldades que emergem do uso da robótica educacional, utilizando o *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional com estudantes do Ensino Médio.

Para alcançar esse objetivo geral, significa entre outros aspectos, os seguintes objetivos específicos:

- Promover atividades e/ou projetos com foco no desenvolvimento de habilidades e competências para o uso do *software PictoBlox* e da placa Arduino Uno, com estudantes do Ensino Médio;
- Identificar as habilidades e/ou competências da Matemática e pensamento computacional mobilizadas pelos estudantes do Ensino Médio por meio da utilização da robótica educacional com *PictoBlox* e placa Arduino Uno;
- Analisar as principais contribuições e dificuldades enfrentadas pelos estudantes do Ensino Médio ao utilizar a robótica educacional com *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para abordar conceitos da Matemática e aprimorar habilidades do pensamento computacional durante um experimento de ensino.

2. TEMAS DA PESQUISA

Nesta seção apresentaremos os pressupostos teóricos que fundamentam este trabalho de pesquisa. Tais pressupostos contemplam: as tecnologias digitais no ensino da Matemática; o movimento *maker*; o pensamento computacional, sua inserção no âmbito escolar e as principais abordagens pedagógicas para seu desenvolvimento; a robótica educacional em processos de ensino e aprendizagem da Matemática; e as principais características do *software* de programação visual *PictoBlox* e da placa Arduino.

2.1 Tecnologias digitais no ensino de matemática

No século XX, acompanhando o avanço científico, diversas tecnologias foram introduzidas na sociedade, incluindo o ambiente escolar. Entre essas inovações, destacam-se as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), que têm promovido novas formas de interação, comunicação e aprendizagem (Da Costa; Prado, 2015, p. 102). Diante disso, De Almeida (2000, p. 78) já afirmava que, “nós, educadores, temos de nos preparar e preparar nossos alunos para enfrentar exigências dessas novas tecnologias, e de todas que estão a sua volta”.

Ribeiro e Paz (2012, p. 03) corroboram que “as tecnologias serão capazes de divulgar as informações, as novas descobertas científicas, diminuir as distâncias, enfim ter a certeza que o mundo virtual pode proporcionar melhor qualidade na educação”. Já Dullius (2012, p. 113) vai mais além, e afirma que “diante do cenário atual, no qual os conhecimentos de informática tornaram-se indispensáveis na vida dos nossos alunos, a utilização de uma ferramenta computacional em sala de aula é inquestionável”.

De acordo com Da Costa e Prado (2015, p. 103), as TDIC demandam conhecimentos diversos, essenciais para que o professor de Matemática possa não apenas utilizar, mas também “raciocinar com”, “criar com” e “ensinar com” a tecnologia. Eles reforçam a importância de não somente inserir as tecnologias na sala de aula, mas sim integrá-las de forma adequada e explorar o potencial que elas oferecem para o ensino e a aprendizagem em Matemática (Da Costa; Prado, 2015, p. 103).

Nesse contexto, a utilização consciente das TDIC emerge como um recurso valioso, que permite os educadores expandirem seus horizontes e enriquecerem a experiência educativa, alinhando-se aos desafios da educação contemporânea.

As pesquisadoras Ribeiro e Paz (2012, p. 03) destacam que as salas de aula frequentemente adotam um modelo pedagógico considerado “estático e restrito”, onde

professores e alunos se encontram imersos em abordagens expositivas e confinados ao uso de materiais didáticos tradicionais. Sublinhando a necessidade de transformações no âmbito educacional, especialmente através da integração de novas tecnologias no ensino de Matemática, elas apontam para a capacidade de levar os estudantes a um aprendizado rápido, de fácil compreensão e interativo, ao mesmo tempo que é guiado por um raciocínio lógico.

Dullius (2012, p. 113) destaca a necessidade de reflexão na incorporação de recursos tecnológicos, ressaltando que é fundamental considerar a utilização desses recursos para enriquecer o conhecimento dos alunos, em vez de usá-los apenas como uma forma de preencher o tempo ou entretê-los. Neste mesmo sentido, Kenski (2012, p. 46) destaca que “não basta usar a televisão ou o computador, é preciso saber usar de forma pedagogicamente correta a tecnologia escolhida”.

Maltempi (2008, p. 61) enfatiza que, é necessário repensar as práticas docentes diante da inserção de tecnologia na educação, reconhecendo que essa presença não é neutra e modifica a dinâmica dos processos de ensino e aprendizagem:

Toda inserção de tecnologia no ambiente de ensino e aprendizagem requer um repensar da prática docente, pois ela não é neutra e transforma a relação ensino-aprendizagem. Isso é muito importante para que possíveis decepções ou resultados negativos não sejam, de forma simplista, atribuídos à Tecnologia (Maltempi, 2008, p. 61).

Conforme destacado por Moreira, Fidalgo e Da Silva Costa (2020, p. 61), a incorporação de *softwares* nas aulas traz benefícios tanto para os professores quanto para os alunos, ao proporcionar um ambiente mais interativo e estimulante, capaz de despertar o interesse dos estudantes pelo processo de aprendizado.

Ainda sobre a utilização de *softwares*, Medeiros (2014, p.07) destaca que eles podem prover a melhorias aos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, possibilitando que os estudantes ampliem os conhecimentos dos conteúdos abordados em sala de aula, gerando novas perspectivas e construindo conhecimento, sem as limitações que a sala de aula convencional, que os materiais impressos, que a exposição de conteúdos via quadros pode gerar.

Aguiar (2008, p. 64), constata que a utilização de tecnologias no ensino de Matemática contribui positivamente no desenvolvimento de conhecimento dos discentes de Ensino Médio.

A utilização e a exploração de aplicativos e/ou *softwares* computacionais em Matemática podem desafiar o aluno a pensar sobre o que está sendo feito e, ao mesmo tempo, levá-lo a articular os significados e as conjecturas sobre os meios utilizados e os resultados obtidos, conduzindo-o a uma mudança de paradigma com relação ao estudo (Aguiar, 2008, p. 64).

Papert (2008, p. 70) enfatizava a importância da incorporação de computadores por parte dos educadores, ressaltando a necessidade de desenvolver habilidades específicas. Proferindo que “muito mais do que ‘treinamento’, é necessário que os professores desenvolvam a habilidade de beneficiarem-se da presença dos computadores e de levarem este benefício para seus alunos”.

Ribeiro e Paz (2012, p. 07) também afirmam que o computador pode provocar mudanças nos processos de ensino, porém, o recurso em si só não é a solução dos problemas educacionais. Nesse sentido, Moran (2004, p. 13), afirma que “as tecnologias sozinhas não mudam a escola, mas trazem mil possibilidades de apoio ao professor e de interação com e entre os alunos”.

Conforme Cotta (2002, p. 20 - 21), a perspectiva de um avanço significativo no ensino da Matemática reside na possibilidade de aproveitar a introdução do computador nas escolas, “o que certamente favorecerá mudanças na pedagogia e poderá resultar em melhora significativa da educação”. Como D’Ambrósio (2001, p. 02) já afirmava “é preciso substituir os processos de ensino que priorizam a exposição, que levam a um receber passivo do conteúdo, através de processos que estimulem os alunos à participação”.

Camas (2013, p. 192) destaca a importância do professor de Matemática ser um mediador nos processos de ensino por meio dos recursos das tecnologias digitais, tratando os alunos como protagonistas de seu próprio conhecimento matemático, como é possível notar nesta fala:

[...] o uso das tecnologias digitais aumenta o número de informações disponíveis e novas formas de comunicação podem ser introduzidas no sistema escolar. Entretanto, a qualidade desta comunicação e a transposição das informações em conhecimento são dependentes da mediação feita pelo professor das metodologias dialogadas pelas instituições educacionais (professores, gestores, alunos e comunidades pertencentes à escola) na realização desta nova forma de fazer educação (Camas, 2013, p. 192).

No entanto, como aborda Moran (2000, p. 17-18), as mudanças na educação dependem também dos alunos, “alunos curiosos e motivados facilitam enormemente o processo, estimulam as melhores qualidades do professor, tornam-se interlocutores lúcidos e parceiros de caminhada do professor-educador”. E complementa dizendo que: “alunos motivados aprendem e ensinam, avançam mais, ajudam o professor a ajuda-los melhor”.

Nesse contexto de uso de tecnologias e abordagens pedagógicas que consideram um papel mais ativo dos estudantes nos processos de aprendizagem, o movimento *maker* tem influenciado alguns processos de ensino de forma positiva. Por meio do estímulo ao envolvimento dos estudantes em atividades práticas e criativas, como a elaboração de projetos

concretos, tal estratégia tem despertado a curiosidade e o engajamento, entre outras características que favorecem a aprendizagem.

2.2 O movimento *maker*

A incorporação do movimento *maker* na educação surge como uma abordagem que utiliza as Tecnologias Digitais (TD) para promover a construção de projetos, fabricação de objetos, criatividade, compartilhamento e colaboração (Carvalho; Bley, 2018, p. 23 - 24). Os autores destacam que essa abordagem é recente e não se limita a uma única perspectiva, oferecendo uma diversidade de caminhos a serem explorados no uso das TD em contextos educacionais. Essas abordagens são influenciadas pela cultura *maker*, inspirando novos rumos no ambiente escolar.

O termo *maker* parte do princípio do ‘faça você mesmo’ (DIY – *Do It Yourself*), remetendo normalmente a pessoas que costumam construir coisas, consertar objetos, compreender como esses objetos funcionam, especialmente os produtos industrializados (Raabe; Gomes, 2018, p. 02). No entanto, conforme mencionado pelos autores, o conceito de “*maker*” engloba a tecnologia de forma a capacitar os estudantes a dominar técnicas que os transformem em produtores de tecnologia, não apenas consumidores. Isso ressalta a importância de uma abordagem interdisciplinar que integra práticas de diversas áreas de conhecimento (Raabe; Gomes, 2018, p. 08).

A abordagem interdisciplinar do movimento *maker* se reflete de forma concreta nos espaços que ele promove, permitindo que os estudantes explorem e integrem conhecimentos de diversas áreas, como ciência, tecnologia, engenharia e matemática, em atividades práticas e criativas. Nesse sentido, Medeiros (2018, p. 06) destaca: “os espaços *maker* oferecem uma oportunidade para que os alunos desenvolvam suas habilidades em diversas áreas das ciências como: Física, Matemática, Robótica e Engenharia”.

Segundo Martinez e Stager (2013, p. 12), Seymour Papert é considerado “o pai do movimento *maker*”. Suas contribuições baseadas no construcionismo¹, que se apoia no construtivismo de Piaget (1973), enfatiza que o conhecimento é verdadeiramente construído quando o aprendiz se envolve de maneira consciente na criação de um objeto público e compartilhável (Raabe; Gomes, 2018, p. 08, 11). Considerando isso, os autores defendem que,

¹ O construcionismo é uma teoria proposta por Seymour Papert, em que a construção do conhecimento é baseada na realização de uma ação concreta. O construcionismo implica numa interação aluno-objeto, mediada por uma linguagem de programação. Segundo Papert o construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam (Papert, 2008, p. 135).

o movimento *maker* está estreitamente ligado à aprendizagem prática, colocando o estudante no papel central da construção do conhecimento, transformando-o em protagonista na resolução de problemas e na definição de seu próprio ambiente de aprendizagem.

Para fomentar o envolvimento do estudante com suas atividades, a abordagem construcionista de Papert concede ao aprendiz um maior domínio na identificação e resolução de problemas. Sobre isso, Maltempo (2004, p. 288) afirma que:

A ideia é criar um ambiente no qual o aprendiz esteja conscientemente engajado em construir um artefato público e de interesse pessoal [...]. Portanto, ao conceito de que se aprende melhor fazendo, o Construcionismo acrescenta: aprende-se melhor ainda quando se gosta do que se faz, se pensa e se conversa sobre isso (Maltempo, 2004, p. 288).

Dessa forma, essa abordagem educacional coloca os estudantes no centro da proposta pedagógica, conferindo-lhes o papel de protagonistas do próprio processo de aprendizado. Essa participação ativa permite que desenvolvam não apenas habilidades essenciais, como o controle das emoções, o estabelecimento de metas e a expressão de empatia, mas também que cultivem relacionamentos positivos com os outros e tomem decisões responsáveis (Silva; Jaelson Silva, 2018, p. 04).

2.3 O pensamento computacional

Ao longo da história, diversos autores contribuíram para a formação do termo “pensamento computacional”, cada um trazendo suas perspectivas. Um desses, considerados um pioneiro, foi Seymour Papert, cujo trabalho inovador, apresentado no livro “*Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*” (1980 p. 34 - 36) destacava como as mentes jovens podem ser moldadas através da interação com computadores e linguagens de programação.

De acordo com Brackmann (2017, p. 26), a essência do pensamento computacional já estava sendo explorada por Papert e Solomon em 1971, embora ainda não fosse referida por essa terminologia específica. O autor prossegue indicando que foi somente em 1980 que Papert introduziu o termo “pensamento computacional” na literatura, contudo, naquela época, seus princípios não foram difundidos (Brackmann, 2017, p. 26).

Foi só em 2006 que o termo “pensamento computacional” passa a ser amplamente discutido, após uma publicação feita na revista ‘*Communications of the ACM*’, pela pesquisadora Jeannette Wing, diretora de pesquisas computacionais do *National Science Foundation* (Brackmann, 2017, p. 25). Embora não tenha criado o termo, foi ela que conceituou-o relacionando com as atividades dos cientistas da computação, além de delinear

sobre as contribuições que a ciência da computação, por meio do pensamento computacional, poderia oferecer às áreas do conhecimento (Brackmann (2017, p. 25).

Segundo Wing (2006, p. 02), o “o pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da computação”. Ela ressalta que assim como a leitura, escrita e aritmética, o pensamento computacional deve ser integrado às habilidades analíticas de todas as crianças. Além disso, Wing observa que o pensamento computacional envolve a habilidade de reformular problemas complexos em termos mais acessíveis, seja através de redução, incorporação, transformação ou simulação (Wing, 2006, p. 02). Ainda acrescentou que o pensamento computacional não busca fazer com que os seres humanos pensem como computadores, mas sim oferece uma abordagem que permite aos indivíduos resolver problemas de maneira mais eficaz (Wing, 2006, p. 02).

No artigo intitulado ‘*Computational Thinking Benefits Society*’, Wing (2014, p. 02) aprimorou a definição do termo “pensamento computacional”, descrevendo-o de forma abrangente como os processos mentais envolvidos na elaboração de um problema e na apresentação eficaz de sua solução ou soluções, de maneira acessível tanto para máquinas quanto para seres humanos. Ela também introduziu a ideia de “automação da abstração” e a capacidade de “pensar de maneira análoga a um cientista da computação” (p. 02).

Em ‘*Hello Ruby: adventures in coding*’, Liukas (2015, p. 57) enfatiza a necessidade de abordar os problemas de maneira passível de resolução por computadores, ao mesmo tempo que esclarece que “o pensamento computacional é uma atividade realizada por seres humanos, não por máquinas”. A autora define o pensamento computacional como algo que engloba habilidades do “pensamento lógico, reconhecimento de padrões, raciocínio através de algoritmos, decomposição e abstração de problemas” como parte da busca por soluções (2015, p. 57).

Em concordância com essa perspectiva, a *BBC Learning* (2015, n.p.) oferece uma abordagem complementar, explicando que o pensamento computacional capacita a abordagem de desafios complexos, compreendendo-os em sua totalidade e gerando soluções realizáveis. E complementa destacando que “podemos então apresentar essas soluções de uma maneira que um computador, um humano ou ambos possam entender” (*BBC Learning*, 2015, n.p.).

Para Cavalcante, Costa e Araújo (2016, p. 1117), o pensamento computacional:

É uma forma de aplicar conceitos trabalhados na computação, mas que não são exclusivos somente desta área, pois podem ser aplicados na resolução de problemas dos mais variados campos do saber. A aplicabilidade transversal e multidisciplinar ressignifica o “pensar computacionalmente” como uma competência fundamental para todas as pessoas, não apenas para profissionais da computação, despontando

como um requisito elementar para a formação básica dos profissionais de todas as áreas nos próximos anos.

Valente (2016, p. 872) destaca que o grupo ISTE/CSTA definiu o pensamento computacional, operacionalmente, como o processo de solução de problemas, caracterizado por:

Formulação de problemas de uma forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através do pensamento algorítmico (a série de passos ordenados); identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas (Valente, 2016, p. 872).

Brackmann (2017, p. 23) salienta que “é inegável que a computação impacta nossas vidas em vários aspectos e evitá-la é impraticável, ou seja, temos que aprender a conviver com computadores e usá-los de forma cada vez mais satisfatória”. Essa afirmação reforça a importância de integrar a tecnologia de maneira eficaz na educação, preparando os estudantes para um mundo em constante evolução e demanda por habilidades digitais.

Além disso, como observado por De Almeida e Valente (2019, p. 208), a proposta de Wing sobre o pensamento computacional desencadeou o interesse de inúmeros países em reconsiderar o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação na educação. Essa iniciativa também instigou dos educadores a promoverem práticas que envolvam a exploração do conceito de programação, com o intuito central de fomentar o desenvolvimento do pensamento lógico e computacional.

Brackmann (2017, p. 30) aborda que é recorrente o questionamento sobre a definição das fronteiras entre o “pensamento computacional e a computação”, bem como sobre como o pensamento computacional interage com a própria computação. Este é um ponto de indagação frequente, uma vez que não existe uma explanação formal de seus limites e semelhanças. Na Figura 01, Brackmann (2017, p. 30) ilustra a maneira pesquisadores concebem a relação entre o pensamento computacional e a computação.

Figura 01: Relação entre pensamento computacional e a computação.



Fonte: Brackmann (2017, p. 30).

Na perspectiva destes pesquisadores, a codificação se manifesta como uma sequência de decisões e instruções formuladas em linguagem compreensível pelos computadores. No entanto, é vital destacar que o domínio do pensamento computacional ultrapassa esse âmbito, como evidenciado na Figura 01.

Conforme delineado por Brackmann (2017, p. 30), torna-se evidente que o pensamento computacional engloba dimensões que ultrapassam os limites da área da computação. Ao abordar a abstração, o pensamento crítico, a colaboração, bem como ao estabelecer conexões com diversas esferas do conhecimento.

Essa abordagem multifacetada e abrangente do pensamento computacional é complementada pelos quatro fundamentos considerados “pedras angulares” por *BBC Learning* (2015) e Liukas (2015), como: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos.

A *BBC Learning* (2015, n.p.) enfatiza que cada uma das pedras angulares do pensamento computacional é essencial, comparando-as às pernas de uma mesa - a ausência de qualquer uma delas pode resultar em instabilidade. Brackmann (2017, p. 33) também ressalta a significativa interdependência entre esses pilares no desenvolvimento de soluções computacionalmente viáveis, destacando a importância de todos eles, sem a predileção de um em detrimento dos outros. A aplicação correta dessas quatro técnicas é relevante na resolução de um problema complexo.

De acordo com Liukas (2015, p. 57), a ideia da decomposição pode ser entendida ao considerarmos a maneira como desmontamos uma refeição ou mesmo os níveis de um jogo em

suas partes constituintes. Ela acrescenta que “os programadores geralmente quebram seu código em pedaços menores. Isso torna mais fácil de entender e manter” (Liukas, 2015, p. 57).

A *BBC Learning* (2015, n.p.) define a decomposição como o ato de “dividir um problema ou sistema complexo em partes menores e mais gerenciáveis”. Segundo Brackmann (2017, p. 34) essa estratégia busca facilitar a resolução de problemas, uma vez que fragmentado em partes menores, é possível dedicar uma atenção mais focalizada em cada parte.

Brackmann (2017, p. 34) também comenta sobre as dificuldades que surgem quando um problema não é decomposto, evidenciando que a resolução se torna consideravelmente mais desafiadora. A aplicação da decomposição no desenvolvimento de programas assemelha-se à decomposição de elementos físicos, permitindo a modularização das partes. No entanto, quando essa modularização não é possível, a complexidade aumenta e a substituição torna-se mais desafiadora (Brackmann, 2017, p. 39). Abordagens mais eficazes envolvem a divisão do problema em partes menores e a resolução individual de cada uma delas, processo que também promove uma análise mais detalhada (Brackmann, 2017, p. 34).

O reconhecimento de padrões, de acordo com Liukas (2015, p. 57) é a habilidade de identificar semelhanças e regularidades para resolver problemas complexos de maneira mais eficiente. A *BBC Learning* (2015, n.p.) reforça essa ideia ao afirmar que o reconhecimento de padrões consiste em identificar semelhanças tanto entre quanto dentro de problemas.

Brackmann (2017, p. 35) explica que, o reconhecimento de padrões envolve a identificação de características ou similaridades compartilhadas por diversos problemas, o que pode ser explorado para encontrar soluções mais eficientes. Esse processo permite abordar problemas de forma mais ágil ao aplicar soluções previamente estabelecidas para situações similares, com base em experiências anteriores. Questionamentos como “Este problema é semelhante a um que já resolvi?” ou “Quais são as diferenças?” têm um papel importante nessa etapa, auxiliando na definição dos dados, processos e estratégias a serem adotados na resolução. Quanto mais padrões forem identificados, mais ágil e dinâmica será a obtenção da solução geral. (Brackmann, 2017, p. 36 - 37).

Já a abstração tanto Liukas (2015) quanto a *BBC Learning* (2015), consideram que é um procedimento que envolve a separação dos detalhes não essenciais, com o intuito de se concentrar nos elementos cruciais. Liukas (2015, p. 57) ainda exemplifica alguns processos de abstração, citando que “um mapa do metrô é uma abstração do mundo real e complexo. Um calendário é uma abstração do seu tempo. Até as linguagens de programação são abstrações”.

Brackmann (2017, p. 39) também ressalta que a abstração envolve filtrar os dados e suas categorias, considerando somente os elementos relevantes. Ele exibe que os cientistas da computação devem criar abstrações de problemas do mundo real que sejam compreensíveis para os usuários de computador e, simultaneamente, possam ser facilmente representadas e manipuladas em sistemas computacionais (2017, p. 39).

O exemplo citado por Brackmann (2017, p. 39) ainda revela outra característica da abstração, que é a elaboração de representação da questão em análise. Esta, conjuntamente com a questão da supressão dos detalhes menos relevantes para entendimento do problema, permite uma versão/representação simplificada do problema, facilitando sua compreensão e resolução.

Shute; Sol, Asbell-Clarke (2017, p. 148) destacam que a escrita de programas eficientes requer o uso essencial de abstração. Por exemplo, ao criar soluções eficazes, é fundamental extrair conceitos gerais e aplicá-los em diferentes contextos, ao invés de repetir código repetidamente. Isso não apenas demonstra a capacidade de pensamento abstrato, mas também promove uma abordagem mais eficiente e reutilizável na programação (Shute; Sol, Asbell-Clarke, 2017, p. 148).

Quanto ao pilar algoritmo, Liukas (2015, p. 57) o concebe como o ato de “desenvolver uma solução passo a passo para o problema, ou as regras a seguir para resolver o problema”. Especificamente na computação, a autora ressalta que os algoritmos são utilizados para criar soluções reutilizáveis para problemas.

Brackmann (2017, p. 41) considera os algoritmos como soluções prontas, pois incorporam os três pilares anteriores em sua formulação. Uma vez postas em prática, seguem uma sequência predefinida de passos, podendo ser repetidas quantas vezes forem necessárias, o que elimina a exigência de criar um novo algoritmo a cada execução (Brackmann, 2017, p. 41).

Ainda de acordo com Brackmann (2017, p. 40), em um algoritmo, as instruções são descritas e organizadas de modo a alcançar um objetivo, podendo ser representadas por diagramas ou pseudocódigo (uma linguagem de compreensão humana), antes de serem convertidas em códigos de programação. No entanto, o autor enfatiza que a abstração continua a ser a base central do pensamento computacional, abrangendo uma vasta gama de aspectos dentro das atividades propostas por essa abordagem (Brackmann, 2017, p. 40).

2.3.1 Abordagens de desenvolvimento do pensamento computacional no âmbito escolar

O movimento de incorporação do pensamento computacional nas escolas tem sido uma tendência global, como destacado por Brackmann (2017, p. 79): “a adoção de noções de computação em escolas na Educação Básica é, atualmente, uma preocupação em diversos países, onde a implantação ocorre de forma rigorosa”. A preocupação em introduzir conceitos computacionais na Educação Básica reflete uma estratégia pedagógica mais ampla, que vai além do simples uso da informática em sala de aula.

É importante compreender que disciplinas de computação visam desenvolver habilidades mais profundas, incluindo a reflexão crítica e a resolução de problemas (Brackmann, 2017, p. 79). Elas também promovem uma compreensão mais ampla da presença da tecnologia digital no mundo atual, com benefícios educacionais e econômicos, dada a crescente demanda por profissionais qualificados nesse campo (Brackmann, 2017, p. 79 - 80).

Para Souza (2016, p. 22), a introdução do pensamento computacional no âmbito escolar está moldando um novo paradigma educacional. A ideia de uma “nova alfabetização” se materializa ao inserir conceitos de lógica de programação já nos anos iniciais do ensino fundamental, por meio de ferramentas como jogos e plataformas *online*. O autor destaca ainda, que essa abordagem visa aprimorar constantemente as habilidades dos estudantes à medida que avançam em sua jornada educacional (Souza, 2016, p. 23).

De acordo com De Almeida; Valente (2019, p. 213), diversos países têm demonstrado interesse em modificar seus currículos para contemplar a programação e os conceitos da Ciência da Computação, até mesmo nos primeiros anos da Educação Básica. Na Europa em 2014, a Comissão Europeia divulgou um relatório envolvendo 20 nações do continente, revelando que 13 delas já haviam incorporado a programação em suas disciplinas obrigatórias desde o ensino infantil até o nono ano, como é o caso da Estônia e da Grécia (De Almeida; Valente, 2019, p. 213).

Segundo De Almeida; Valente (2019, p. 228) a Estônia é considerada um dos países pioneiros na integração da programação de computadores na Educação Básica, com enfoque em codificação, robótica e temas computacionais, servindo como exemplo para outros países. Após sua independência da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas em 1992, a Estônia adotou uma política nacional para construir uma sociedade conectada digitalmente, com projetos como o identificador digital único e iniciativas como o projeto *Tiger Leap* e

ProgeTiger, visando o desenvolvimento de habilidades digitais desde a Educação Básica e facilitando o acesso à serviços governamentais digitais (De Almeida; Valente, 2019, p. 228)

Posteriormente, essa abordagem ganhou atenção em outros países da União Europeia, como a Alemanha, Espanha, Finlândia e Inglaterra, tendo este último se destacado por adotar, em 2013, a programação de computadores em seu currículo nacional (Couto, 2017, p. 120). Diversos outros países ao redor do mundo também começaram a incorporar o desenvolvimento de habilidades relacionadas à Ciência da Computação em seus currículos educacionais, incluindo nações como os Estados Unidos (Felix, Billa e Adamatti, 2019, p. 91).

Na Espanha, a programação foi incorporada ao currículo em 2015, como uma opção de estudo dentro da disciplina “*Tecnologías de la Información y la Comunicación I*”, a partir da educação secundária pós-obrigatória (De Almeida; Valente, 2019, p. 224). Os autores também apontam que na comunidade de Madrid, foram inseridos conteúdos relacionados à robótica e programação na disciplina “*Tecnología, Programación y Robótica*”.

No Brasil, a oficialização do processo de incorporação do pensamento computacional no sistema educacional ocorreu com a criação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). De acordo com Brasil (2018, p. 08), este documento é caracterizado como:

Referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares, a BNCC integra a política nacional da Educação Básica e vai contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações, em âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação (Brasil, 2018, p. 08).

A introdução do pensamento computacional na BNCC reflete o reconhecimento da importância das competências digitais e habilidades relacionadas à ciência da computação na formação dos estudantes (Brasil, 2018, p. 266). Sua inclusão no currículo visa a preparação dos estudantes para os desafios da sociedade contemporânea, onde a tecnologia tem um papel central em diversas áreas (Brasil, 2018, p. 474).

A BNCC enfatiza a importância da integração de conceitos do pensamento computacional em diversas disciplinas como uma ferramenta essencial no processo de resolução de problemas. Conforme destacado pela própria BNCC (Brasil, 2018, p. 227):

[...] a aprendizagem de Álgebra pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa.

Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. A linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável. Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (Brasil, 2018, p. 227).

O pensamento computacional é uma habilidade poderosa que pode abrir portas para estudantes compreenderem, estrategizarem e resolverem desafios de diversas áreas do conhecimento, incluindo matemática, ciências e linguagens (Jesus; Silveira; De Lima Palanch, 2019, p. 70). No entanto, apesar desse potencial, a inserção efetiva dessa habilidade nas escolas brasileiras ainda enfrenta desafios consideráveis, como apontado por De Santana; Oliveira (2019, p. 158), ressaltando a escassez de iniciativas nesse sentido.

Brackmann (2017, p. 163) ressalta a importância do desenvolvimento de materiais e abordagens para o ensino do pensamento computacional, enfatizando a necessidade de apoio por parte das autoridades e gestores escolares. Destacando a relevância da formação de professores em colaboração com Instituições de Ensino Superior, para capacitação dos professores. Propõe também a inclusão de disciplinas opcionais voltadas para Ciência da Computação (CC), a fim de proporcionar aos estudantes o acesso aos conceitos do pensamento computacional, com a perspectiva de que essas disciplinas integrem futuramente o currículo (Brackmann, 2017, p. 164). Para esse autor, na atualidade, a discussão não está mais em decidir se devemos ou não introduzir o pensamento computacional nas escolas, mas sim em como e a partir de qual idade/ano essa abordagem deve ser incorporada (Brackmann, 2017, p. 167).

Araujo; Andrade; Guerrero (2016) identificaram diversas abordagens que estimulam o pensamento computacional, incluindo programação, robótica/programação, atividades desplugadas, ferramentas/jogos e modelos (p. 1151). A programação, em particular, foi identificada como a abordagem mais empregada para estimular o pensamento computacional (p. 1152).

Segundo Zanetti; Borges; Ricarte (2016, p. 26) há cinco categorias de práticas pedagógicas relacionadas à exploração do pensamento computacional no ensino de programação para crianças: computação desplugada, jogos digitais, linguagem de programação, linguagem de programação visual e robótica pedagógica. Dentro da categoria de “linguagem de programação visual”, o *Scratch* e o *App Inventor* se destacam, enquanto a “robótica pedagógica” envolve a utilização de artefatos robóticos, reais ou virtuais (p. 26).

Em uma análise sobre abordagens do pensamento computacional no contexto escolar, realizada por Jesus; Silveira; De Lima Palanch (2019, p. 80) revela uma variedade de modelos

delas, incluindo: (a) Projetos de desenvolvimento de jogos ou animações interativas, presentes em 26,47% dos trabalhos; (b) Projetos de robótica, representando 5,88%; (c) Projetos de *software* – outros, também 5,88%; (d) Solução de problemas ou desafios propostos, abrangendo 35,29%; (e) Coleta e análise de dados, com 2,94% de representatividade; (f) Oficinas ou aulas práticas, compreendendo 14,70% dos trabalhos; (g) Uso de jogos, presentes em 8,82% dos estudos.

Quanto à contribuição de cada abordagem no desenvolvimento do pensamento computacional, a robótica se apresenta promissora, categorizada pelos autores como “artefatos criados” (p. 82). Essa categoria é segmentada em: (a) Jogos e animações digitais, abrangendo 44,12% das abordagens; (b) Robótica, com 8,82% de representatividade; (c) *Softwares* (outros) e simulação, ambos presentes em 5,88%; (d) Conceitos abstratos – algoritmos, lógica de programação ou modelos, compreendendo 29,41%; (e) Coleta de dados, com apenas 2,94% de representação; (f) Jogos e robótica, cada um com 2,94% de representação.

Em um mapeamento realizado por Da Silva; De França; Falcão (2021), à uma diversidade de recursos que promovem o pensamento computacional, classificando os recursos como “aplicativo móvel, ambiente de programação, jogo, livro, robótica e atividade desplugada” (p. 43). Essas categorias são subdivididas em abordagens como ‘PC plugado’, ‘PC desplugado’ e ‘PC híbrido’ (p. 44).

Dentro da abordagem ‘Pensamento computacional plugado’, destacam-se ambientes de programação como *Scratch*, *Scratch Jr.*, *Code.Org*, *Tinkercad* e *App Inventor*; jogos digitais como *Blockly Games*, *Lightbot*, *Compute It* e *Aventuras de Biguió*; além do aplicativo móvel computação plugada. Os autores Da Silva; De França; Falcão (2021, p. 45) ressaltam que muitos jogos digitais que envolvem o pensamento computacional são excluídos devido não serem gratuitos ou pela disponibilidade apenas na língua inglesa, e o mesmo se aplica à robótica.

Em relação à robótica, a distribuição gratuita apresenta desafios, mas projetos acadêmicos e iniciativas de professores na educação básica empregam a robótica livre, desenvolvida com materiais reutilizáveis e peças eletrônicas de outros equipamentos (Da Silva, De França e Falcão, 2021, p. 47).

Embora os obstáculos à implementação do pensamento computacional nas escolas brasileiras sejam notáveis, estratégias como a robótica pedagógica e o uso de plataformas de programação visual, como *Scratch* e *App Inventor*, demonstram grande promissoras. A robótica oferece uma abordagem prática, enquanto as plataformas visuais enriquecem o aprendizado.

2.4 A robótica educacional no contexto escolar

No cenário educacional contemporâneo, a robótica educacional desponta como uma ferramenta de aprendizado envolvente e inovadora. Ao unir a tecnologia digital à prática educativa, a robótica educacional oferece uma abordagem para fomentar o pensamento computacional e outras habilidades fundamentais nos estudantes.

Para Gesser (2022, p. 18), a robótica educacional cria oportunidades para a exploração da ciência e da tecnologia no ambiente escolar. Os estudos desse autor indicam que a robótica:

É uma proposta de ensino que incentiva e desafia alunos e professores na aprendizagem, permitindo uma conexão entre as disciplinas curriculares, além de possibilitar a articulação entre teoria e prática. A Robótica Educacional possui diversas potencialidades e pode auxiliar o aluno no desenvolvimento de características como a criatividade, a autoconfiança, a autonomia, o protagonismo, a coordenação motora, a concentração, o comprometimento, a curiosidade, o trabalho em equipe, a comunicação, o hábito de investigar e pesquisar, o senso crítico e conhecimentos de áreas específicas (Matemática, Física e outras) (Gesser, 2022, p. 18).

Gonçalves; Aroca (2014, p.07) também destacam que a robótica possibilita a integração de tecnologias digitais no contexto educacional, promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades na cultura digital dos estudantes. Além disso, para esses autores, “a robótica educacional consiste em uma importante ferramenta interdisciplinar e motivacional que pode se constituir em importante auxílio ao processo de ensino-aprendizagem” (Gonçalves; Aroca, 2014, p. 07).

Campos (2017, p. 2110) reforça a visão de Gonçalves e Aroca (2014), enfatizando que a robótica na educação se destaca como uma ferramenta única de aprendizado baseada na prática, incentivando o engajamento dos estudantes “que pode oferecer o ‘aprender fazendo’ [...] que fomenta o interesse e curiosidade dos alunos”.

Já Barbosa *et al* (2015, p. 272) complementam evidenciando que a robótica educacional oferece aos participantes desafios de diferentes complexidades, incentivando a superação, aprendizado com erros e acertos até que os objetivos sejam alcançados.

As atividades de robótica educacional ganharam popularidade no ensino com a metodologia STEM (ciência, tecnologia, engenharia, matemática) que vem sendo difundida nos últimos anos, uma vez que proporcionam aplicações práticas de conceitos de tecnologia, matemática, engenharia e ciências (Kucuk; Sisman, 2017, p. 33).

No entanto, é importante ressaltar que a robótica educacional “não é nenhuma metodologia ou instrumento salvacionista para o ensino, mas uma forma de estimular e desafiar

os alunos a aprenderem e se interessarem pelo mundo da tecnologia, da ciência e da investigação científica” (Gesser, 2022, p. 114).

Atividades desenvolvidas por meio da robótica proporcionam um ambiente educacional que integra de forma harmoniosa o conhecimento prático do cotidiano com um suporte pedagógico, facilitando uma comunicação autêntica entre a teoria ensinada em sala de aula e sua aplicação prática (Passos, 2017, p. 21).

No entanto, para Campos (2017, p. 2115) e Libardoni (2018, p. 70), assegurar que a robótica alcance crianças e jovens de interesses variados, em vez de se limitar a um grupo restrito, é essencial optar por projetos mais abrangentes, que englobem diversos domínios de conhecimento e metas de aplicação.

Campos (2017, p. 2115) ainda propõe que “à medida que buscamos essa abordagem, é fundamental desenvolver novas e inovadoras formas de tornar a criação de projetos de robótica mais atrativa”. Para essa finalidade, a autora sugere quatro estratégias que promovem um engajamento mais amplo da robótica na educação: (1) projetos temáticos, não apenas desafios; (2) projetos que unam arte e engenharia; (3) projetos que estimulem o desenvolvimento de narrativas; (4) realização de exposições, não somente competições (Campos, 2017, p. 2116).

Silva (2009, p. 43) defende a sinergia entre robótica e educação, destacando que o robô, enquanto componente tecnológico, incorpora uma série de conceitos científicos ensinados nas escolas e desperta a imaginação dos estudantes. Essa interação com novos modos de operação e a necessidade de interpretar símbolos demandam abordagens inovadoras. Ele acrescenta que a robótica educacional também abraça um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução, ao incorporar conceitos de diversas disciplinas para a modelagem dos robôs, abraçando, assim, a interdisciplinaridade.

Segundo Alves, Sampaio e Da Fonseca Elia (2014), as atividades relacionadas à robótica educacional se caracterizam por:

Dinâmica e motivadora, onde o esforço do educando é empregado na criação de soluções, sejam essas compostas por hardware e/ou software. As soluções visam à resolução de um problema proposto, podendo o mesmo ser do cotidiano, promovendo assim a transformação do ambiente escolar em uma oficina de inventores (Alves; Sampaio; Da Fonseca Elia, 2014, p. 02).

Uma análise da literatura sobre robótica educacional realizada por Campos (2017, p. 2110), destaca um aumento notável na pesquisa e implementação dessa abordagem no ambiente escolar, indicando seu potencial para impactar a educação em ciência e tecnologia em todas as etapas, desde a educação infantil até a universidade.

Gomes *et al* (2010, p. 208 - 209) enfatizam que a robótica educativa, quando aplicada de maneira eficaz, contribui para o crescimento intelectual dos alunos por meio de experimentação, construção, reconstrução, observação e análise.

A revisão sistemática da literatura conduzida por De Souza; De Castro (2022, p. 58) revela que a robótica educacional se destaca como uma ferramenta pedagógica emergente em diversas disciplinas (Matemática, Física, Educação, Engenharia, Artes) e para diferentes faixas etárias. As autoras concluem que a robótica oferece contribuições significativas para o ensino da Matemática, proporcionando aulas dinâmicas e participativas, nas quais os alunos se sentem motivados a enfrentar os desafios até o final do processo (De Souza; De Castro, 2022, p. 73).

De Souza; De Castro (2022, p. 58) afirmam que a introdução da robótica nas escolas pode trazer ganhos significativos tanto para as ciências quanto para o ensino e aprendizagem da Matemática. Devido a esses resultados, é notável que muitas escolas e professores de Matemática têm aderido às atividades de robótica educacional, seja de forma voluntária ou compulsória, como ressalta Kalinke (2021, p. 04).

Mendes; Braga (2023, p. 50) destacam que a incorporação da robótica educacional permite aos professores oferecer aulas mais lúdicas e envolventes, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos e uma ampliação dos conhecimentos em outras áreas. Os autores enfatizam que a robótica educacional também promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento computacional, da resolução de problemas cotidianos, do trabalho em equipe e do engajamento em sala de aula (p. 50).

Em relação à área da Matemática, Ribeiro; Coutinho; Costa (2011, p. 442) afirmam que a robótica envolve um conjunto de habilidades e competências matemáticas essenciais, como medidas, contagens e cálculo mental, que estão interligadas às áreas fundamentais da aritmética, estimação, álgebra e geometria.

Conforme apontado por Alves; Sampaio; Da Fonseca Elia (2014, p. 02), é possível empregar a robótica em ambiente escolar sem recorrer à programação. No entanto, os projetos resultantes tendem a apresentar um escopo limitado e, de certa forma, desvinculado das situações reais. Nesse sentido, os autores complementam que a introdução da programação proporciona oportunidades para criar sistemas inteligentes e autônomos capazes de reagir a estímulos, ampliando as fronteiras da robótica educacional.

Em síntese, a robótica educacional se destaca como uma ferramenta pedagógica dinâmica e versátil, capaz de promover um ambiente de aprendizagem enriquecedor e interdisciplinar. Seu potencial abrange desde o crescimento intelectual dos estudantes por meio

da experimentação e construção até a contribuição significativa para o ensino da matemática e outras áreas do conhecimento.

A inserção da programação, por sua vez, desencadeia possibilidades de desenvolvimento de sistemas autônomos e inteligentes, abrindo novos horizontes para a exploração das potencialidades da robótica educacional. Dessa forma, a robótica emerge como uma aliada na formação de habilidades essenciais para o século XXI, promovendo o raciocínio lógico, pensamento computacional, resolução de problemas, colaboração e engajamento dos estudantes em sala de aula.

2.4.1 O *software* de programação visual *PictoBlox*

A importância da programação de computadores se evidencia ainda mais quando observamos o impacto da robótica educacional, sobretudo através de *softwares* como o *PictoBlox*, no estímulo ao desenvolvimento do pensamento computacional.

Para Razzera Gajardo; Webber (2021, p. 168), “a programação de computadores, por meio do seu conjunto de métodos e práticas, abre caminhos e possibilidades propondo desafios tanto científicos quanto criativos”. De acordo com estes autores, a programação, emerge como um meio pelo qual os estudantes podem explorar conceitos científicos de maneira prática e criativa.

A Eduscratch (2015, p. 02) enfatiza a importância da habilidade de programar computadores na sociedade contemporânea, visando as melhorias que isso pode proporcionar:

A capacidade de escrever programas de computador é uma parte importante da alfabetização na sociedade de hoje. Quando as pessoas aprendem a programar, elas aprendem estratégias importantes para a resolução de problemas, projetos de design e comunicação de ideias (Eduscratch, 2015, p. 02).

Para Mello (2017, p. 03), ao analisarmos a perspectiva dos educandos, é essencial compreender o anseio dos mesmos por dominar as tecnologias do século atual. No entanto, esse desejo frequentemente se manifesta de maneira imediatista, sem uma compreensão aprofundada do alfabetismo científico, resultando em uma utilização meramente prática das tecnologias.

As linguagens visuais desempenham um papel significativo, uma vez que se diferenciam das linguagens de programação profissionais ao apresentarem os comandos na forma de blocos, que são combinados para criar programas (Razzera Gajardo; Webber, 2021, p. 169 - 170).

A habilidade de programação, de forma simplista, envolve a organização de uma sequência de instruções com o propósito de resolver um problema específico (Razzera Gajardo;

Webber, 2021, p. 169). Hoje em dia, uma ampla gama de plataformas permite que crianças criem seus próprios jogos e animações utilizando métodos de codificação simplificados. Antes de se aventurarem nessas plataformas, há diversos jogos disponíveis que ensinam os conceitos básicos de programação de maneira acessível e envolvente (Souza, 2016, p. 30). Alguns exemplos notáveis dessas plataformas e *softwares* incluem: o *Scratch*², a *Code.org*³, o *App Inventor*⁴ e o *PictoBlox*⁵.

Aprofundando ainda mais a discussão sobre as abordagens de uso da programação visual para a realização de projetos de robótica educacional, é importante ressaltar que o *software PictoBlox* que se destaca nesse cenário, pois, apresenta uma alternativa relevante para facilitar a introdução à programação de maneira envolvente na elaboração de projetos. O *site Steampedia* (2022, s.p.) oferece a seguinte definição para o *PictoBlox*:

PictoBlox é um *software* de programação gráfica baseado em *Scratch* 3.0 que é o companheiro ideal para dar o primeiro passo no mundo da programação. Sua interface amigável e a funcionalidade de arrastar e soltar eliminam a necessidade de memorizar sintaxe e regras que é o caso das linguagens de programação tradicionais e muitas vezes assusta as crianças e as deixa hesitantes. Como resultado, eles só precisam se concentrar no problema em questão e desenvolver habilidades como raciocínio lógico e resolução de problemas – as habilidades obrigatórias no mundo atual, orientado pela tecnologia (Steampedia, 2022, s.p.).

Este *software* possibilita também diversas interações e aprendizados, como: 1) a aprendizagem de máquina, com o reconhecimento de textos, rostos ou objetos, facilitando na criação de um assistente virtual, modelos de projetos e etc.; 2) ações de código para robôs, por meio da criação e o carregamento do código do *Scratch* para fazê-los realizarem tarefas ou evitar obstáculos; 3) criação de jogos, animações, personagens que imitem ações e encene histórias; 4) codificação a qualquer hora e em qualquer lugar pelo celular ou pelo *download off-line* da *software* (Steampedia, 2022, s.p.).

O *PictoBlox* está disponível gratuitamente para usuários do *Windows*, *Mac* e *Linux*, e para aplicativos móveis com sistema *Android*. Como o *PictoBlox* foi desenvolvido com base no *software* de programação *Scratch* 3.0, sua funcionalidade básica é análoga, inclusive no *design* da área trabalho, como podemos observar na Figura 02 a seguir. Por conseguinte, o *Pictoblox* possui recursos para *hardware*, Inteligência Artificial (IA), aprendizado de máquina

² Disponível em: < <https://scratch.mit.edu/> >.

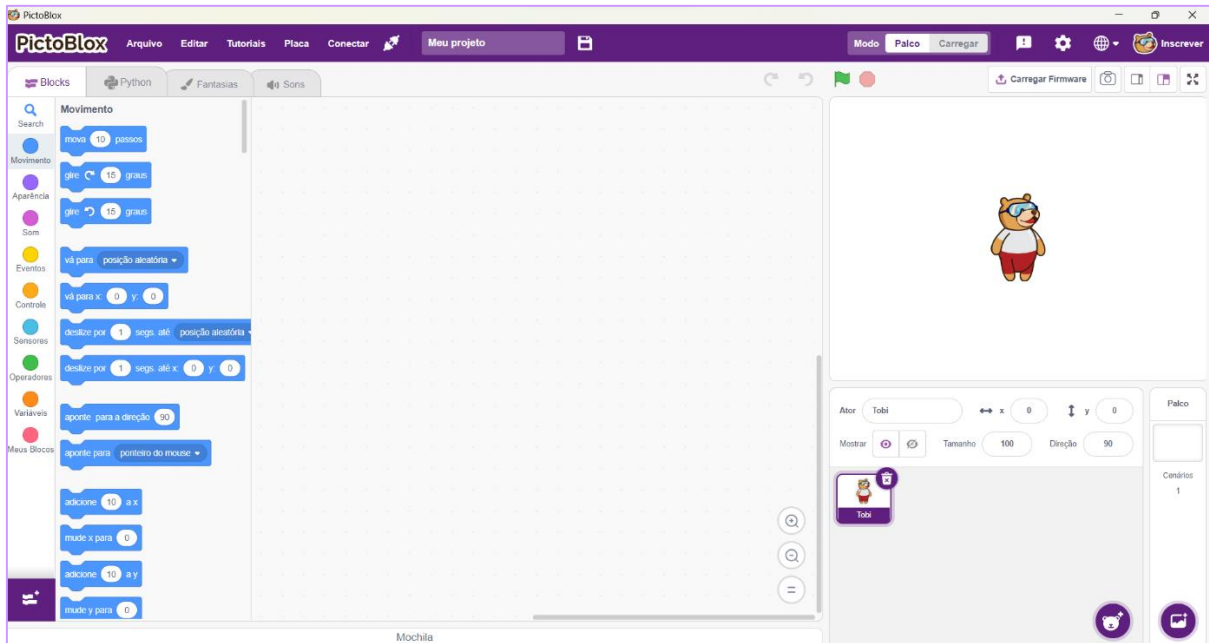
³ Disponível em: < <https://code.org/> >.

⁴ Disponível em: < <http://appinventor.mit.edu/> >.

⁵ Disponível em: < <https://pictoblox.ai/> >.

e robótica, sendo possível programar sensores genéricos, atuadores, motores, por meio do uso de placas de prototipagem como: *microbit*, Arduino Uno, Arduino Mega, ESP32 e etc. (Steampedia, 2022, s.p.).

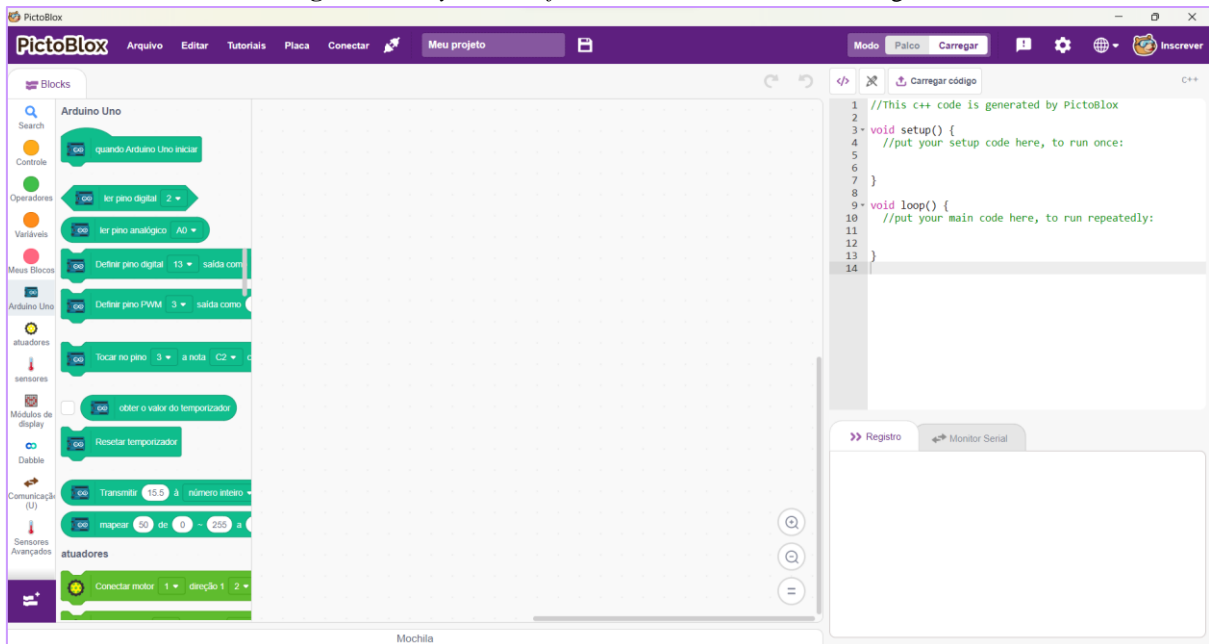
Figura 02: Layout do software PictoBlox no modo palco.



Fonte: Elaborado pela autora no PictoBlox.

Na Figura 03 podemos observar a seleção para a placa de prototipagem Arduino Uno, com os respectivos blocos de códigos e algumas extensões disponíveis.

Figura 03: Layout do software PictoBlox no modo carregar.



Fonte: Elaborado pela autora no PictoBlox.

Uma das principais características do *PictoBlox* é a sua interface, cada ação é assimilada por uma cor e seus mecanismos para a codificação de qualquer jogo por meio do arrastar blocos de códigos em estipulados espaços, mediante a isso “essa tarefa se mostra altamente intuitiva e fácil de entender, mesmo se você não tiver conhecimento técnico” (Uptodown, 2022, s.p.).

No *PictoBlox*, há acesso à modelos padrões, na forma de tutoriais. São eles que mostram e explicam as etapas necessárias para codificar determinados ambientes. Com o *software* é possível aprender conceitos de Matemática, programação e etc. (Uptodown, 2022, s.p.). Ao incluir o Arduino, é possível também criar projetos de robótica.

Wanzala e Atim (2021, p. 86) descrevem o *PictoBlox* como uma aplicação de programação visual, fundamentada na versão mais recente do *Scratch*, que proporciona uma experiência de prestação agradável e descomplicada, “é um *software de desktop* construído para fazer um projeto Arduino de forma simples e fácil”⁶ (tradução nossa). Cruz, Bento e Lencastre (2021, p. 53) corroboram “*PictoBlox* permite que os alunos integrem a criatividade em narrativas, jogos, animação, máquina aprendizado ou atividades de IA, por exemplo”⁷(tradução nossa). Os autores ainda afirmam que o *PictoBlox* “pode ser usado em todos os currículos para integrar a tecnologia em projetos interdisciplinares e promover estudantes do século XXI usando a tecnologia”⁸ (Cruz; Bento e Lencastre, 2021, p. 54, tradução nossa).

Concluimos, portanto, a exploração da definição e funcionalidade do PictoBlox, um *software* de programação visual fundamentado na plataforma *Scratch*. Demonstramos como essa ferramenta torna as habilidades de programação acessíveis e agradáveis, facilitando a concepção de projetos com o Arduino.

Tornando evidente que o *PictoBlox* desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento computacional, especialmente entre crianças e jovens, ao oferecer uma abordagem visual e intuitiva para a programação. Além disso, salientamos seu potencial para promover a aprendizagem interdisciplinar, englobando aspectos de Matemática, ciências e tecnologia.

⁶ “PictoBlox is a graphical programming software based on the latest version of Scratch that makes coding fun and easy; it is a desktop software built to make an Arduino project simply and easily”.

⁷ “PictoBlox allows students to integrate creativity in storytelling, games, animation, machine learning, or AI activities, for example”.

⁸ “With this software, students can program their projects and collaborate and share their projects online. Thus, it can be used across all curricula to integrate technology in interdisciplinary projects and promote 21st-century students using technology”.

2.4.2 Placa Arduino Uno na robótica educacional

A placa Arduino, segundo Mello (2017, p. 05), é definida como uma plataforma de código aberto baseada na linguagem de *software* C++, que possibilita a interação com outras plataformas de programação, permitindo que usuários de diferentes níveis participem de projetos de automação. Essa placa de prototipagem é destinada principalmente a estudantes sem experiência em eletrônica e programação, sendo utilizada para o desenvolvimento de computação física, fazendo uso dos recursos de computação e eletrônica (Mello, 2017, p. 05).

Além disso, a Arduino possui um ambiente de programação nativo chamado *Wiring*, que se baseia em comandos semelhantes à linguagem C e oferece recursos para depuração e comunicação (*upload*) com a placa de *hardware* Arduino, como afirmam Alves; Sampaio; Da Fonseca Elia (2013, pág. 263).

A placa Arduino Uno inclui um oscilador de cristal de 16 MHz, um regulador de tensão de 5V, um botão de *reset*, um plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns LEDs para facilitar a verificação do funcionamento (De robótica, 2012, p. 03). De acordo com Amorim (2016, p. 794), a utilização deste microcontrolador trata-se de um projeto que combina elementos de *software* e *hardware* com a finalidade de criar uma plataforma de fácil aplicação para a prototipagem de projetos interativos.

São vários os modelos de placa Arduino, incluindo o Arduino Uno, Arduino 2009, Arduino Mega 2560 e Arduino Nano (De Robótica, 2012, p. 04 - 05). Nesta pesquisa, optamos pelo uso da Arduino Uno devido ao seu preço acessível e à facilidade de acesso e programação. Além disso, a escolha da Arduino Uno se deve ao seu valor acessível no mercado o que facilitaria consequentemente na sua inserção em larga escala no âmbito escolar.

Na Figura 04, apresenta-se uma imagem ilustrativa da placa Arduino Uno, que desempenha um papel central nos projetos de robótica desenvolvidos nesta pesquisa.

Figura 04: Placa Arduino Uno R3.



Fonte: Site oficial do Arduino.⁹

⁹ Disponível em: < <https://www.arduino.cc/> >.

Souza *et al* (2011, p. 1702-1) caracterizam a placa Arduino como um microcontrolador versátil que “potencializa suas funções para além de uma simples interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinha no controle de vários dispositivos e tendo assim aplicações em instrumentação embarcada e robótica”. Os autores também descrevem alguns pontos positivos da placa, como a possibilidade de encontrar diferentes versões nacionais, os preços acessíveis e instruções de montagem a partir dos componentes eletrônicos básicos (p. 1702-2).

O Arduino proporciona ilimitadas possibilidades de criações, sendo uma plataforma de *hardware open source* e de fácil utilização e “ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída leds, motores, *displays*, autofalantes etc.” (Souza *et al*, 2011, p. 1702-2).

Na condição de controlador, a Arduino desempenha uma série de tarefas correlacionadas com a robótica, na qual a atividade de um robô pressupõe autonomia de ação e torna-se necessário que ele ‘sinta’ o ambiente em que está inserido para assim, ‘agir’ conforme os objetivos estabelecidos a ele (De Medeiros; Wünsch, 2019, p. 464).

De acordo com De Medeiros; Wünsch (2019, p. 463), a aceitação e disseminação da plataforma Arduino nas escolas, além do seu baixo custo, deve-se:

A possibilidade de se lidar com uma plataforma aberta, com um vasto conhecimento distribuído, permitindo construções de forma incremental e um acesso mais profundo às montagens, tem se tornado um atrativo formidável na consideração de tal plataforma para auxiliar no ensino e na aprendizagem (DE MEDEIROS; WÜNSCH, 2019, p. 463).

De Oliveira; Guedes (2015, p. 07) enfatizam que há diferentes kits de robótica educacional, mas que “a escolha de um determinado kit para adoção em certo contexto educacional precisa levar em conta as diferenças, [...] que incluem desde a avaliação do material pedagógico até o custo destes kits”.

Na inserção da robótica educacional, a placa Arduino Uno ganha destaque devido à sua acessibilidade e à sua capacidade de proporcionar um aprendizado versátil. O uso da Arduino Uno em projetos de robótica, possibilita aos estudantes experiências práticas e estimula a mobilização de habilidades necessárias para desde a iniciação acadêmica (De Medeiros; Wünsch, 2019, p. 463).

Assim, a integração da placa Arduino Uno no âmbito escolar, especialmente no contexto da robótica educacional e sua utilização em uma variedade de projetos que abrangem diversas áreas do conhecimento, a torna relevante para o desenvolvimento das habilidades essenciais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são detalhados os procedimentos metodológicos estabelecidos para a realização desta pesquisa, os quais estão pautados em Creswell (2007), Bicudo (2012), Limberger; Brandolt; Bertoglio (2016), Valladares (2007), Marconi; Lakatos (2015), Moura (2004), Moraes (2003) e Moraes; Galiazzi (2016).

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa realizada seguiu os princípios da abordagem qualitativa, alinhada com a perspectiva interpretativa. De acordo com as diretrizes de Creswell (2007, p. 186), essa abordagem envolve a interpretação dos dados, incluindo a criação de narrativas descritivas sobre indivíduos ou cenários, a análise dos dados para identificar temas ou categorias, e, por fim, a formulação de interpretações e conclusões que possuem relevância pessoal e teórica.

Segundo Bicudo (2012) a relevância da pesquisa qualitativa, consiste em:

Um modo de proceder que permite colocar em relevo o sujeito do processo, não olhado de modo isolado, mas contextualizado social e culturalmente; mais do que isso e principalmente, de trabalhar concebendo-o como já sendo sempre junto ao mundo e, portanto, aos outros e aos respectivos utensílios dispostos na circunvizinhança existencial, constituindo-se, ao outro e ao mundo em sua historicidade (BICUDO, 2012, p. 17).

Dado que a abordagem desta pesquisa foi qualitativa, priorizamos a compreensão das percepções dos sujeitos pesquisados sobre o uso e a aplicação da robótica educacional por meio do *software PictoBlox* e da placa Arduino Uno R3.

3.2 Participantes e *locus* da pesquisa

Para viabilizar a participação dos estudantes neste estudo, a autora deste trabalho elaborou convites impressos contendo um código QR para inscrição. Posteriormente, ela deslocou-se até uma instituição pública situada no município de Barra do Bugres, estado de Mato Grosso. Onde apresentou sua pesquisa de mestrado e o experimento de ensino em robótica educacional a ser desenvolvido. A escolha específica dessa escola considerou a proximidade com o local da pesquisa, facilitando o deslocamento dos estudantes.

Os participantes deste estudo consistiram em um grupo de 12 (doze) estudantes atualmente matriculados no Ensino Médio (EM) da escola visitada. Destes, 07 (sete) frequentavam o 2º ano, enquanto 05 (cinco) estavam matriculados no 1º ano. Vale destacar que esses estudantes participavam de turmas diferentes na instituição escolar e apresentam idades variando entre 15 (quinze) e 16 (dezesesseis) anos. Quanto à identidade de gênero, metade se

identificava como do sexo masculino, e outra metade como do sexo feminino. No entanto, dois estudantes foram transferidos para outra escola na cidade vizinha e, conseqüentemente, não conseguiram concluir as últimas dez horas do experimento de ensino.

As atividades e projetos de robótica educacional foram conduzidas nas instalações da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – *Campus* de Barra do Bugres. Todas as atividades foram desenvolvidas e organizadas pela autora deste trabalho, aproveitando os recursos disponíveis, como laboratórios equipados com computadores, acesso à *internet*, *datashow* e componentes eletrônicos essenciais para o experimento de ensino.

É relevante destacar que esta pesquisa recebeu aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) em fevereiro deste ano em andamento, com o registro CAAE: 65511222.3.0000.5166 e o número de parecer: 5.895.412. Essa aprovação atesta o comprometimento ético e a conformidade com os padrões de pesquisa estabelecidos.

3.3 Produção de dados e ambientação

A produção dos dados foi realizada ao longo de um experimento de ensino com uma carga horária total de 60 (sessenta) horas, distribuídas em 21 (vinte e um) encontros, que iniciou em 14 (catorze) de março de 2023 (dois mil e vinte e três) e terminou em 01 (um) de junho de 2023 (dois mil e vinte e três), totalizando uma duração de aproximadamente três meses. Os encontros ocorreram duas vezes por semana, nas tardes de terças-feiras e quintas-feiras, com uma carga horária semanal de 05 (cinco) horas e 30 (trinta) minutos.

Optamos por essa abordagem com base na perspectiva de Limberger; Brandolt; Bertoglio (2016, p. 55), que ressalta como, por meio de experimento de ensino, os educandos têm a oportunidade de agir, intervir, realizar experimentos, formular suposições, expressar dúvidas e questionar a realidade, permitindo-lhes cometer erros e acertos. Afirmando que essa abordagem proporciona aos estudantes a oportunidade de expandir seus conhecimentos e compreensão do mundo ao seu redor, enriquecendo de forma significativa o seu processo de aprendizagem.

Para a realização das atividades propostas, os estudantes participantes receberam um kit de robótica composto por uma placa Arduino Uno e diversos componentes eletrônicos e mecânicos fornecido pela universidade. Também foram utilizados materiais de consumo escolar, como: isopor, cartolina, papel cartão colorido, papel sulfite e fotográfico, cola quente, cola branca e de isopor, palitos de picolé, palitos de espetos de bambu, canudinhos coloridos e brancos, lápis de cor, giz de cera, tinta guache, canetinhas hidrográficas coloridas, pincéis,

réguas e transferidas, grampos, alfinetes, massinhas de modelar, fornecidos pela pesquisadora e mediadora desse experimento. Esses recursos foram disponibilizados com o objetivo de estimular a criatividade e a inovação dos estudantes nas atividades e projetos de robótica desenvolvidos no experimento de ensino.

O experimento de ensino conduzido pela autora desta pesquisa é dividido em quatro etapas principais, cujo conteúdo constituinte é apresentado a seguir, no Quadro 01.

Quadro 01: Ementa do experimento de ensino em robótica educacional.

Etapas	Ementa	Carga-horária
1º Etapa	* Apresentação do <i>Software PictoBlox</i> ; * Introdução a programação visual no <i>PictoBlox</i> ; * Produção de objetos digitais no <i>PictoBlox</i> ; * Introdução à robótica com uso da placa de circuito <i>Makey Makey</i> .	12 horas
2º Etapa	* Introdução à eletrônica básica; * Introdução da placa de prototipagem Arduino Uno R3; * Apresentação de componentes eletrônicos e mecânicos.	06 horas
3º Etapa	* Projetos de robótica educacional; * Atividades e/ou projetos de robótica educacional com Matemática e pensamento computacional;	30 horas
4º Etapa	* Desenvolvimento e apresentação do projeto final de robótica com Matemática e pensamento computacional.	12 horas
Carga horária total		60 horas

Fonte: Autora (2023).

A primeira etapa foi introdutória, com objetivo de exploração da programação visual por meio do *software PictoBlox*. Ao longo dela foram desenvolvidos sete objetos digitais como atividades iniciais de programação visual, mobilizando algumas habilidades do pensamento computacional e da Matemática. Também foram utilizadas placas *Makey Makey*¹⁰ para criar uma conexão entre *software* (os objetos digitais) e *hardware* (placa de circuito *Makey Makey*), para introduzir conceitos básicos da robótica educacional.

A segunda etapa foi centrada na introdução à eletrônica básica e da placa de prototipagem Arduino Uno R3. Para tal, foram apresentados alguns componentes eletrônicos e mecânicos que seriam integrados nos projetos de robótica. Esta etapa foi fundamental, uma vez que os estudantes não tinham conhecimento nem sobre programação visual e nem sobre montagem dos circuitos, sendo aquele o primeiro contato com o tema.

Na terceira etapa foi desenvolvida com os estudantes uma sequência de projetos de robótica com a placa Arduino e o *software PictoBlox*, com vistas a manipular um conjunto de

¹⁰ “Clipe jacaré em um objeto. Quando você toca nesse objeto, o computador pensa que você está pressionando o teclado. Ao imitar um teclado e um mouse, a *Makey Makey* permite controlar qualquer programa de computador com objetos do cotidiano”. Disponível em: < <https://makeymakey.com/> >.

diversos componentes eletrônicos, sensores, atuadores e recursos didáticos, visando capacitá-los para quem tivessem condições de desenvolverem seus próprios projetos na etapa final do experimento de ensino. Ao todo, foram criados onze projetos de robótica, sendo alguns de modo individual e outros em duplas. Todos os projetos propostos foram pensados/elaborados para que mobilizassem habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

A quarta etapa foi dedicada ao desenvolvimento de um projeto de robótica de autoria dos próprios estudantes. Com esta atividade almejávamos analisar a motivação, a criatividade, o protagonismo dos participantes pesquisados e, principalmente, se mobilizavam (e como mobilizavam) habilidades da Matemática e do pensamento computacional, durante a execução da proposta. Esses projetos também constituiriam o *corpus* de análise desta pesquisa.

Além dos encontros realizados nos laboratórios da UNEMAT, foi criada uma sala de aula virtual no *Google Classroom* com o nome “Experimento de Ensino em Robótica Educacional”. Este ambiente virtual foi utilizado para postar conteúdos, programações, projetos, recursos digitais, *sites*, atividades, trabalhos, comunicados, ou seja, para fornecer suporte ao experimento de ensino. Na Figura 05, é mostrado um *print* de tela com a área principal do ambiente criado no *Google Classroom*.

Figura 05: Ambientação da sala de aula virtual.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Figura 06, é mostrado outro *print* da tela do ambiente com alguns dos tópicos abordados durante o experimento de ensino, que inclui o pensamento computacional,

programação, robótica, conteúdos, opiniões e o *software PictoBlox*. As atividades e projetos eram postados em cada tópico correspondente, e os estudantes eram incentivados a responder algumas perguntas sobre as atividades desenvolvidas. As respostas fornecidas por eles, também compuseram o *corpus* de análise desta pesquisa.

Todas as atividades e trabalhos possuíam prazos de entrega e instruções claras para que os estudantes pudessem responder aos momentos subsequentes, garantindo assim um acompanhamento rigoroso do progresso do experimento.

Figura 06: Tópicos de atividades no *Google Classroom*.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Durante a condução do experimento de ensino, empregamos vários instrumentos de produção e coleta de dados, como observação dos participantes, questionários, rodas de conversa e registros audiovisuais das gravações dos encontros. Diversos autores, como Valladares (2007), Moura (2014) e Marconi; Lakatos (2015), ressaltam características e importância de alguns desses instrumentos.

Durante o experimento de ensino em robótica educacional, a observação participante foi empregada como um instrumento essencial para a coleta de dados. Como enfatizado por Valladares (2007, p. 154), o uso desse método requer habilidades de escuta e observação aguçadas, envolvendo uma atenção cuidadosa a todos os sentidos disponíveis. O autor ressalta a complexidade dessa abordagem, que exige do pesquisador não apenas a capacidade de fazer as perguntas certas, mas também de decidir quando e como fazê-las. Portanto, durante as atividades práticas de robótica educacional, a pesquisadora esteve presente, interagindo com os

estudantes enquanto eles desenvolviam os projetos. Essa proximidade permitiu a captura e gravação audiovisual dos dados em tempo real, abrangendo desde comportamentos até interações sociais e o processo de resolução de problemas dos estudantes.

Além da observação participante, a pesquisadora empregou questionários para coletar informações específicas sobre as percepções e experiências dos estudantes em relação ao experimento de ensino. Esses questionários foram elaborados para abordar diferentes aspectos, como motivação, desafios enfrentados, contribuições identificadas, aprendizado adquirido, habilidades mobilizadas e preferências em relação às atividades de robótica. Ao adotar essa ferramenta, foi possível obter dados sobre a visão dos participantes de forma estruturada e quantificável.

Marconi e Lakatos (2015, p. 86) destacam várias vantagens na utilização de questionários em pesquisas. Entre elas, estão a capacidade de atingir um maior número de pessoas simultaneamente, a obtenção de respostas mais rápidas e precisas, a liberdade nas respostas devido ao anonimato garantido, a segurança proporcionada pela não identificação das respostas e a obtenção de respostas que, de outra forma, seriam inacessíveis materialmente.

A fim de enriquecer e complementar as observações feitas durante o experimento de ensino, bem como os dados obtidos por meio dos questionários, foi conduzida uma roda de conversa ao término da pesquisa. Esse formato de discussão em grupo foi adotado para promover reflexões compartilhadas e debates sobre as experiências na robótica educacional. Essa abordagem qualitativa possibilitou uma análise mais profunda das percepções dos estudantes, identificando temas emergentes, desafios comuns e entendimentos coletivos sobre o processo de aprendizado. Durante a roda de conversa, os participantes puderam expressar suas opiniões, ideias e sugestões para melhorias futuras.

Moura (2014, p. 99) destaca que a roda de conversa, especialmente no contexto da pesquisa narrativa, é uma maneira de coletar dados em que o pesquisador se integra como sujeito da pesquisa ao participar das conversas e, ao mesmo tempo, gera dados para discussão posterior. Isso ocorre porque, conforme as palavras do autor, a roda de conversa se torna um meio de compartilhar experiências e reflexões sobre as práticas educativas dos participantes, mediado pela interação com os colegas em diálogos internos e por meio da observação silenciosa e reflexiva.

3.4 Método de análise dos dados

Para a análise dos dados produzidos, nos baseamos nos procedimentos da Análise Textual Discursiva (ATD). Moraes; Galiuzzi (2016, p. 120), afirmam que o método é “[...] uma

ferramenta aberta, exigindo dos usuários aprender a conviver com uma abordagem que exige constantemente a (re)construção de caminhos”. Onde “[...] o pesquisador expresse suas próprias compreensões e argumentos em relação aos fenômenos que investiga (2016, p. 123-124).

Moraes (2003, p. 191-192), destaca que o método ATD é subdividido em quatro focos: i) desmontagem dos textos; ii) estabelecimento de relações; iii) captando o novo emergente e iv) um processo auto-organizado, sendo:

- **Desmontagem dos textos:** também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.
- **Estabelecimento de relações:** processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.
- **Captando o novo emergente:** a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.
- **Um processo auto-organizado:** o ciclo de análise descrito, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se (Moraes, 2003, p. 191 – 192).

Para a sistematização dos dados e maior flexibilidade e agilidade no trabalho de análise, utilizamos o *software Atlas.ti*¹¹, cujo nome é a junção do acrônimo, em Alemão, de *Archivfuer Technik, Lebenswelt und Alltagsprache*, ou Arquivo para Linguagem em Tecnologia, do Mundo, da Vida e do Cotidiano (tradução nossa), e da extensão “ti”, do inglês “*text interpretation*”, ou interpretação de texto (tradução nossa).

O *Atlas.ti* é um programa de computador usado como suporte à interpretação textual e foi criado na Universidade de Berlim, na Alemanha (WALTER; BACH, 2015, p. 280). É possível obter uma versão teste do *software* no seu *site* oficial, a qual pode ser utilizada gratuitamente por alguns dias, sem restrição de funcionalidades, ou por tempo indeterminado, com restrições operacionais.

Optamos pelo uso deste recurso, pois, segundo Ariza *et al.* (2015, p. 351), o *software Atlas.ti*:

É potencialmente significativo para ser usado com a metodologia de ATD. O software permite uma economia de tempo de digitação dos dados para compor a unidade fenomenológica-hermenêutica (ATD) ou UH (*Atlas.ti*) de análise. Contribui para a

¹¹ Disponível em: < <https://atlasti.com/> >.

análise também por suportar diferentes formatos de arquivos (Ariza *et al.*, 2015, p. 351).

Não obstante, Silva Junior; Leão (2018, p. 716), endossam que o *software* “é uma ferramenta que auxilia o pesquisador no processo de organização da análise dos dados”, mas também destacam que ele “[...] não faz a análise sozinho”.

Assim, utilizamos essa ferramenta para manipular com mais agilidade e organização os dados produzidos e coletados durante a pesquisa, visando facilitar o trabalho de análise. Outra característica é a possibilidade de tornar os dados acessíveis a outros pesquisadores ou interessados em averiguar os movimentos de análise realizado, uma vez que está codificado num arquivo digital disponibilizado por meio da *internet*, via *link* de acesso. Assim sendo, armazenamos nossos dados num serviço de nuvem digital e tornando-os acessíveis por meio do seguinte endereço eletrônico:

https://drive.google.com/file/d/14DrHu0TAtnihrTKfQt3JqNYGx3g_F6l0/view?usp=sharing

Ao clicar no *link* fornecido acima, terá acesso ao arquivo completo da análise, onde poderá explorar as subcategorias, unidades de sentido e excertos que constituem a base de nossa pesquisa.

4. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: ABORDAGENS DO USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL), seguiu as diretrizes e o modelo de protocolo proposto por Scannavino *et al.* (2017, p. 28 - 29), e foi realizada no mês de agosto de 2023. Segundo este protocolo, dividimos esta seção em seis partes, nas quais apresentamos os objetivos e a questão da pesquisa, a identificação de recursos, a seleção e avaliação dos trabalhos primários, uma síntese dos dados revisados, os resultados que emergiram desta revisão e, por último, a resposta para a questão da pesquisa.

4.1 Objetivos e questão da pesquisa

O principal objetivo da revisão de literatura é compreender como a robótica educacional está sendo utilizada na Educação Básica para mobilizar habilidades da área da Matemática. O recorte temporal da pesquisa foi o período de 2018 a 2022. A escolha do marco inicial fez corresponder ao ano de implementação da BNCC, que estabelece competências e habilidades gerais que podem ser mobilizadas pelo uso da robótica em processos de ensino e aprendizagem. A questão de pesquisa a ser respondida foi: como a robótica educacional vêm sendo utilizada na Educação Básica brasileira para mobilizar habilidades da Matemática?

4.2 Identificação de recursos

A identificação dos recursos, segundo Scannavino *et al.* (2017, p. 28-29), é composta por cinco etapas fundamentais: a seleção de palavras-chave, a criação de *strings* de busca, o estabelecimento de critérios para a escolha das fontes de pesquisa, a elaboração da lista de fontes de busca e a definição da estratégia de busca.

Com base na questão de pesquisa foram definidas as palavras-chaves: robótica educacional; Educação Básica; *softwares* e Matemática. A partir destas, consideramos a seguinte *string* de busca: “Robótica” AND “Matemática”.

Para a seleção das fontes de pesquisa, foram adotados os seguintes critérios: a base deveria incluir periódicos revisados por pares, estar disponíveis *online*, conter trabalhos relacionados ao ensino da Matemática e oferecer obras na língua portuguesa. A partir destes critérios, foram escolhidas as seguintes bases de dados: *Directory of Open Access Journals* (DOAJ)¹², *Redalyc Scientific Information System* (REDALYC.ORG)¹³ e Periódicos CAPES¹⁴.

¹² Disponível em: < <https://doaj.org/> >.

¹³ Disponível em: < <https://www.redalyc.org/> >.

¹⁴ Disponível em: < <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/> >.

4.3 Seleção e avaliação de estudos

Com o objetivo de aprimorar os resultados obtidos, estabelecemos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos trabalhos. Esses critérios serão fundamentados na pergunta de pesquisa, nas cadeias de pesquisa e nas fontes de pesquisa mencionadas por Scannavino *et al.* (2017, p. 28-29).

A estratégia da busca dos trabalhos nessas bases, centrou-se na filtragem dos artigos realizados no Brasil, que estão disponíveis em língua portuguesa e que continham em seus títulos e/ou resumos as palavras-chaves da *string* de busca. As listas com os critérios de inclusão e exclusão que refletem a estratégia de busca desta pesquisa são apresentadas no Quadro 02.

Quadro 02: Critérios de inclusão e exclusão na RSL.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
1) Estudos publicados e disponíveis integralmente nas fontes: DOAJ, REDALYC.ORG ou Periódicos CAPES;	1) Estudos não completos e que apresentem lacunas no trabalho;
2) Estudos que tratam especificamente de experimentos no ensino de Matemática com robótica educacional na Educação Básica brasileira;	2) Estudos publicados somente como resumo e estudos secundários (como capítulo de livro ou outras revisões sistemáticas);
3) Estudos desenvolvidos prioritariamente no idioma português e no Brasil;	3) Dissertações e teses;
4) Estudos publicados no espaço temporal de 2018 – 2022.	4) Trabalhos similares (quando duas ou mais pesquisas tem conteúdos análogos, será mantido apenas o estudo mais recente);
	5) Estudos que não estão associados com a questão de pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora com base no modelo de Scannavino *et al.* (2017) em (2023).

4.4 Síntese dos dados e apresentação dos resultados

Após as definições da pesquisa e os critérios de seleção, é possível obter informações sobre as questões de pesquisa por meio da análise de dados. O processo de extração de dados consistirá na leitura do texto completo de cada pesquisa previamente selecionada nas etapas anteriores. Os dados extraídos serão organizados em um quadro que incluirá informações como título, periódico, autores e ano de publicação. No Quadro 03 é apresentada as etapas seguidas para este processo de seleção.

Quadro 03: Busca dos artigos e documentos nas revistas.

Etapa	Atividade	Quantidade de Estudos
1 ^a	Buscas totais nas bases sem o filtro país: “Brasil” e o idioma “português”.	144 – (34 – DOAJ, 80 – REDALYC.ORG e 30 – CAPES).
2 ^a	Estudos completos de acordo com todos critérios de inclusão e exclusão.	105 – (22 – DOAJ, 69 – REDALYC.ORG e 14 – CAPES).

3ª	Exclusão pelo filtro: leitura dos títulos, resumos e palavras-chave.	69 – (06 – DOAJ, 54 – REDALYC.ORG e 09 – CAPES).
4ª	Exclusão de estudos duplicados.	12 – (02 – DOAJ, 02 – REDALYC.ORG e 08 – CAPES).
5ª	Exclusão de estudos sem URL ou apenas formato de resumo.	02 – (01 – DOAJ e 01 – CAPES).
6ª	Total de documentos disponíveis, lidos integralmente.	24 – (07 – DOAJ, 07 – REDALYC.ORG e 10 – CAPES).
7ª	Estudos finais.	16 – (07 – DOAJ, 04 – REDALYC.ORG e 05 – CAPES).

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Seguindo os critérios de busca, identificamos um total de 144 trabalhos. Em seguida, foi iniciada a análise dos títulos e resumos desses trabalhos, resultando na exclusão de 105 deles. As razões para essas exclusões incluíram a falta de relevância para a área de ensino da Matemática na Educação Básica, a presença de divergências em relação ao foco da pesquisa, bem como a identificação de estudos secundários.

Após essa triagem restaram 24 (vinte e quatro) artigos, selecionados para leitura completa. No entanto, após a leitura completa das obras, verificamos que 16 (dezesesseis) desses estudos atendiam aos objetivos estabelecidos para a RSL. Importante destacar que todos os artigos lidos abordavam à robótica educacional, mas nem todos abordavam, de maneira abrangente, experimentos de ensino realizados em sala de aula.

Esses 16 (dezesesseis) trabalhos foram agrupados e sumarizados individualmente, tendo em vista a base de dados em que estão arquivados. Os detalhes podem ser consultados nos Quadros 04, 05 e 06.

4.5 Resultados dos trabalhos da revisão sistemática da literatura

O processo de extração de dados ocorreu por meio da leitura do texto completo dos 16 (dezesesseis) trabalhos selecionados. A sumarização foi realizada por meio de uma descrição do conteúdo, considerando uma análise qualitativa, que permitiu a compreensão dos principais achados e tendências evidenciadas nos estudos analisados. Os trabalhos analisados estão distribuídos nos Quadros 04, 05 e 06, de acordo com a base de dados em que foram encontrados.

Os resultados dos estudos da revista DOAJ é apresentado no Quadro 04, com os 07 (sete) trabalhos que estavam alinhados com a questão de pesquisa em análise.

Quadro 04: Resultados da busca na DOAJ.

Nº	Título do Estudo - DOAJ	Periódico	Autores	Ano
1	As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como um recurso didático no Currículo de Matemática	Uniciência	AGOSTINHO, I. R. H.; GROENWALD, C. L. O.	2020
2	O ensino de funções exponenciais por engrenagens robóticas	Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia	SILVA, F. K.; COSTA, C. P.	2020
3	Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais e na robótica	REnCiMa	CASAGRANDE, E.; TRENTIN M. A. S.	2020
4	Robótica Educacional enquanto recurso pedagógico: prática e teoria no processo de ensino-aprendizagem	REnCiMa	CARDOSO, M. G., <i>et al.</i>	2020
5	A robótica no ensino de matemática	Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica	KUNZLER, O. J., <i>et al.</i>	2021
6	Robótica educacional e aprendizagem de Matemática: integrando experimentações com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental acerca de conceitos geométricos	BOCEHM	MAFRA, J. R. S; SANTOS, I. P.	2022
7	A formação de conceitos matemáticos e robótica: uma possibilidade de ensino	RENCIMA	SILVA, E. C; JAVARONI, S. L.	2022

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Agostinho e Groenwald (2020) propuseram a criação de um braço robótico simplificado de 05 para 03 graus de liberdade. Esse objeto foi desenvolvido utilizando o GeoGebra para estabelecer as relações matemáticas, o JCLic para criar atividades interativas, e o simulador *Robotics Simulators in STEM Education*. A proposta foi dirigida para professores da Educação Básica e do Ensino Superior com intuito de ser replicada em suas respectivos turmas. Na construção desse objeto foram mobilizados temas como: mudança de coordenadas retangulares para polares; trigonometria; representação de números complexos; Teorema de Pitágoras; soma dos ângulos internos do triângulo; e razão e proporção. Além do braço robótico, os autores também propuseram uma sequência didática¹⁵ e um grafo com conceitos de Estatística.

Silva e Costa (2020) realizaram um projeto envolvendo a construção de um carrinho com câmbio de quatro marchas, utilizando o Kit Lego *Mindstorms NXT*, com engrenagens acopladas, além de simulação por meio do GeoGebra. Com a proposta foram mobilizados os conteúdos de: função exponencial e linear; proporcionalidade; progressão aritmética e progressão geométrica.

¹⁵ “Sequências didáticas são definidas como um conjunto de atividades planejadas e desenvolvidas para organizar o processo de ensino” (Casagrande; Trentin, 2020, p. 143).

Casagrande e Trentin (2020) propuseram uma sequência didática interdisciplinar envolvendo a Matemática e Física, para 26 (vinte e seis) estudantes de Passo Fundo - RS. Nessa proposta foram utilizadas tecnologias digitais, *softwares* e simuladores. Os conceitos e temas trabalhados abrangem a condição de existência, gráficos, raízes de funções, coordenadas do vértice da parábola, análise da variação dos coeficientes a , b , c da função quadrática, além da aplicação de funções. A proposta incluiu a inserção de projetos por meio da linguagem *Python*, com o uso de componentes como Arduino Nano, sensor barométrico BMP180, dois botões do tipo *Switch* e uma bateria.

Cardoso *et al.* (2020) desenvolveu a montagem e programação de um carro *Dragster* com 15 (quinze) estudantes do 7º ano de uma escola particular em Londrina – PR. Para isso, utilizaram o Kit de Lego *Education Mindstorms EV3*, engrenagens, motor, *notebook*, trenas, fita adesiva, entre outros recursos. O protótipo foi concebido como um recurso pedagógico para a área de robótica educacional em um laboratório de Ciências e Matemática. Durante o projeto, os alunos aprenderam sobre conceitos de máquinas simples, média aritmética, velocidade média e tração, enfatizando a conexão entre os conteúdos e sua aplicabilidade prática.

Kunzler *et al.* (2021) ofereceram uma oficina de robótica para 20 (vinte) estudantes do Ensino Médio em um laboratório de informática em Chapecó – SC, com o objetivo de criar protótipos de robôs utilizando peças e equipamentos disponíveis na escola. Os conceitos explorados na oficina incluíram física, modelagem matemática, informática e automação. As particularidades desse projeto foi uma abordagem que renunciou ao uso excessivo de recursos tecnológicos, priorizando a construção ativa de conhecimento pelos estudantes.

Mafra e Santos (2022) conduziram um estudo para analisar o uso da robótica educacional como uma abordagem para ensinar conceitos matemáticos de geometria a estudantes do 9º ano do EF. Esta pesquisa buscou estabelecer uma conexão efetiva entre a robótica educacional e a construção do conhecimento, produzindo tecnologias como o compasso robótico e a adaptação do carro direcional da Lego *Mindstorms*®. O estudo foi realizado no Laboratório de Robótica Educacional (LRE/EDUMAT), vinculado ao Laboratório de Aplicações das Novas Tecnologias Educacionais (LANTED/UFOPA). As atividades matemáticas propostas incluíram conceitos de geometria euclidiana, abrangendo estudos sobre circunferências e circunferências concêntricas, além de tipologias relacionadas a círculos e funções, com a possibilidade de explorar noções básicas de trigonometria.

Silva e Javaroni (2022) apresentam os resultados de um estudo com 67 (sessenta e sete) estudantes do 9º ano do EF, utilizando kits de robótica Arduino Uno e o *software Scratch for*

Arduino em quatro planos de aula. Os estudantes construíram um semáforo, programando leds com o Arduino. Com o projeto foram explorados conceitos matemáticos, como: o significado do resto da divisão euclidiana; o quociente; e outros elementos do algoritmo de divisão euclidiana.

Os trabalhos da revista REDALYC.ORG, estão apresentados no Quadro 05, contendo os 04 (quatro) resultados dos estudos, alinhados com a pesquisa em análise.

Quadro 05: Resultado da busca na REDALYC.ORG.

Nº	Título do Estudo - REDALYC.ORG	Periódico	Autores	Ano
1	Aplicação do SuperLogo no ensino de Geometria: relato de uma prática no Ensino Médio	Debate de Matemática	OLIVEIRA, J. D.; MADRUGA, M. E. F.	2018
2	Explorando a Matemática e a Física com o Robô Seguidor de Linha na Perspectiva da Robótica Livre	Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia	GUIMARÃES, D. S.; SILVA, É. A.; BARBOSA, F. C.	2020
3	Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional	Ciência e Educação	MALTEMPI, M. V.; AZEVEDO, G. T.	2020
4	Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico	Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia	SILVA, M. P.; BARBOSA, F. C.	2021

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Oliveira e Madruga (2018), realizaram uma oficina de oito horas com uma turma de 1º ano do Ensino Médio em um laboratório de informática no sul da Bahia. Na oficina foi aplicada uma sequência de atividades com o *software* SuperLogo, fundamentada na Teoria das Situações Didáticas e com conceitos de geometria plana. Para os autores, o SuperLogo auxilia na consolidação dos conceitos já estudados, facilitando na visualização dos polígonos construídos.

Guimarães, Silva e Barbosa (2020) desenvolveram um robô seguidor de linha sustentável, denominado AGV (*Automated Guided Vehicle*). Este projeto foi construído a partir de componentes eletrônicos descartados (sucata), com a intenção de minimizar custos. A construção do robô foi realizada por professores da Educação Básica, incorporando conceitos das disciplinas de Matemática e Física. Os autores enfatizaram que, para eles, educar transcende a mera instrução no uso de novas tecnologias, destacando a importância de uma abordagem mais ampla e significativa na educação.

Maltempi e Azevedo (2020) conduziram uma pesquisa que resultou na criação do jogo “Pegar Peixe”, com o objetivo de contribuir no processo de tratamento para pacientes com *Parkinson*. O jogo foi desenvolvido como parte do projeto “*Mattics*”, do Instituto Federal Goiano, em colaboração com o Hospital do Idoso na cidade de Anápolis - GO. O jogo foi criado

por 30 (trinta) estudantes do Ensino Médio, utilizando *softwares* como GeoGebra e *Scratch*, além das placas *BBC Micro:bit* e *MakeyMakey*. A construção do jogo conta com a participação ativa de 12 (doze) idosos e 25 (vinte e cinco) profissionais das áreas de computação, educação e saúde/médica. Tanto o jogo “Pegar Peixe”, quanto a Vara de Pesca associada, foram desenvolvidos com dispositivos robóticos e mobilizaram conhecimentos de Matemática, programação e robótica. Os conceitos específicos abrangeram tópicos como plano cartesiano, coordenadas cartesianas, funções do 2º grau, variáveis dependentes e independentes, porcentagens, números aleatórios, intervalos numéricos, inequações algébricas, funções polinomiais quadráticas, equações lineares, proporções e equações diofantinas.

Silva e Barbosa (2021) descreveram uma experiência de robótica com quatro alunos do 9º ano do Ensino Fundamental em Goiás, envolvendo a construção de uma espiral de aprendizagem criativa com conceitos da Matemática e Ciências durante a montagem e programação de robôs. Os conceitos envolvidos incluíram ondas ultrassônicas, velocidade média, conversão de unidades de medida, funções e intervalos numéricos. Durante a atividade foram construídos dois robôs, usando a linguagem de programação C. O primeiro foi um robô seguidor de linha, que fazia uso do Arduino Uno e peças de *hardware* livres. O segundo foi um robô ultrassônico, que utilizou o Arduino Uno, um sensor HC-SR04 e *jumpers* (macho-fêmea). A experiência promoveu a aplicação prática dos conceitos da Matemática e Ciências, proporcionando uma abordagem interdisciplinar.

No Quadro 06, são enumerados os artigos selecionados da base Periódicos CAPES, totalizando 05 (cinco) estudos que atendiam os critérios estabelecidos para esta RSL.

Quadro 06: Resultados da busca no Periódicos CAPES.

Nº	Título do Estudo – PERIÓDICOS CAPES	Periódico	Autores	Ano
1	Programação e robótica: uma ferramenta de inclusão tecnológica	Em Extensão	DANTAS, L. H. O., <i>et al.</i>	2020
2	Robótica educacional: uma experiência de auxílio ao aprendizado de alunos do 5º ao 7º ano do ensino fundamental na região da Serra Geral, Minas Gerais	Em Extensão	MENDES, L. F. S., <i>et al.</i>	2020
3	O uso do Micro:bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da região Norte	Educitec	ALBUQUERQUE, M. C. P., <i>et al.</i>	2020
4	O ensino de proporcionalidade com uma abordagem lúdica por meio da robótica educacional	EMR	ALVARENGA, R. S.; GRIPP, L. R.; BARRETO, T. C. C.	2021
5	Prática docente com a robótica educativa: ensino de elementos da geometria plana	EMR	PROVIN, S.; SILVA, J. T.; PEREIRA, L. H. F;	2021

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Dantas *et al.* (2020) apresentam os resultados obtidos das ações de um projeto de extensão realizado em Campo Grande – MS desde 2010, denominado “Programação e Robótica da Universidade Católica Dom Bosco”. O projeto envolve acadêmicos e docentes e é direcionado a estudantes de escolas públicas e particulares de Ensino Fundamental e Médio. O objetivo é mobilizar uma variedade de conceitos, de diferentes áreas do conhecimento, como Engenharia, Física, Linguagem, Matemática e Tecnologias da Informação. No trabalho apresentado pelos autores, foram utilizados sensores e dois Kits *Legó Education*: Kit *Legó Mindstorms NXT* e Kit *Legó Mindstorms EV3*. As codificações utilizadas no projeto incluem C++ e linguagem de blocos. Ainda de acordo com os autores, o projeto já impactou positivamente mais de mil estudantes, direta ou indiretamente, proporcionando-lhes uma experiência educacional enriquecedora que integra a robótica e a programação com diversas disciplinas acadêmicas.

Mendes *et al.* (2020) conceberam um projeto de robótica com o intuito de proporcionar aos estudantes do 5º ao 7º ano do EF à robótica, explorando sua interconexão com diversas disciplinas e estimulando o interesse pelas ciências exatas e tecnológicas. O projeto desenvolveu um cronograma de encontros com base nos planos de aula da plataforma Legó, culminando na construção de robôs da categoria Sumô de Robôs, incorporando conceitos geométricos e físicos. A avaliação do conhecimento adquirido ocorreu por meio de um quiz interativo na plataforma Kahoot, abordando habilidades matemáticas associadas à lógica e à resolução de problemas.

Albuquerque *et al.* (2020) conduziram uma investigação por meio de uma oficina utilizando a placa *Micro:bit*, com 21 estudantes do 1º ano do EM matriculados no curso técnico de informática em Belém – PA. O objetivo da oficina era utilizar a placa *Micro:bit* como uma ferramenta metodológica para fortalecer conceitos já treinados em sala de aula, promovendo o engajamento, a motivação e o desenvolvimento de habilidades para letramento computacional e científico, dentro de uma cultura *maker* entre os estudantes. Foi usada uma programação em blocos por meio do ambiente *MakeCode*. Os conteúdos abordados incluíam dimensões físicas, definição de temperatura, ângulos e suas medidas, pontos cardeais, latitude e longitude, luminosidade, tipos de energia, ondas sonoras, frequência e comprimento de onda. Segundo os autores, a abordagem contribuiu para os estudantes relacionarem conceitos teóricos com aplicações reais, estimulando o interesse e compreensão em diversas áreas, como Matemática, Física, Geografia e Ciências da Computação.

Alvarenga, Gripp e Barreto (2021) adotaram a robótica educacional como uma abordagem lúdica para facilitar o ensino e estimular a construção de conhecimentos entre estudantes do 7º ano do EF de uma Escola Estadual no Rio de Janeiro. Utilizando o kit LEGO *Mindstorms Education NXT 9797*, os estudantes revisaram conceitos de proporcionalidade, incluindo regra de três simples, grandezas direta e inversamente proporcionais. Além disso, os estudantes foram introduzidos ao *software* associado ao kit LEGO *Mindstorms*, com ênfase no Bloco *Mover*, permitindo a aplicação prática dos conceitos matemáticos por meio da programação e manipulação de componentes robóticos.

Provin, Silva e Pereira (2021) propuseram um projeto com o objetivo de explorar o potencial pedagógico da robótica educativa para o ensino de geometria plana. A sequência de atividades envolveu estudantes do 6º e 7º anos do EF em 13 momentos diferentes, abordando conceitos como reta, semirreta, segmentos de reta, retas paralelas, retas perpendiculares, angulares e figuras planas, como triângulos e quadriláteros. Foi utilizada a placa Arduino Uno, um carrinho pré-programado e um servomotor, com programação no *software* S4A. O projeto visava não apenas aprofundar o entendimento matemático dos estudantes, mas também fomentar a conexão entre a robótica e a Matemática, proporcionando uma experiência prática e interativa nesses conceitos geométricos.

4.6 Respondendo à questão de pesquisa da RSL

Considerando que a questão de pesquisa que norteou essa RSL, é “como a robótica educacional vêm sendo utilizada na Educação Básica brasileira para mobilizar habilidades da Matemática?”, torna-se evidente por meio dessa busca, as abordagens pedagógicas empregadas para integrar a robótica educacional ao ensino da Matemática na Educação Básica englobam uma variedade de métodos, como: sequências didáticas; oficinas; cursos de curta duração; projetos experimentais e projetos de extensão.

A maioria do público alvo desses trabalhos foram estudantes da Educação Básica, abrangendo os níveis Fundamental e Médio, com predominância do EF, com sete pesquisas. Apenas três desses estudos foram direcionados à professores da Educação Básica.

No contexto da Matemática, os objetos de conhecimento mobilizados com a robótica educacional abrangeram uma variedade de temas sem predominância específica. Agrupando esses conteúdos matemáticos de acordo com os temas da BNCC, podem ser destacados os temas: Geometria: ângulos e suas medidas, sistemas de coordenação cartesiana e geometria em

geral; Álgebra; Funções: equações e funções do 1º e 2º grau e inequações; Números: progressões; Grandezas e Medidas: porcentagem e estatística.

No que diz respeito aos recursos empregados na construção dos robôs, destacam-se os kits comerciais, tais como *Lego Mindstorms EV3*, *Lego Mindstorms NXT* e *Lego Mindstorms RCX*. Geralmente, esses kits são previamente configurados para ofertar aos usuários a experiência da montagem e configuração de alguns robôs, sem demandar de conhecimentos de eletrônica, porém, em geral, têm custo relativamente alto.

No Quadro 07 são apresentadas as plataformas e/ou *softwares* de programação utilizados nas pesquisas. É relevante destacar que em muitas delas foram empregadas múltiplas plataformas e/ou *softwares*, tanto para a simulação quanto para a construção dos projetos.

Quadro 07: Plataformas e/ou *softwares* utilizadas nos estudos da RSL.

Plataformas e/ou <i>softwares</i> de programação	Quantidade
<i>Lego Mindstorms EV3</i>	5
<i>GeoGebra</i>	3
<i>Scratch</i>	3
<i>Lego Mindstorms NXT</i>	3
S4A	3
<i>Ardublock</i>	1
<i>Bloco Mover</i>	1
C/C++	1
<i>Code.Org</i>	1
<i>JClic</i>	1
<i>Lego Mindstorms RCX</i>	1
<i>MakeCode</i>	1
<i>Python</i>	1
<i>Robotics Simulators</i>	1
<i>Scilab</i>	1
<i>Scratch Jr.</i>	1
<i>SuperLogo</i>	1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O uso da programação em blocos foi dominante na construção e programação dos robôs educacionais nos trabalhos analisados. Essa linguagem é utilizada em plataformas e/ou *softwares* como *Scratch*, *Code.org*, *Ardublock* e *Bloco Mover*. Embora a programação visual seja predominante nos estudos, linguagens em texto, como *Arduino*, *Python* e *C/C++*, também foram utilizadas pelos pesquisadores.

Com essas constatações, podemos afirmar que a importância e eficácia da robótica educacional como uma ferramenta inovadora para o ensino da Matemática na Educação Básica, proporciona um ambiente dinâmico e interativo que potencializa a aprendizagem e o desenvolvimento de diversas habilidades que são fundamentais para os estudantes.

5. O EXPERIMENTO DE ENSINO

Nesta seção, apresentaremos as atividades e projetos de robótica que foram desenvolvidos durante o experimento de ensino em robótica educacional. Cada um desses projetos será acompanhado por imagens/figuras registradas durante sua realização, bem como os códigos de programação que foram elaborados para sua implementação. Além disso, destacaremos os conceitos matemáticos envolvidos em cada projeto, componentes eletrônicos e/ou mecânicos, recursos didáticos e as ferramentas tecnológicas utilizadas.

As atividades e projetos de robótica do experimento de ensino em robótica educacional foram elaboradas com base nos objetivos delineados para a pesquisa, visando obter respostas a questão norteadora da pesquisa e a mobilização de habilidades e competências relacionadas à Matemática e ao pensamento computacional.

A seguir, nos Quadros 08 e 09 apresentamos as questões formuladas para o questionário e, conseqüentemente, aquelas abordadas na roda de conversa. Ambas as abordagens foram previamente aprovadas pelo CEP para a condução deste estudo.

Quadro 08: Perguntas do questionário aplicado no experimento de ensino.

QUESTIONÁRIO	
Numeração	Perguntas
1	O que mais lhe chamou atenção durante a realização das atividades de robótica?
2	Qual atividade/projeto do experimento de ensino você mais gostou? Por que?
3	O que achou do <i>software Pictoblox</i> ? Por que?
4	Quais foram as principais dificuldades ao utilizar o <i>software Pictoblox</i> ?
5	Quais foram suas principais dificuldades ao realizar atividades de robótica?
6	Você acha que conseguiu aprender conceitos matemáticos durante as atividades de robótica? Explique com exemplos.
7	Você acha que conseguiu desenvolver habilidades do pensamento computacional durante as atividades de robótica? Explique com exemplos.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No Quadro 08, estão disponíveis as perguntas formuladas para os estudantes responderem na finalização das atividades e/ou projetos de robótica. Já no Quadro 09 a seguir, são as perguntas indagadas na roda de conversa ao término do experimento de ensino.

Quadro 09: Perguntas da roda de conversa realizada no experimento de ensino.

RODA DE CONVERSA	
Numeração	Perguntas
1	O que vocês mais gostaram de fazer durante o experimento de ensino?
2	O que vocês acharam do <i>software</i> de programação visual <i>PictoBlox</i> ?
3	Quais foram as maiores dificuldades com o uso do <i>software PictoBlox</i> ?
4	O que vocês acharam de robótica educacional?
5	Vocês sentiram dificuldades para criar os sistemas robóticos? Quais foram essas dificuldades?

6	Quais habilidades vocês consideram que mobilizaram/desenvolveram durante as atividades com robótica, que seriam possíveis mobilizar/desenvolver numa aula de Matemática convencional?
7	Vocês precisaram aprender algum conceito matemático para que seus projetos de robótica funcionassem corretamente? Quais? O que fez para aprender?
8	Vocês consideram que foi necessário entender melhor os conceitos matemáticos utilizados durante as atividades? Exemplifique.
9	Vocês consideram que desenvolveram habilidades do pensamento computacional durante as atividades do experimento de ensino? O que mais lhe chamou atenção sobre isso?
10	O que vocês acham que foi muito ruim durante o experimento de ensino? Explique.
11	Resuma em apenas uma palavra o que achou do experimento de ensino.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No Quadro 10, são apresentadas essas atividades e projetos de robótica realizados durante os encontros no decorrer do experimento de ensino. Essas experiências representam um aspecto fundamental da pesquisa, oferecendo uma visão detalhada das práticas pedagógicas empregadas para promover o aprendizado ativo e experiencial em robótica educacional.

Quadro 10: Atividades e projetos de robótica desenvolvidos durante o experimento de ensino.

Numeração	Atividades e/ou Projetos	Componentes utilizados	Encontro
Ativ. 01	Jogo do <i>Pacman</i> .	Placa <i>Makey Makey</i> .	Encontro 01
Ativ. 02	Jogo do piano.	Placa <i>Makey Makey</i> .	Encontro 01
Ativ. 03	Labirinto automático - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 02
Ativ. 04	Caminhar e correr - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 02
Ativ. 05	Desenhando um quadrado - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 02
Ativ. 06	Desenhando uma circunferência - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 02
Ativ. 07	Interação com o usuário - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 02
Ativ. 08	Calculadora de média aritmética de notas escolares - Objeto digital.	<i>Software PictoBlox</i> .	Encontro 03
Projeto 01	Ligando um led.	Leds, arduino, <i>jumpers</i> , resistores, <i>protoboard</i> .	Encontro 03
Projeto 02	Ligando uma sequência de leds.	Leds, arduino, <i>jumpers</i> , resistores, <i>protoboard</i> .	Encontro 04
Projeto 03	Semáforo de duas vias.	Leds, arduino, <i>jumpers</i> , resistores, <i>protoboard</i> .	Encontro 04 Encontro 05 Encontro 06
Projeto 04	Alfabeto no módulo matriz de led 8x8 - Max 7219.	Arduino, <i>jumpers</i> , módulo matriz de led 8x8 - Max 7219.	Encontro 06
Projeto 05	Numeração no módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219.	Arduino, <i>jumpers</i> , módulo matriz de led 8x8 - Max 7219.	Encontro 06
Projeto 06	Sequências numéricas no módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219	Arduino, <i>jumpers</i> , módulo matriz de led 8x8 - Max 7219.	Encontro 07

	(crescente, pares, ímpares, decrescente, negativa).		
Projeto 07	Competição da batalha naval com módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219.	Arduino, <i>jumpers</i> , módulo matriz de led 8x8 - Max 7219, malha quadriculada.	Encontro 08 Encontro 09
Projeto 08	Protótipo de estacionamento automatizado utilizando modelo computacional, sensor ultrassônico HC – SR04 e a placa Arduino.	Sensor ultrassônico HC - SR04, <i>buzzer</i> , leds, <i>jumpers</i> , resistores, Arduino, <i>protoboard</i> .	Encontro 10 Encontro 11
Projeto 09	Estudo de função afim com o sensor de distância ultrassônico HC - SR04.	Sensor ultrassônico HC - SR04, leds, <i>jumpers</i> , resistores, Arduino, <i>protoboard</i> e <i>display</i> LCD 16x2 com módulo I2C.	Encontro 12 Encontro 13 Encontro 14
Projeto 10	Protótipo de uma trena digital com componentes eletrônicos.	Display LCD 16x2 com módulo I2C, sensor ultrassônico HC - SR04, <i>jumpers</i> , leds, resistores, <i>protoboard</i> .	Encontro 15
Projeto 11	Cálculo e demonstração de ângulos como protótipo de robótica educacional.	Micro servo motor SG90, potenciômetro, <i>display</i> LCD 16x2 com módulo I2C, <i>jumpers</i> , <i>protoboard</i> .	Encontro 16 Encontro 17
Ativ. 09	Pensamento computacional – Protótipos e objetos digitais.	<i>Google Forms</i> e <i>Google Classroom</i> .	Encontro 18
Projeto 12	Desenvolvimento do projeto final.	Componentes e equipamentos eletrônicos utilizados nos encontros anteriores.	Encontro 18 Encontro 19 Encontro 20
Projeto 12	Apresentação do projeto final.	Componentes e equipamentos eletrônicos utilizados nos encontros anteriores.	Encontro 20
Ativ. 10	Roda de conversa e fechamento do experimento de ensino.	Gravador de voz.	Encontro 21
Total de horas			60

Fonte: Autora (2023).

Através deste quadro, exploraremos as dez atividades e os doze projetos conduzidos, suas metas educacionais, os conceitos matemáticos integrados e os métodos de ensino que foram empregados para fomentar a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. É importante ressaltar que todas essas atividades e projetos foram criados, adaptados e aplicados pela autora deste trabalho no decorrer dos encontros com os estudantes participantes do experimento de ensino.

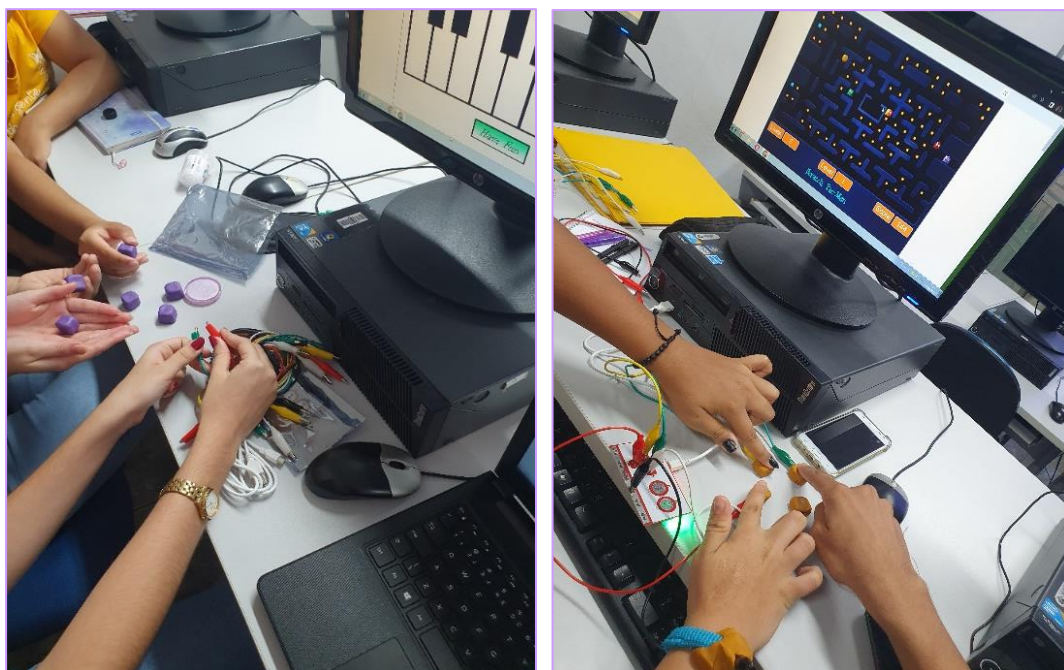
5.1 Atividade 01 e 02: jogo do *pacman* e jogo do piano

Como esta atividade foi a primeira a ser desenvolvida no experimento de ensino, objetivou-se a interação com os discentes e a demonstração das possibilidades de serem

criadores dos próprios jogos digitais e não apenas consumidores. A placa de prototipagem utilizada foi a *Makey Makey*, por ser um kit que torna objetos do dia-a-dia como *touchpads* facilitando a sua aplicabilidade. Para ambos os jogos, utilizamos a placa de circuito e suas garras jacaré em massinhas de modelar, criando assim, uma corrente alimentada pelo cabo USB no computador, transformando o virtual para o real. Pois, era possível controlar por meio das teclas criadas por massinhas de modelar.

Na Figura 07 são apresentadas duas imagens mostrando estudantes interagindo com a placa de prototipagem *Makey Makey* para controlar dois objetos digitais, um simulador de piano (imagem à esquerda) e o jogo *pacman* (imagem à direita). Ambos os objetos são disponibilizados de maneira gratuita na plataforma *Scratch*, a qual possui consideráveis semelhanças com o software *PictoBlox*.

Figura 07: Estudantes interagindo com a placa de prototipagem *Makey Makey*.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Durante nosso encontro inaugural, não apenas elucidamos os objetivos de nossa pesquisa, mas também delineamos as atividades e projetos subsequentes. Além disso, discutimos as habilidades de Matemática e pensamento computacional que seriam essenciais para atingir esses objetivos. É importante ressaltar que esses jogos não apenas estimularam a curiosidade e o interesse dos estudantes, mas também envolveram princípios matemáticos de forma dinâmica. Por exemplo, os jogos envolveram cálculos rápidos mentais, raciocínio lógico e compreensão do tempo e suas divisões a cada clique.

O impacto dessa atividade transcendeu a mera curiosidade, inspirando os estudantes a se envolverem entusiasmamente na criação do nosso primeiro objeto digital: o “Labirinto Automático”, que será detalhado na subseção subsequente.

5.2 Atividade 03: labirinto automático - objeto digital

Antecedente a criação de objetos digitais, realizamos uma imersão no *software PictoBlox*, com o propósito de adquirir um entendimento profundo do mesmo. Durante esse processo, exploramos diversos aspectos do *software*, incluindo sua interface, os blocos de código disponíveis, a área de *scripts* de programação, a área de visualização, a seção de seleção de elementos do projeto e a utilização de extensões. Na Figura 08, é possível observar os estudantes participantes imersos nessa exploração no *PictoBlox*.

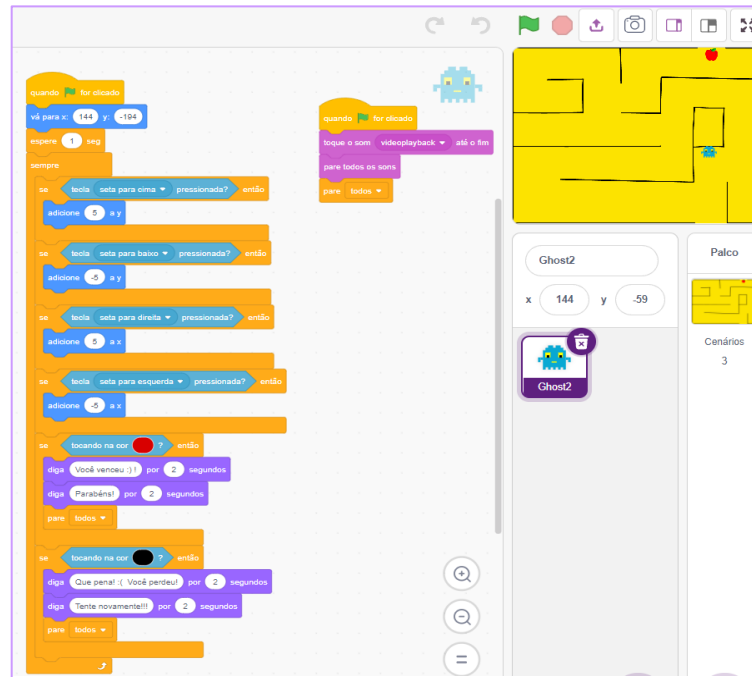
Figura 08: Explorando o *software PictoBlox*.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Para o desenvolvimento do objeto digital “Labirinto automático”, foi necessário mobilizar conceitos matemáticos como: plano cartesiano, pontos no plano cartesiano e operações de adição e subtração; além dos quatro pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. A programação visual utilizada como base para a criação da primeira fase deste labirinto é apresentada na Figura 09.

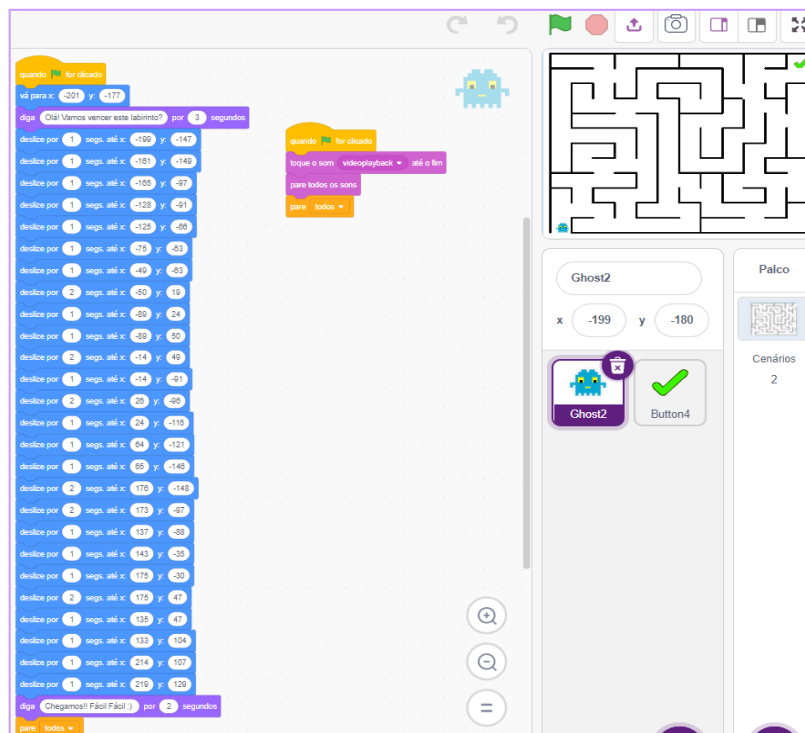
Figura 09: Programação visual do labirinto automático – fase 01.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A programação da segunda fase do labirinto é apresentada a seguir na Figura 10. Esta etapa do desenvolvimento representa o desenvolvimento das habilidades de programação e resolução de problemas dos participantes, à medida que eles enfrentam desafios mais complexos no contexto do labirinto.

Figura 10: Programação visual do labirinto automático – fase 02.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

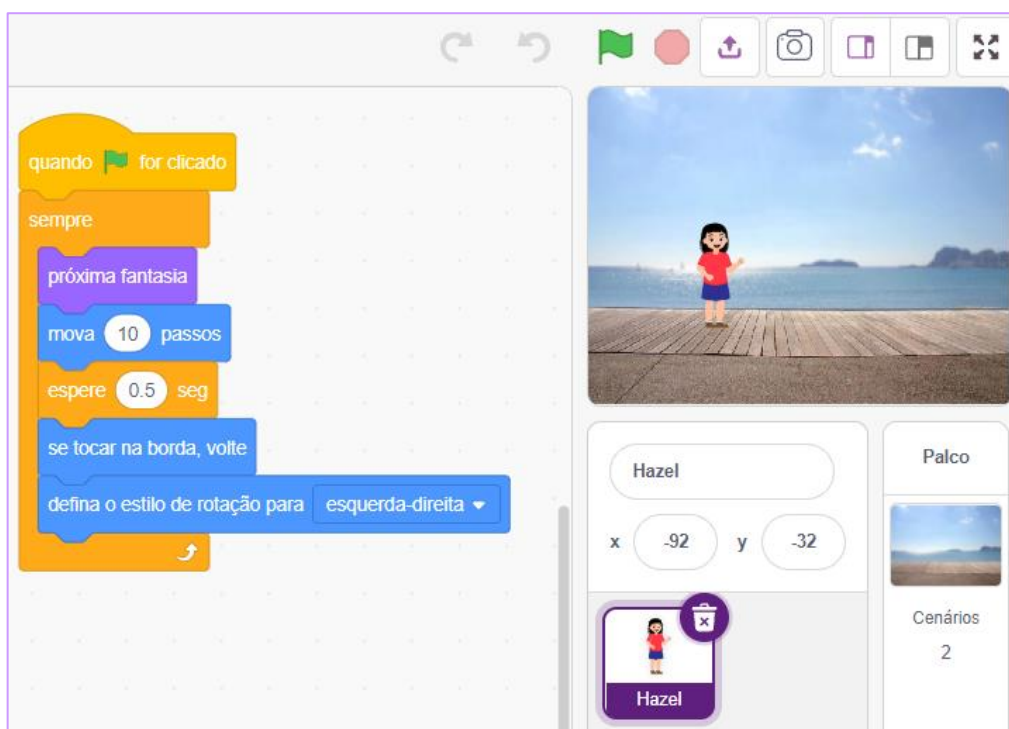
É relevante destacar que os cenários, personagens, trilha sonora de finalização e até mesmo a programação serviram como elementos de partida para os estudantes, proporcionando uma estrutura sólida para o desenvolvimento de seus próprios objetos digitais. Todos esses recursos foram disponibilizados na sala de aula virtual, no entanto, os estudantes foram encorajados a exercitar sua criatividade e autonomia, enriquecendo ainda mais a experiência de aprendizado e promovendo a expressão individual.

5.3 Atividade 04: caminhar e correr - objeto digital

Realizado também no segundo encontro, este objeto digital tinha como objetivo a aplicação de novos comandos e, conseqüentemente, blocos de programação que ainda não tinham sido utilizados. Além disso, visava estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes, ao mesmo tempo que englobava o reconhecimento de padrões, que é um dos pilares fundamentais do pensamento computacional.

Essa abordagem oferece aos estudantes a oportunidade de expandir suas habilidades de programação ao introduzir comandos e conceitos novos, desafiando-os a aplicar seu conhecimento de forma criativa e lógica. Essa abordagem enriquece a experiência de aprendizagem ao promover tanto o domínio técnico quanto a aplicação de conceitos fundamentais do pensamento computacional.

Figura 11: Programação visual base do objeto digital “Caminhar e correr”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

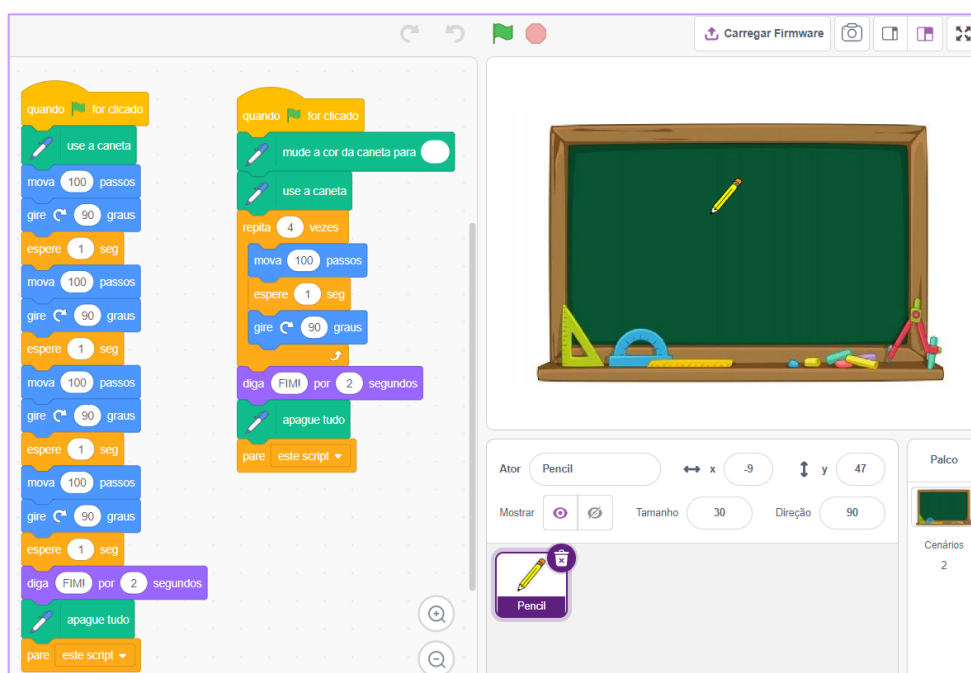
A programação para o modo de correr sofre pequenos ajustes, aproveitando os recursos disponíveis no *software PictoBlox*. Além disso, o cenário e os personagens são fornecidos gratuitamente pelo *software*, simplificando significativamente o processo de criação de objetos digitais. Isso torna o desenvolvimento mais acessível e eficiente, permitindo que os estudantes concentrem suas habilidades na programação e na customização dos elementos do objeto, enriquecendo ainda mais sua experiência de aprendizado em programação, pensamento computacional e Matemática contextualizada.

5.4 Atividades 05 e 06: “desenhando um quadrado” e “desenhando uma circunferência” – objetos digitais

Os objetos digitais “Desenhando um quadrado” e “Desenhando uma circunferência” foram desenvolvidos com o objetivo de aplicar os princípios da geometria plana, juntamente com os quatro pilares do pensamento computacional. Além disso, esses projetos exploraram a utilização de novas extensões do *PictoBlox*, ampliando as capacidades dos estudantes.

Na Figura 11, são apresentadas duas programações possíveis para o desenvolvimento do mesmo objeto digital, o que demonstra as diversas possibilidades da programação visual. Isso enfatiza a flexibilidade e a criatividade que os estudantes podem praticar ao utilizar as ferramentas de programação, adaptando-se de acordo com suas metas e visões específicas.

Figura 12: Programações visuais do objeto digital “Desenhando um quadrado”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para o objeto digital “Desenhando uma circunferência”, a programação pode se assemelhar em muitos aspectos, com as principais diferenças relevantes nos ângulos e na quantidade de vezes que determinadas ações são repetidas. No entanto, essa aparente simplicidade na variação de parâmetros oferece uma rica oportunidade para explorar conceitos matemáticos.

Por meio da manipulação dos ângulos e da repetição, os estudantes podem explorar conceitos relacionados a: i) **Ângulos:** Eles podem compreender como diferentes valores de ângulos afetam a forma e a orientação; ii) **Circunferência:** Ao criar uma circunferência, os estudantes podem aprender sobre seus elementos, como o raio, diâmetro e propriedades; iii) **Quadrante positivo e negativo:** Manipular os ângulos também pode levar à exploração dos quadrantes positivos e negativos, relacionando a posição dos pontos cartesianos; iv) **Trigonometria:** Dependendo da complexidade das variações dos ângulos, os estudantes podem começar a explorar conceitos trigonométricos, como seno e cosseno.

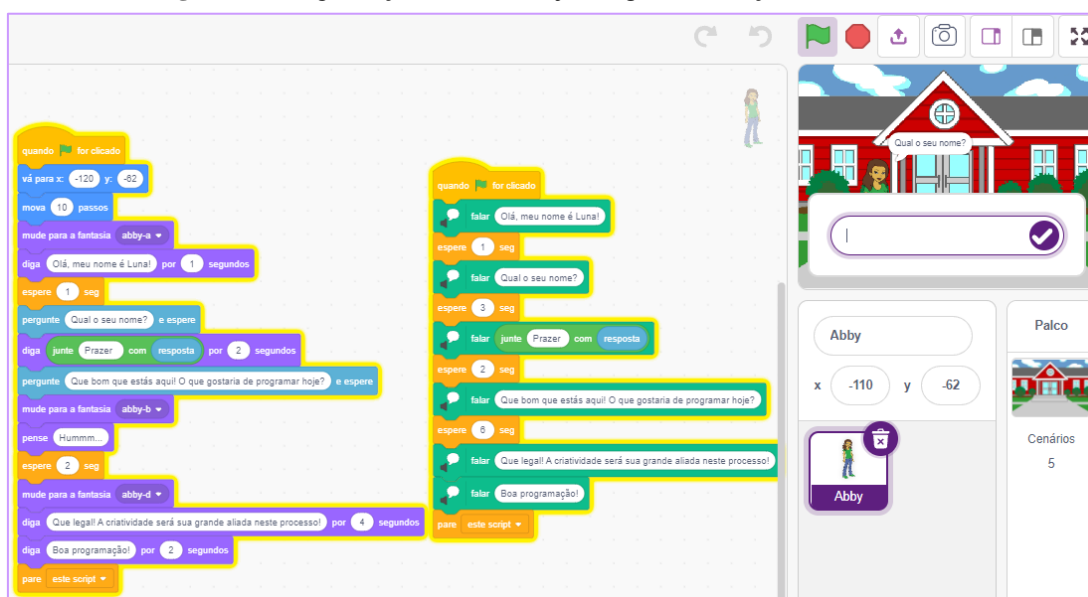
Essa abordagem prática e interativa permite que os estudantes se conectem diretamente à programação com conceitos matemáticos do mundo real, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável.

5.5 Atividade 07: interação com o usuário - objeto digital

Os objetivos de aplicação deste objeto digital são semelhantes aos objetos anteriormente mencionados, sendo notável que foram desenvolvidos no mesmo encontro. No entanto, a diferença é a interação com o usuário, onde um personagem dialoga, faz perguntas e responde às inserções do usuário em caixa de perguntas. O aspecto interessante desse objeto reside nas vastas possibilidades de estimular a imaginação, a criatividade e a motivação para aprender conceitos matemáticos de forma envolvente e divertida. Além disso, oferece a oportunidade de integrar os pilares do pensamento computacional, possibilitando a mobilização de habilidades relacionadas à cultura digital.

A Figura 13 fornece uma breve visão da programação visual utilizada para implementar essa interação com os usuários no jogo digital, destacando a complexidade e a diversidade de elementos envolvidos na criação dessa experiência de aprendizagem interativa.

Figura 13: Programação visual do objeto digital “Interação com o usuário”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.6 Atividade 08: calculadora de média aritmética de notas escolares - objeto digital

A calculadora de média aritmética de notas escolares foi o último objeto digital desenvolvido no experimento de ensino. A Figura 14 fornece um registro visual desse encontro, permitindo a visualização das telas dos computadores usados pelos estudantes durante a criação da calculadora de médias. É evidente a presença de diferentes cenários e personagens usados ao longo do processo, o que destaca a criatividade e imaginação individual de cada participante.

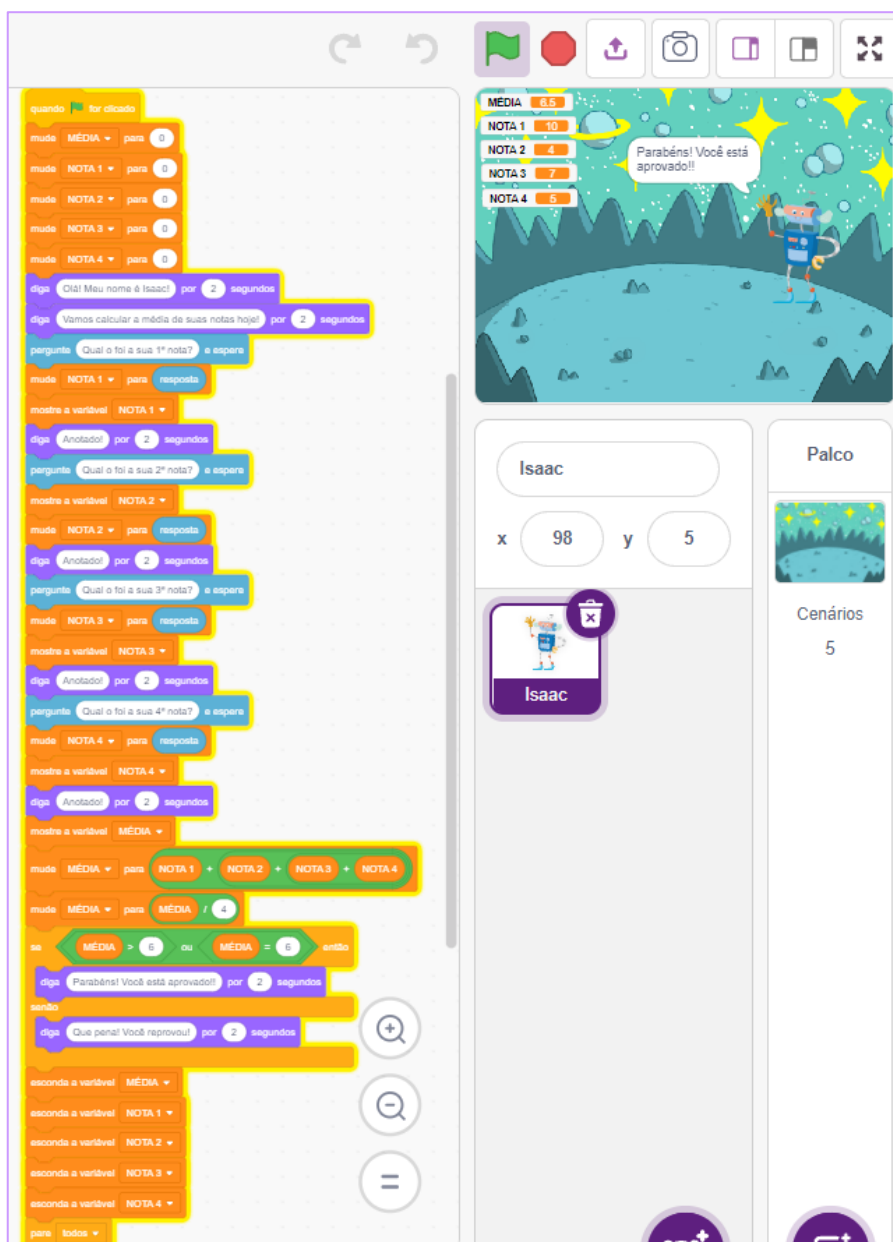
Figura 14: Desenvolvendo o objeto digital “Calculadora de média aritmética de notas escolares”.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na Figura 15, é apresentada uma programação empregada na calculadora de médias aritméticas de notas escolares. Essa programação é para o funcionamento da calculadora e reflete o aprendizado e a aplicação dos conceitos de programação pelos estudantes. Essa atividade fornece uma aplicação prática e significativa de Matemática no contexto da média de notas escolares. Essa combinação de criatividade, programação e Matemática contribui para uma experiência de aprendizado envolvente.

Figura 15: Programação visual do objeto digital “Calculadora de média aritmética de notas escolares”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A calculadora de médias aritméticas apresentava um personagem que questionava o usuário sobre as quatro notas e registrava as respostas. Após a inserção de todas as notas, o

objeto digital foi divulgava se o usuário foi aprovado ou reprovado. A escolha de quatro notas foi baseada no fato de os estudantes participantes receberem notas bimestrais em suas instituições de ensino, tornando a experiência mais relevante para sua realidade.

O desenvolvimento dessa calculadora teve como objetivo demonstrar a facilidade de programar um projeto que realizasse automaticamente os cálculos matemáticos e interagisse com o usuário. Além disso, destacava-se a aplicabilidade da Matemática subjacente, com fórmulas pré-definidas nos blocos de programação.

De forma explícita, foram aplicados os seguintes conceitos matemáticos: adição, divisão, operadores de comparação (maior ou igual) e, finalmente, o cálculo da média aritmética. Isso proporcionou uma oportunidade potencial para que os estudantes aplicassem seus conhecimentos de programação e matemática em um contexto prático e envolvente.

5.7 Projetos 01 e 02: “ligando um led” e “ligando uma sequência de leds”

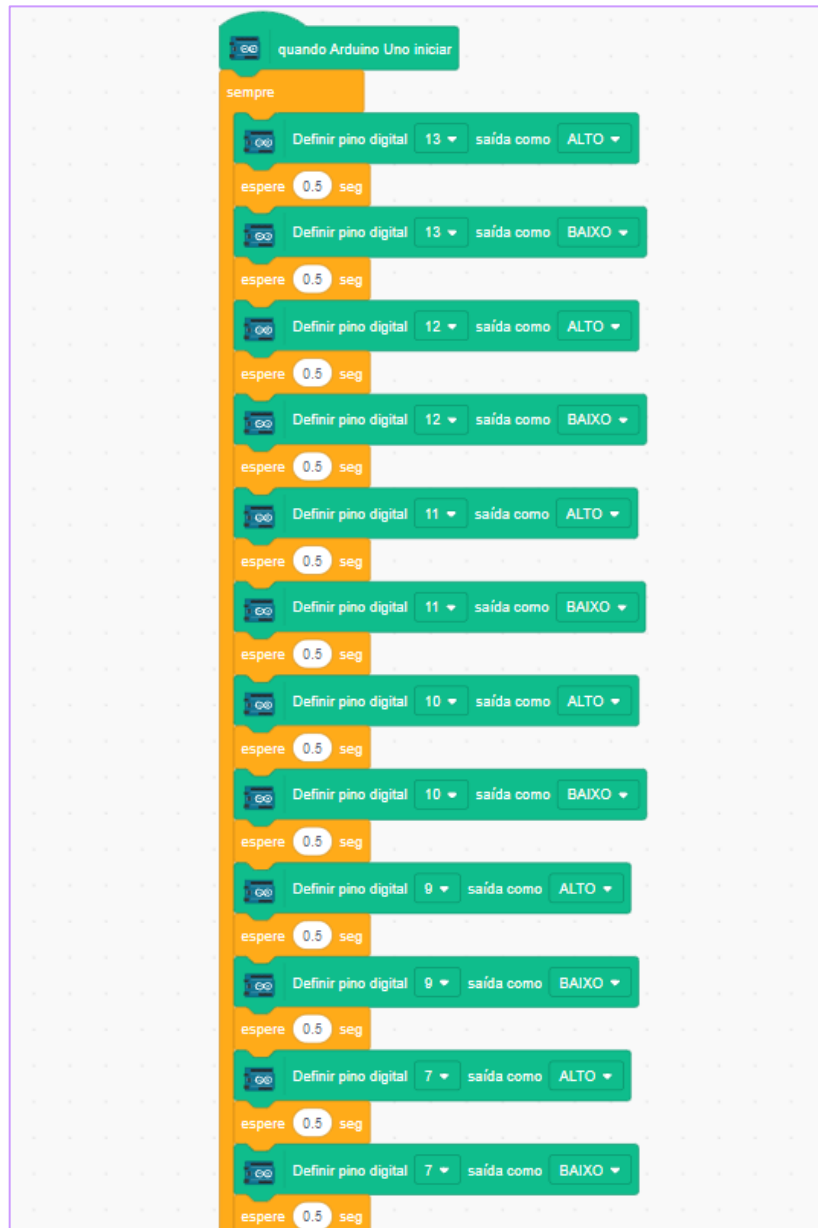
Após a exploração no *PictoBlox* e a inserção da programação visual, inicializou os projetos de robótica educacional. Pelo fato de os estudantes nunca terem realizados nenhuma atividade e/ou projeto de robótica, foi proposto de maneira inicial dois projetos simples, mas que englobavam as futuras propostas de projetos a serem desenvolvidos.

O projeto “Ligando um led” surgiu da necessidade de apresentar a placa Arduino Uno R3 e suas configurações, como: portas digitais, portas analógicas, pinos terra, microcontrolador, tensão de operação, tensão de entrada, corrente dos pinos, memória *flash*, alimentação pela conexão USB ou outra fonte de alimentação externa e etc. Assim como, a *protoboard* (placa de ensaio), *jumpers*, leds e resistores.

Para a realização deste projeto foi necessário também a explicação sobre corrente elétrica, montagem de circuito, características dos resistores e dos leds. Assim como os novos blocos e extensões que seriam utilizados nas próximas programações. Por ser introdutória em alguns quesitos, foi proposto como complemento a criação do projeto “Ligando uma sequência de leds”, cujo seguia o mesmo padrão de programação, mas com ampla quantidade de blocos e pinos a serem programados no *software PictoBlox*.

A Figura 16 demonstra a programação utilizada no projeto “Ligando uma sequência de leds”, mas como já mencionado anteriormente se assemelha para o projeto “Ligando um led”. Na figura 16, também podemos verificar alguns pontos que se diferem da criação de objetos digitais, como: estar no modo carregar e não no modo palco e selecionar o tipo de placa que será programada.

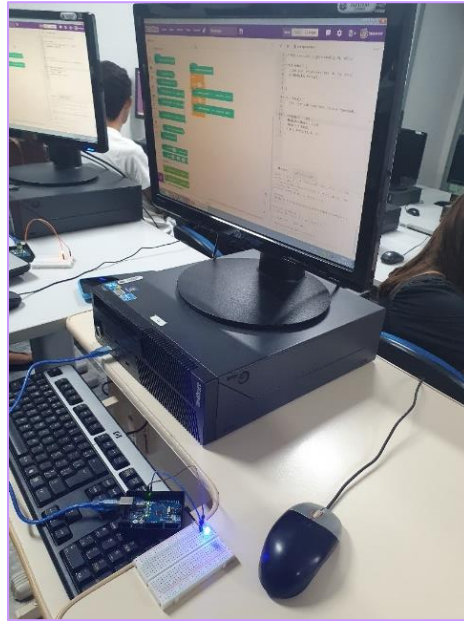
Figura 16: Programação visual do projeto “Ligando uma sequência de leds”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Já na Figura 17, é mostrado dois projetos de robótica dos estudantes que foi programado no virtual, ou seja, no *PictoBlox* e montado no real, com a placa Arduino Uno R3 e demais componentes eletrônicos. Ambos os projetos foram elaborados de modo individual, logo, todos realizaram suas programações, montaram o seu circuito, testaram seus componentes eletrônicos e concluíram a atividade proposta.

Figura 17: Projeto de robótica “Ligando um led”.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

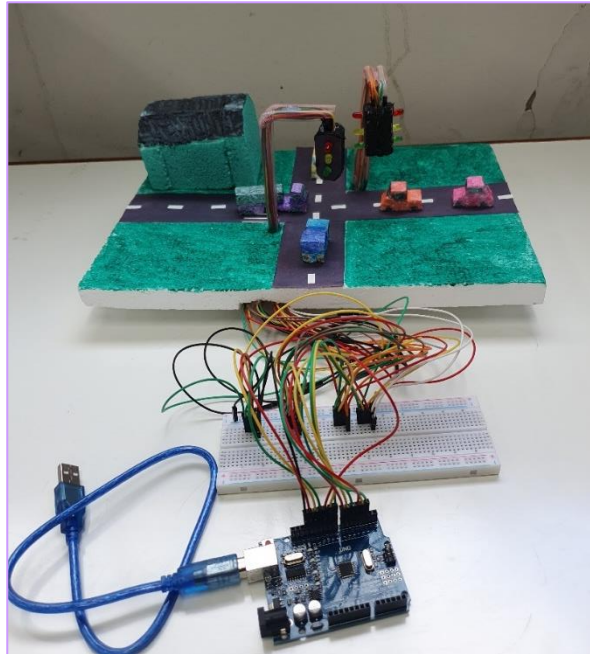
A realização destes projetos de robótica educacional proporcionou entusiasmo na turma, deixando-os curiosos e motivados para a realização dos próximos. Que por sua vez, seguiu o mesmo raciocínio, mas é uma aplicação do cotidiano, ou seja, a construção de um semáforo.

5.8 Projeto 03: semáforo de duas vias

A realização deste projeto foi fundamentada no movimento *maker*, ou seja, na abordagem “mão na massa”. Inicialmente, os principais objetivos eram que os próprios estudantes desenvolvessem a programação para um semáforo com duas vias. Esta atividade foi realizada em duplas, com o intuito de fortalecer o trabalho em equipe e, de maneira implícita, promover a aplicação dos quatro pilares do pensamento computacional.

Para embasar o projeto em desenvolvimento, a autora deste trabalho construiu uma maquete representando um cruzamento com quatro vias, como ilustrado na Figura 18. Essa maquete tinha como finalidade contextualizar e demonstrar a aplicabilidade do projeto.

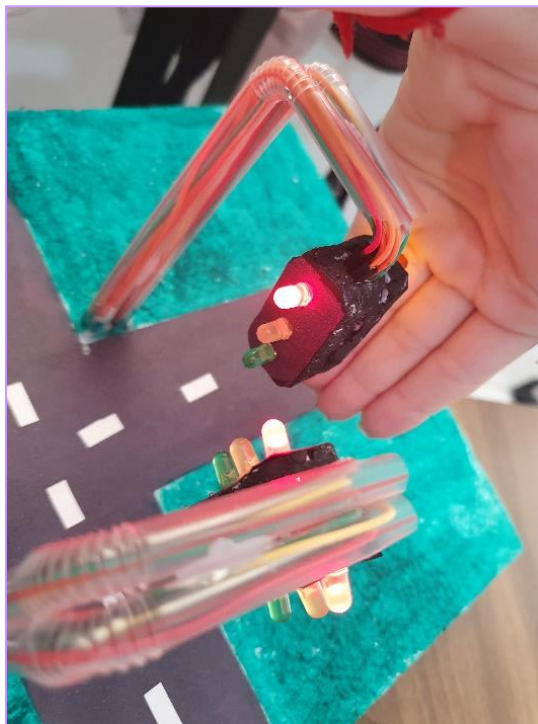
Figura 18: Maquete do semáforo com encruzilhadas.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na Figura 18, identificamos os componentes utilizados, como a placa Arduino Uno R3, cabo USB para alimentação, *protoboard*, *jumpers*, resistores e LEDs. Além disso, foram usados recursos didáticos, como isopor e canudos, proporcionando espaço para a criatividade dos estudantes. A Figura 19 ilustra o funcionamento do semáforo.

Figura 19: Funcionamento da maquete do semáforo com encruzilhadas.

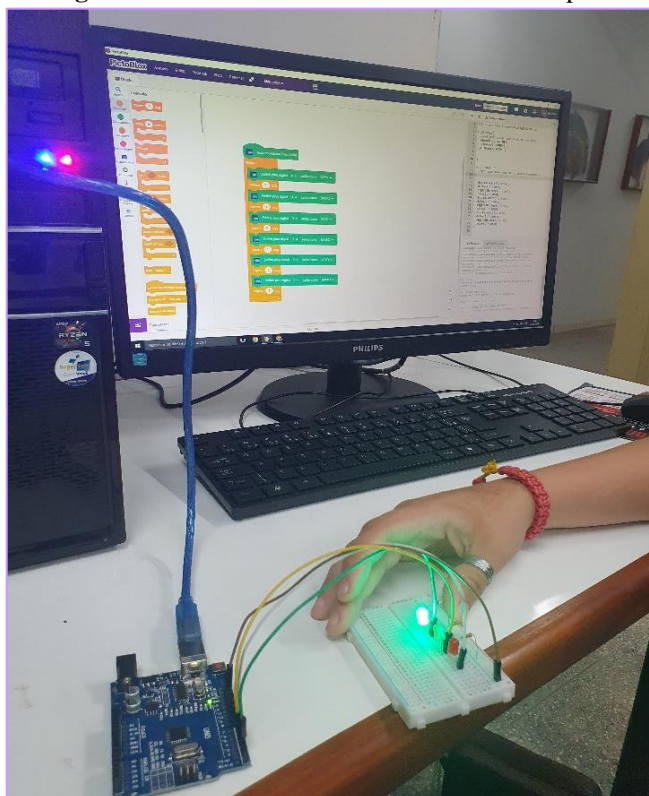


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Para iniciar a criação do semáforo, foi apresentado aos estudantes o aplicativo *Tinkercad*¹⁶, uma ferramenta gratuita para a elaboração de projetos 3D, eletrônicos e codificação. A utilização desse aplicativo facilitou a simulação da montagem do circuito, uma vez que ele detecta erros que poderiam causar problemas com componentes reais.

Após a montagem do circuito e a programação visual no *Tinkercad*, as duplas começaram a desenvolver seus próprios semáforos. Inicialmente, foi sugerida a criação de semáforos simples, e posteriormente, de semáforos para cruzamentos. Na Figura 20, é apresentado um dos projetos concluídos.

Figura 20: Funcionamento de um semáforo simples.

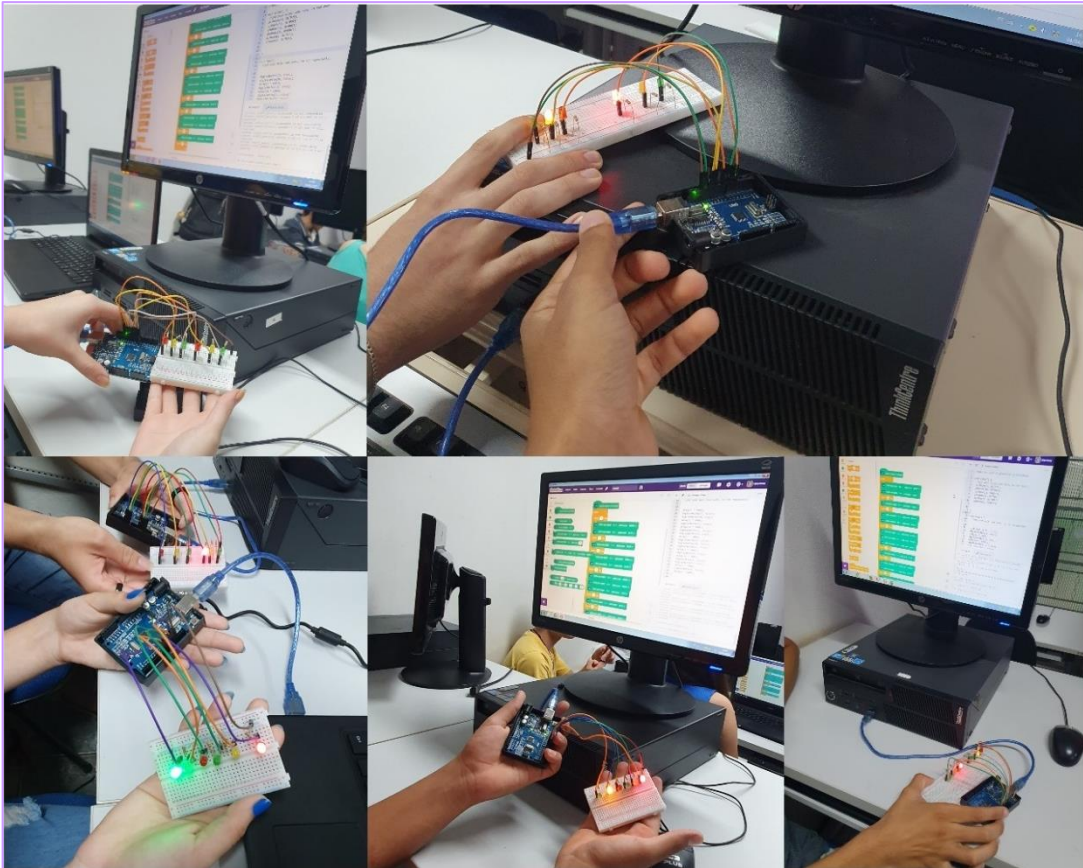


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na Figura 21 abaixo, são apresentados diversos projetos em que os estudantes montaram dois semáforos simultâneos. Esses projetos foram concebidos para simular o funcionamento em uma encruzilhada com duas vias. É importante destacar que todas os estudantes programaram e criaram esses semáforos. À medida que evoluíram de consumidores de tecnologia para criadores de tecnologia, eles enfrentaram algumas dificuldades com eletrônica básica, como componentes defeituosos e pequenos problemas na programação. No entanto, com o apoio necessário, conseguiram desenvolver os projetos conforme o esperado.

¹⁶ Disponível em: < <https://www.tinkercad.com/> >.

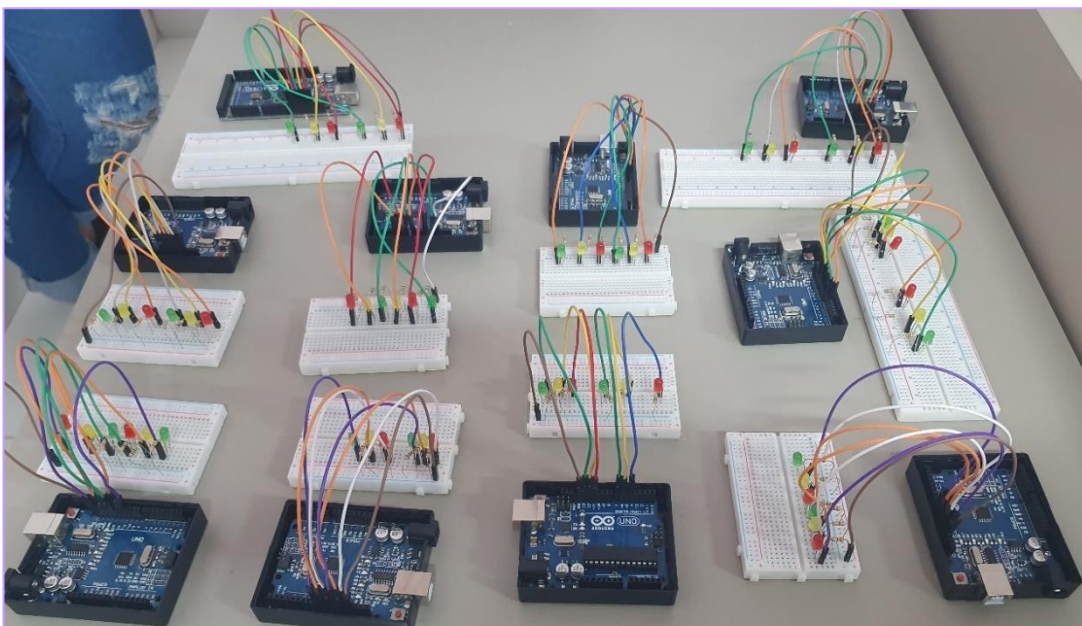
Figura 21: Funcionamento do projeto de semáforos para duas vias.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A Figura 22 exibe esses protótipos montados e programados, prontos para funcionar com a simples conexão a uma fonte de alimentação ou cabo USB.

Figura 22: Protótipos de semáforos para duas vias.



Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Vale ressaltar que os objetivos desses projetos incluem o desenvolvimento de habilidades Matemáticas, como raciocínio lógico, noções de tempo, sequências, intersecções e outras. Além disso, eles promovem o aprimoramento das habilidades do pensamento computacional, como decomposição, reconhecimento de padrões e abstração, bem como o aperfeiçoamento de habilidades em eletrônica básica, abrangendo circuitos elétricos, corrente, tensão, resistência e potência.

Após a conclusão deste projeto de robótica educacional, várias atividades foram postadas no *Google Classroom* para os estudantes. Entre elas, havia uma tarefa que exigia que os estudantes resumissem a experiência de programar e montar um semáforo com a placa Arduino em apenas uma palavra. Como resultado, algumas palavras escolhidas por eles incluíram “incrível”, “maravilhosa”, “ótimo”, “divertida”, “legal”, “demais” e “interessante”. Algumas dessas palavras foram mencionadas repetidamente, mas foram destacadas aqui apenas uma vez para evitar repetições.

5.9 Projetos 04 e 05: “alfabeto no módulo de matriz de led 8x8 – Max 7219” e “numeração no módulo de matriz de led 8x8 – Max 7219”

Nesses projetos, foram utilizados os seguintes componentes eletrônicos: placa Arduino Uno R3, cabo USB para alimentação, *jumpers* e o módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219. Uma vez que a turma era composta por alunos de diferentes níveis e ambos os projetos envolviam conceitos de matrizes, foi necessário introduzir e explorar esses conceitos com os estudantes. Os tópicos abordados incluíram uma definição de matriz, sua representação genérica e os tipos de matrizes aplicáveis ao módulo utilizado nos projetos. Todo o conteúdo das sessões de ensino foi disponibilizado na sala de aula virtual denominada “Experimento de ensino em robótica educacional”.

A atividade inicial proposta consistia na montagem do circuito e na compreensão do funcionamento do módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219. Para a montagem do circuito, utilizamos a ferramenta *Tinkercad*, enquanto para a programação visual, recorremos ao *software PictoBlox*, que foi customizado com extensões e blocos de código adicionais.

O primeiro desafio para os estudantes era programar a inicial de seus próprios nomes. Isso permitiu uma contextualização dos conceitos matemáticos previamente estudados e, conseqüentemente, dos pilares do pensamento computacional.

No que diz respeito à programação visual, começamos com uma explicação dos novos blocos a serem utilizados e suas respectivas funções. Embora houvesse, pelo menos, duas

abordagens para a programação de um mesmo projeto no *PictoBlox*, enfatizamos o uso do bloco de código matemático, que opera com base em linhas e colunas, alinhando-se com o conceito de matrizes.

A Figura 23 ilustra o uso desse bloco matemático na programação da letra “A”.

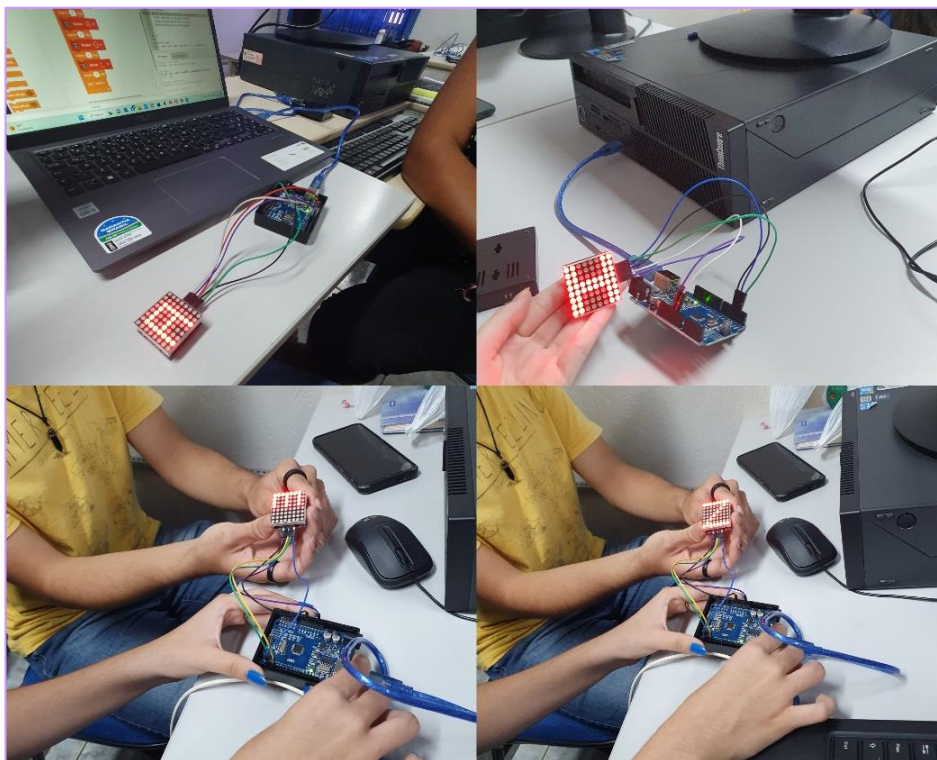
Figura 23: Programação visual da letra “A”.



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

No entanto, o uso do bloco de código para acender cada Led individualmente no módulo de matriz de Led 8x8 - max7219 pode levar a uma programação extensa, e algumas funções do *software* podem deixar de funcionar corretamente. Isso, de certa forma, limita sua aplicação em projetos de robótica educacional voltados para o ensino de Matemática. Inicialmente, para contornar essa limitação no *software PictoBlox*, propôs-se a programação das iniciais dos estudantes participantes, como será demonstrado na Figura 24. Para projetos de médio porte, o *software* funcionava perfeitamente.

Figura 24: Iniciais programadas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.



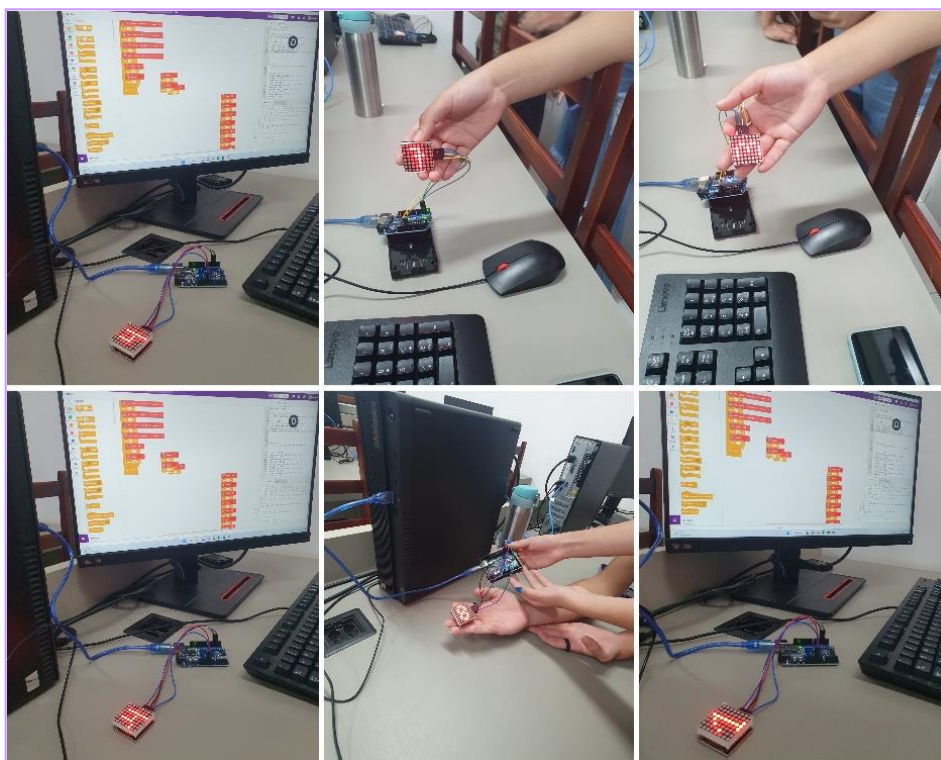
Fonte: Arquivo pessoal (2023)

Este projeto despertou um entusiasmo entre os estudantes ao permitir que eles programassem suas próprias iniciais, abrindo as portas para a inovação e a motivação na criação de diferentes projetos usando desses componentes eletrônicos. Portanto, assim como em outras atividades e projetos desenvolvidos, as habilidades do pensamento computacional também foram incorporadas e mobilizadas.

Após a conclusão do projeto de robótica envolvendo a programação das iniciais do alfabeto, prosseguimos com o projeto 05, “Numeração no Módulo de Matriz de Led 8x8 – max 7219”. Este novo projeto seguiu os mesmos padrões, critérios, programação e componentes eletrônicos do projeto anterior, mas foi focado na exibição de números. Os números programados variaram de zero a nove e foram distribuídos entre as duplas de estudantes.

A Figura 25 exibe alguns desses números programados durante as atividades em sala de aula. Além disso, é possível observar dois números negativos, “-4” (quatro negativo) e “-1” (um negativo), programados visualmente como parte de um próximo projeto (06) de robótica educacional.

Figura 25: Números programados no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Neste projeto, a habilidade de decomposição esteve diretamente relacionada à estrutura da programação a ser realizada, enquanto o reconhecimento de padrões foi fundamentado nas lições aprendidas no projeto de robótica anterior. O aspecto do algoritmo refere-se à sequência de blocos de código, ou seja, à programação visual pronta para ser executada tanto pelo *PictoBlox* quanto pela placa Arduino Uno R3. Continuando com a exploração do módulo de matriz de LED 8x8 - max7219, o encontro subsequente envolveu a criação de sequências numéricas.

5.10 Projeto 06: sequências numéricas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219

Neste projeto de robótica educacional, a proposta envolvia a programação de sequências numéricas, sendo que cada dupla tinha a sua sequência específica e, portanto, sua programação a ser desenvolvida. As sequências foram divididas da seguinte maneira: **dupla 01:** Sequência numérica crescente (0, 1, 2, 3, 4); **dupla 02:** Sequência numérica decrescente (-4, -3, -2, -1, 0); **dupla 03:** Sequência numérica dos pares (0, 2, 4, 6, 8); **dupla 04:** Sequência numérica dos ímpares (1, 3, 5, 7, 9); **dupla 05:** Sequência numérica negativa (-9, -8, -7, -6, -5); **dupla 06:** Sequência numérica negativa (-4, -3, -2, -1, 0).

As sequências e as duplas foram selecionadas aleatoriamente entre os estudantes, com o objetivo de promover maior interação e inclusão entre eles. Os objetivos compartilham

semelhanças com os projetos 04 e 05 de robótica educacional anteriores, mas o diferencial desta atividade estava na programação que permitia a exibição dos números no módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219 como uma barra de rolagem. Isso estimulou o raciocínio lógico, o estudo de seqüências numéricas, números pares e ímpares, matrizes e plano cartesiano.

Na Figura 26 a seguir, são apresentadas três etapas da programação visual e sua conclusão na Figura 27, realizadas por uma dupla para representar a seqüência dos números negativos (-4, -3, -2, -1, 0).

Figura 26: Programação visual da seqüência dos números negativos.

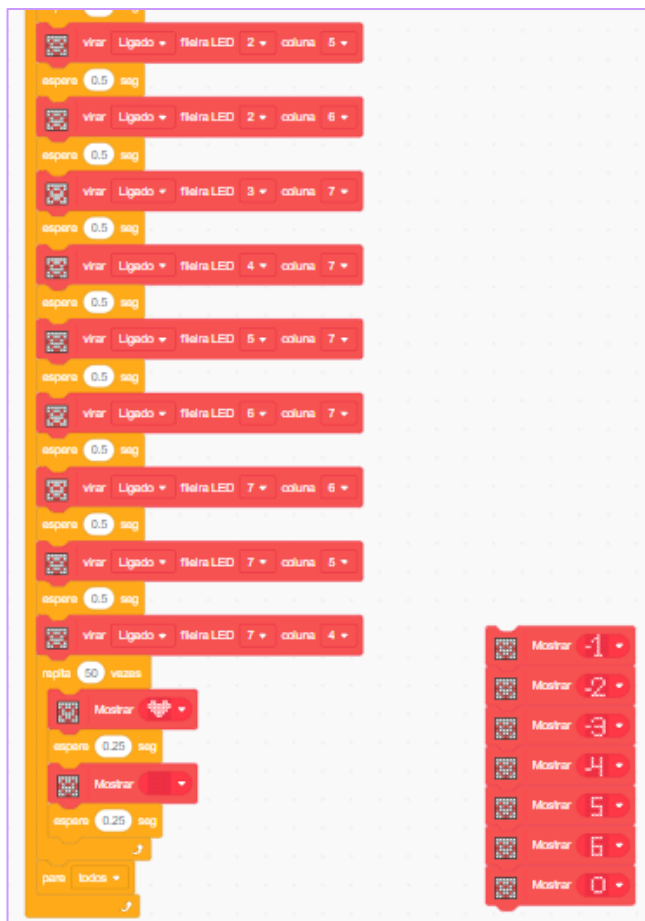


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Figura 27, encontramos a continuação e conclusão desta programação visual executada no *PictoBlox*. Vale destacar o aspecto interessante da decomposição aplicada pelos estudantes ao desenvolver a programação principal. Ao lado, podemos observar blocos de

código não matemáticos que apresentam uma representação de como esses números seriam exibidos no módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219.

Figura 27: Continuação da programação visual da sequência dos números negativos.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Como resultado, é notável a mobilização de habilidades Matemáticas e do pensamento computacional. É importante ressaltar que todas as duplas programaram sua sequência numérica e a submeteram como parte de uma atividade na sala de aula virtual da turma. Optou-se por discutir apenas uma programação como exemplo, a fim de evitar tornar o processo extenso, uma vez que todas as outras, seguem os mesmos padrões e objetivos.

5.11 Projeto 07: competição da batalha naval com módulo matriz de led 8x8 – max 7219

A ideia de realizar uma competição de batalha naval surgiu da intenção de aplicar o módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219 como uma ferramenta didática e divertida, que pudesse mobilizar habilidades Matemáticas através da robótica educacional, promovendo também o desenvolvimento do pensamento computacional. Entre as habilidades destacadas

incluem-se conceitos como matrizes, coordenadas geométricas e cartesianas, o uso do plano cartesiano, seus eixos, pontos cartesianos e quadrantes, todos abordados de forma lúdica.

Os objetivos da competição envolviam a criação de um jogo dinâmico e interativo, utilizando a programação visual do *PictoBlox*, bem como os componentes eletrônicos e a placa Arduino Uno R3. Além disso, visava consolidar o entendimento do sistema de localização de pontos (linha x coluna) no módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219. As regras da competição foram definidas de acordo com as regras de batalha naval tradicional, no entanto, adaptada para a matriz de led 8x8 – max 7219. As embarcações foram criadas de acordo com o seguinte modelo: rebocador – 2 leds; contratorpedeiro - 3 leds; cruzador - 4 leds; porta-aviões - 5 leds.

Para tornar a competição ainda mais atrativa, foram oferecidos troféus para a dupla campeã, bem como troféus de participação para os demais estudantes envolvidos. A Figura 28 ilustra os troféus distribuídos para cada estudante ao final da competição da batalha naval.

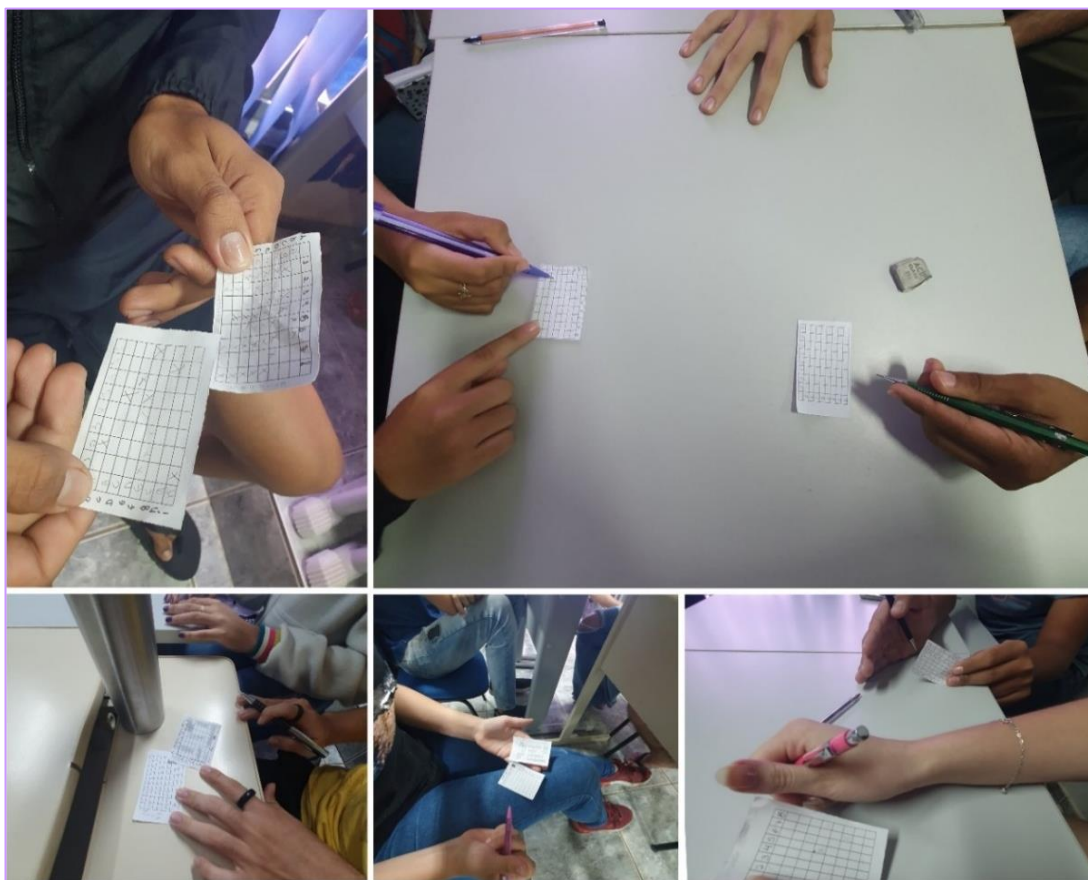
Figura 28: Troféus para a competição batalha naval com o módulo de matriz de led.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A Figura 29 exibe os estudantes posicionando suas embarcações em uma malha quadriculada que coincidia com a quantidade de linhas e colunas do módulo de matriz de Led 8x8 – max 7219.

Figura 29: Malha quadriculada da competição da batalha naval com o módulo de matriz de led.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A Figura 30 destaca a turma de estudantes envolvidos na competição de Batalha Naval, organizados em suas respectivas duplas.

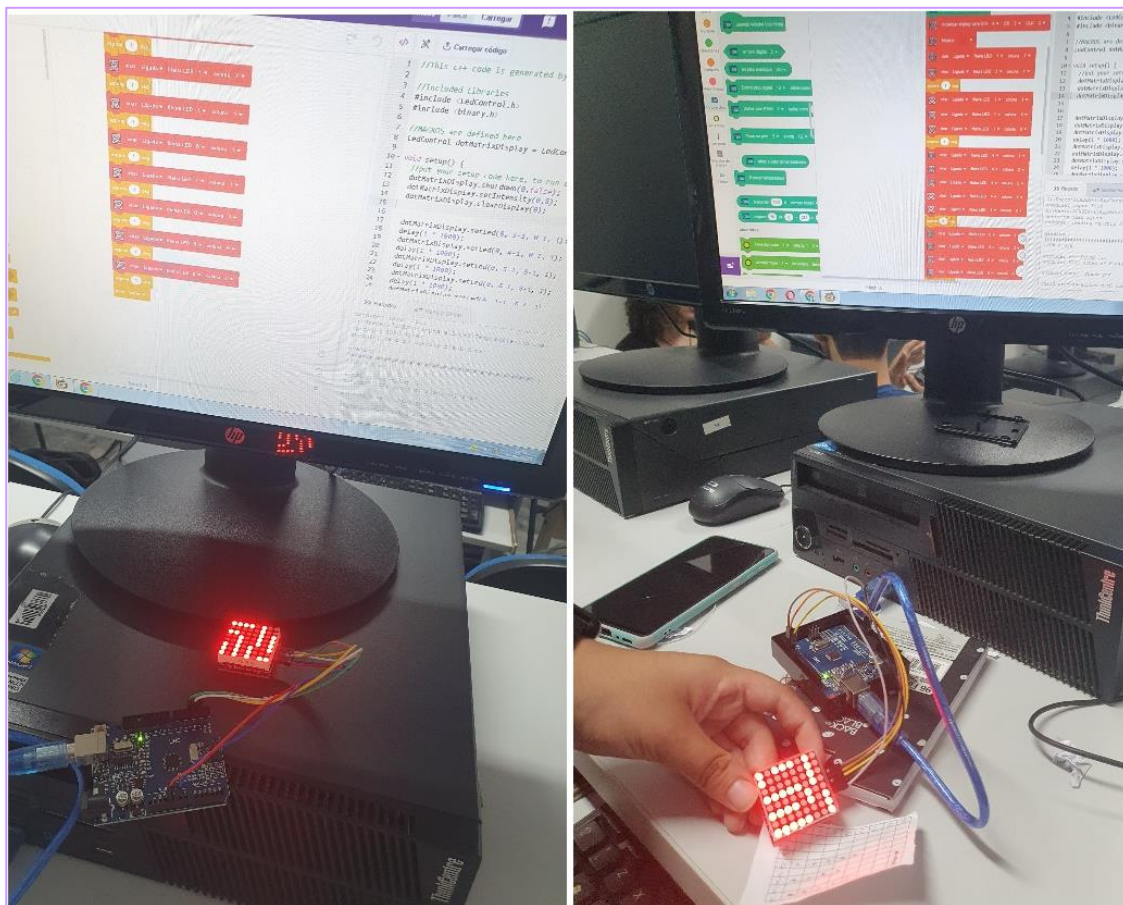
Figura 30: Batalha naval com módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A Figura 31 ilustra as embarcações de duas dessas duplas, que foram programadas no *PictoBlox* e executadas pela placa de prototipagem Arduino Uno R3, em conjunto com o módulo de matriz de Led 8x8 – Max 7219.

Figura 31: Embarcações programadas no módulo de matriz de led 8x8 – max 7219.

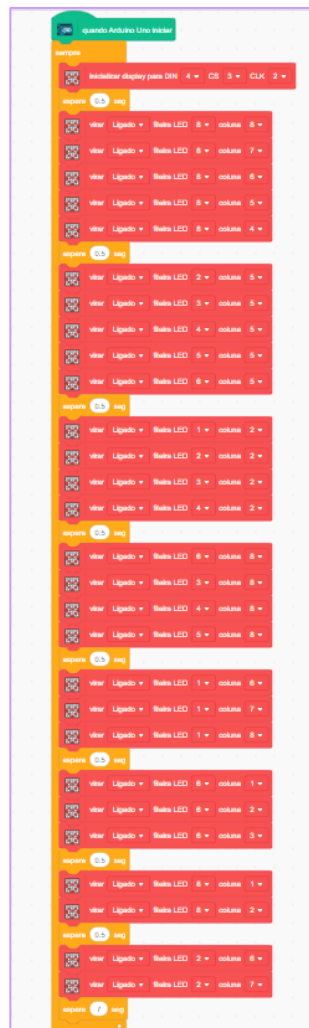


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Todas as duplas competiram entre si até que uma dupla fosse consagrada como campeã. Ao término da Batalha Naval, foi solicitado aos estudantes que apresentassem suas programações visuais e os respectivos módulos de matriz de Led 8x8 – max 7219 com as embarcações já programadas ao restante da turma.

A Figura 32 a seguir, apresenta a programação visual realizada pela dupla campeã da competição. Com ela, podemos observar que a programação utilizada, se assemelha com as programações de alguns projetos anteriores. Desenvolvendo assim, habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

Figura 32: Programação visual das embarcações da dupla campeã na competição de batalha naval.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nesta competição de batalha naval, os estudantes participaram de maneira competitiva, colaborando em equipe com suas respectivas duplas, todos com o objetivo de conquistar a vitória na competição. O entusiasmo e a diversão foram elementos cruciais durante todo o processo, e de maneira implícita, o pensamento computacional também desempenhou um aspecto fundamental.

5.12 Projeto 08: protótipo de estacionamento automatizado utilizando modelo computacional, sensor ultrassônico HC – SR04 e a placa Arduino Uno

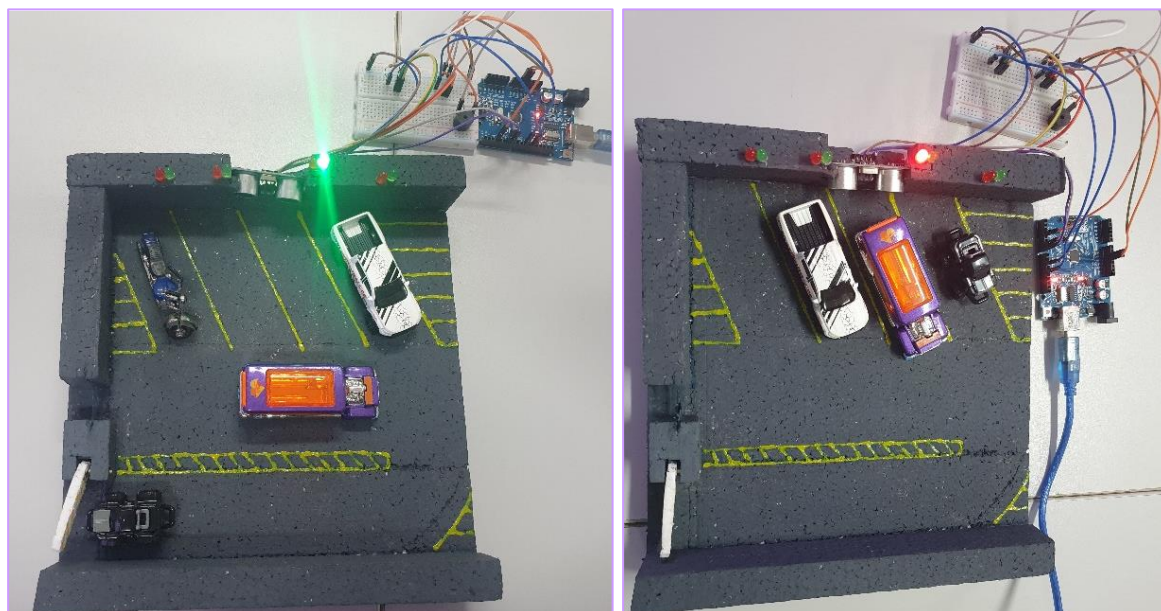
Neste protótipo desenvolvido, o componente principal é o sensor de distância ultrassônico HC-SR04. Como este era o primeiro projeto em que ele seria utilizado, foram explicadas e apresentadas suas características, aplicações no cotidiano, funcionalidades e o cálculo de distância utilizado pelo sensor.

O sensor de distância ultrassônico HC-SR04 pode ser empregado na detecção de objetos e verificação de presença, medição de altura e largura, medição de níveis de enchimento, detecção de obstáculos, posicionamento de sistemas robóticos, correção de rota de robôs e outros mecanismos móveis, como carros de controle remoto. Sua faixa de atuação vai de uma distância mínima de 2 cm a uma distância máxima de 4 metros, com um ângulo de abertura de 15 graus para detectar obstáculos. O cálculo da distância é dado por:

$$\text{Distância} = \frac{(\text{tempo de duração do sinal de saída} \times \text{velocidade do som})}{2}$$

Este projeto de robótica tinha como objetivo automatizar um estacionamento tecnológico que mostraria uma notificação/alerta da quantidade de vagas disponíveis em um determinado estabelecimento. O foco estava na mobilização das habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos do pensamento computacional. Além disso, a Matemática desempenhava um papel importante com os sinais de comparação (maior ou igual, menor ou igual), disponibilidade de vagas, limitação de espaço, cálculos de distância para estacionar e a contextualização de um estacionamento moderno já presente em alguns lugares mais desenvolvidos. Para a construção dos protótipos em grupos, foi criado um protótipo base que foi apresentado aos estudantes, conforme demonstrado na Figura 33.

Figura 33: Protótipo base de um estacionamento automatizado.



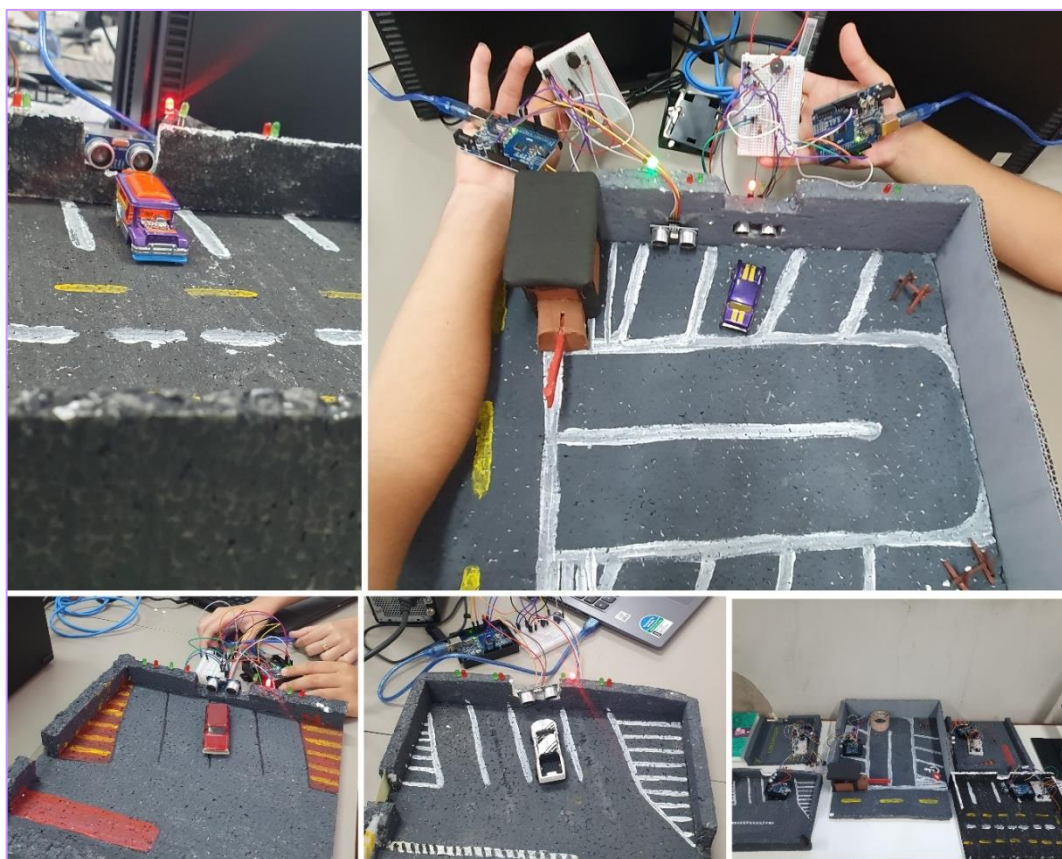
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Os componentes eletrônicos empregados neste protótipo incluíram a placa Arduino Uno R3 e o cabo USB para alimentação, o sensor de distância ultrassônico HC-SR04, uma *proto*board, *jumpers*, leds verdes e vermelhos, resistores e um *buzzer*. Além disso, foram

utilizados materiais didáticos como isopor, tinta guache, palitos, cola quente e pincéis para pintura.

Na Figura 34, é possível visualizar os protótipos de estacionamento automatizado desenvolvidos pelos estudantes como parte do experimento de ensino. Este projeto foi realizado em grupos de três, devido à complexidade do projeto e à disponibilidade limitada de alguns componentes.

Figura 34: Protótipos dos estudantes de um estacionamento automatizado.

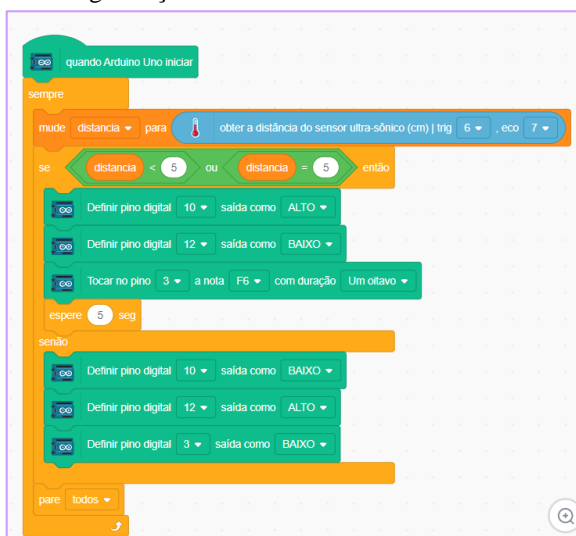


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Durante a realização deste protótipo, ficaram evidentes o empenho, a criatividade e a motivação dos estudantes em desenvolver seu próprio estacionamento automatizado. No entanto, surgiram desafios relacionados aos componentes eletrônicos ao longo desse processo. Por exemplo, o uso inadequado de *jumpers* resultou em vazamento de corrente, e alguns *buzzers* apresentaram defeitos técnicos.

O componente *buzzer* era responsável por notificar a disponibilidade de vagas, mas devido a essas falhas, dificultou o reconhecimento preciso da distância pelo sensor ultrassônico HC-SR04. Isso é relevante, pois o sensor calcula a distância com base no tempo de duração do sinal de saída e na velocidade do som. A programação visual desenvolvida para este protótipo está apresentada na Figura 35 a seguir.

Figura 35: Programação visual de um estacionamento automatizado.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Com este projeto foi possível mobilizar as habilidades do pensamento computacional, enquanto os estudantes construíram vínculos afetivos significativos no aprendizado. Sendo importante lembrar que eles provêm de turmas diferentes de uma escola específica no município de Barra do Bugres - MT. Essa diversidade enriqueceu nossos encontros, tornando-os mais produtivos, harmoniosos e divertidos.

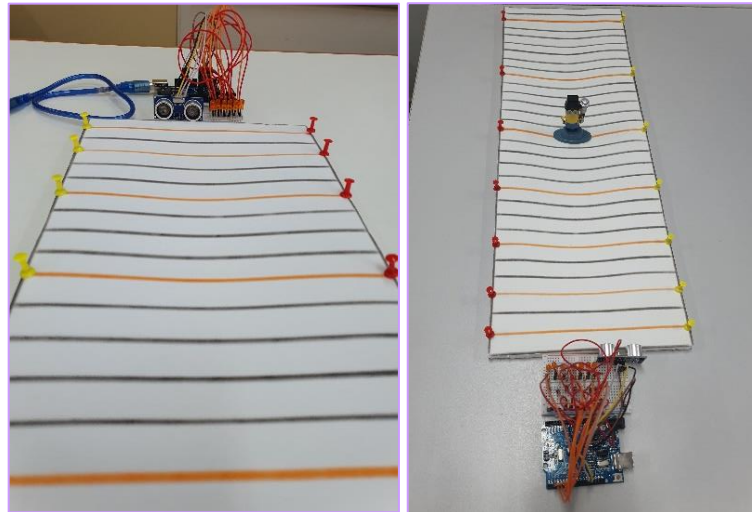
5.13 Projeto 09: estudo de função afim com o sensor de distância ultrassônico HC – SR04

Este projeto teve como objetivo a exploração das funções afins por meio da robótica educacional, utilizando componentes como a placa Arduino Uno R3, cabo USB para alimentação, *protoboard*, *jumpers*, sensor de distância ultrassônico HC – SR04, leds e resistores. Para enriquecimento das atividades didáticas, foram utilizados materiais como régua, cartolina, isopor, cola quente, giz de cera e alfinetes.

A montagem do circuito começou com uma simulação no aplicativo *Tinkercad*, permitindo que os estudantes compreendessem o sistema eletrônico a ser desenvolvido e o funcionamento do sensor ultrassônico HC – SR04 no novo projeto. Posteriormente, os componentes foram montados fisicamente, e nesse processo, foi observada a aplicação do reconhecimento de padrões, uma vez que a montagem de um circuito para um led servia como base para os demais leds.

Seguindo a mesma abordagem adotada nos projetos de robótica anteriores, foi construída uma maquete que serviu como base para os estudantes desenvolverem suas atividades práticas. A Figura 36 mostra a imagem da maquete que foi proposta.

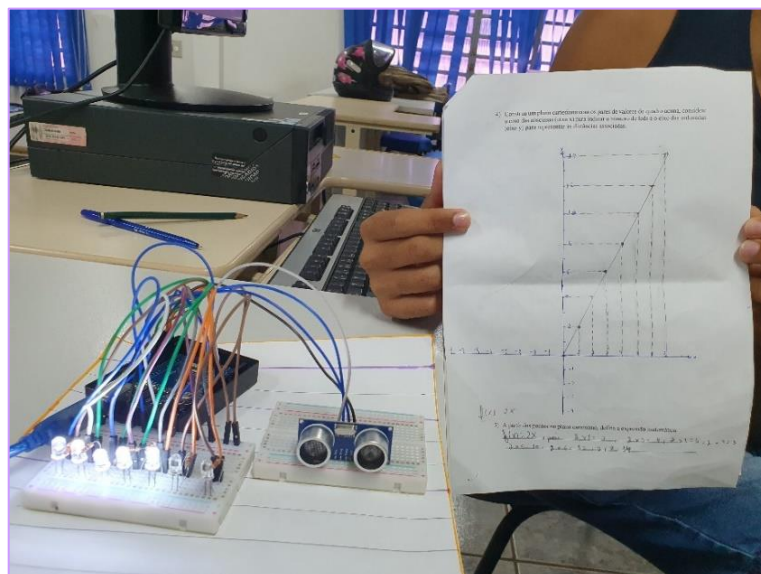
Figura 36: Maquete para projeto de estudo de função afim.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Para enriquecer este projeto, foi criada uma atividade impressa que fornecia orientações sobre a construção da maquete, montagem do circuito e tarefas práticas a serem resolvidas pelos estudantes. Nessa atividade, eles eram desafiados a determinar a relação entre a quantidade de leds acesos e as distâncias correspondentes, a fim de criar pontos no plano cartesiano (x, y) . Os eixos das abscissas (eixo x) representavam o número de leds, enquanto os eixos das ordenadas (eixo y) indicavam as distâncias correspondentes e as linhas eram igualmente espaçadas. A Figura 37 mostra a solução de uma dessas atividades realizada por uma dupla de estudantes no âmbito do experimento de ensino.

Figura 37: Atividade da construção do plano cartesiano de uma dupla de estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A Figura 38 destaca a produção da maquete e os testes conduzidos pelos estudantes para determinar a relação entre a quantidade de leds e as distâncias.

Figura 38: Produção de maquetes para projeto de estudo de função afim.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

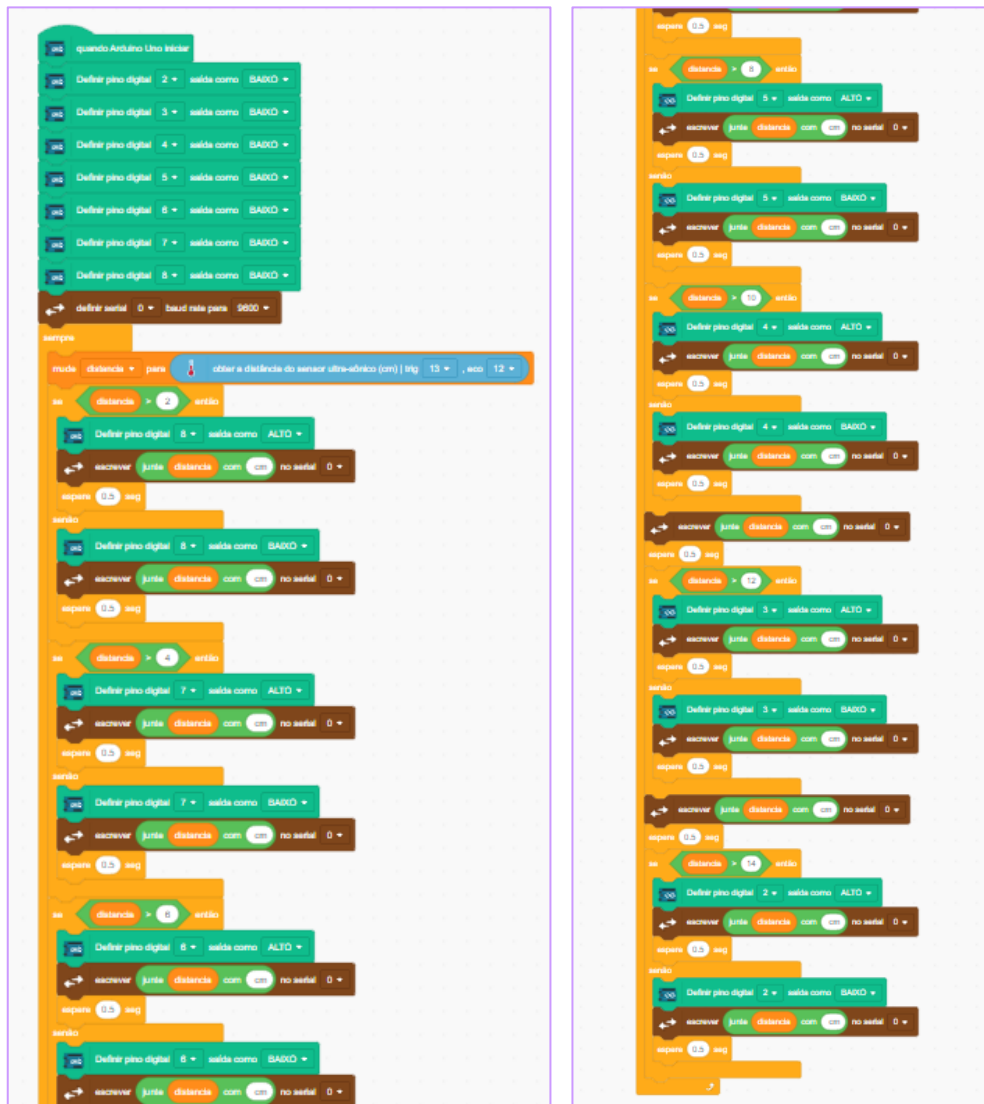
Este projeto teve duas versões distintas. Na primeira versão, as distâncias já estavam pré-definidas, e os leds eram acionados em cada distância específica. A principal diferença entre as versões estava na forma de exibir as medições de distância obtidas pelo sensor ultrassônico HC-SR04.

Na primeira versão, as distâncias eram exibidas na área do monitor serial, no *PictoBlox*, localizada logo abaixo da área de programação. Ou seja, a cada 0,5 segundos, as medidas de distância do objeto em relação ao sensor ultrassônico HC-SR04 eram registradas.

Na segunda versão, as medições de distância eram exibidas tanto no *display* LCD 16x2 quanto no monitor serial. Essa abordagem com o *display* LCD tornou o projeto mais versátil, uma vez que não era mais necessário manter a placa Arduino Uno R3 ligada ao computador ou *notebook* para o funcionamento e visualização dos dados de leitura, apenas a ligação da placa Arduino Uno R3 à uma fonte de energia era suficiente.

A Figura 39 apresenta a programação visual aplicada na primeira versão deste projeto de robótica educacional.

Figura 39: Programação visual 1 - projeto de estudo de função afim.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Figura 40 apresentamos a programação visual aplicada na segunda versão deste projeto de robótica educacional. Nessa versão, é possível observar a adição de blocos de código destacados em vermelho, que são destinados ao funcionamento do *display* LCD 16x2 com o módulo I2C.

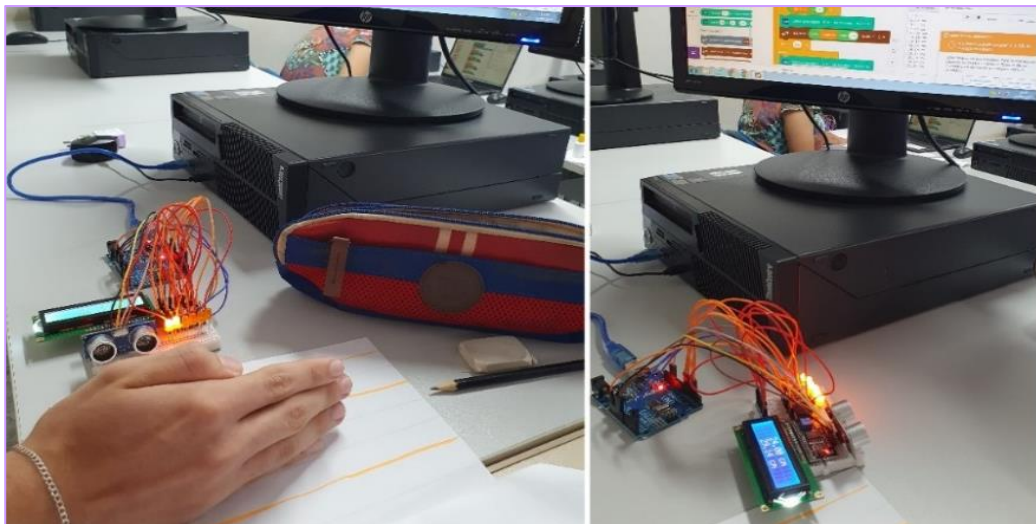
A Figura 41 apresenta duas imagens de um dos projetos de estudo de função afim com o sensor ultrassônico HC-SR04, desenvolvido por uma dupla de estudantes no experimento. Este projeto consistia na medição de pontos específicos em uma cartolina, onde cada medida detectada pelo sensor acionava um led e era exibida no visor do *display* LCD. Cada uma dessas medidas representava um ponto no eixo cartesiano, que posteriormente seria utilizado para plotar um gráfico de função linear, que foi apresentado na Figura 37.

Figura 40: Programação visual 2 - projeto de estudo de função afim.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 41: Projeto com a programação visual 2 - projeto de estudo de função afim.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Nesse projeto, foi adicionado o *display* LCD 16x2 com o módulo I2C, que tem como função mostrar a distância em centímetros entre o objeto e o sensor de forma clara e precisa. Essa adição proporcionou uma maneira mais eficiente de visualizar as medições de distância, tornando o projeto mais acessível e informativo.

Desta forma, concluímos o estudo de função afim por meio da robótica educacional, abrangendo conceitos matemáticos como funções, função afim, gráfico de uma função, eixos cartesianos, plano cartesiano, pontos (x, y) cartesianos e distância.

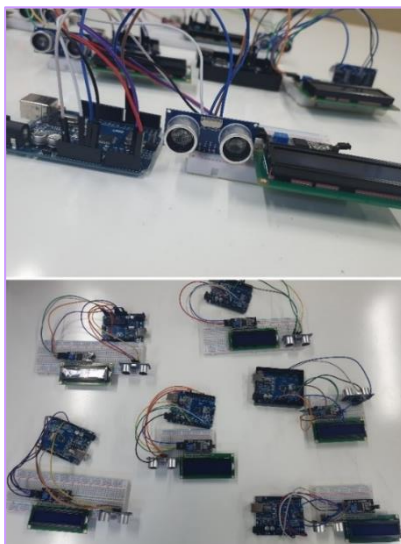
5.14 Projeto 10: protótipo de uma trena digital com componentes eletrônicos

O protótipo da trena digital se assemelha em alguns quesitos com a segunda versão do projeto de estudo de função afim. Os componentes utilizados para o seu desenvolvimento incluem a placa Arduino Uno R3, o sensor de distância ultrassônico HC-SR04, o *display* LCD 16x2 com módulo I2C, a *protoboard* e os *jumpers*.

O principal objetivo desse projeto era medir as dimensões dos laboratórios usados durante o experimento de ensino em robótica educacional, proporcionando uma contextualização da Matemática e a mobilização das habilidades relacionadas a ela. Esse projeto foi realizado como o objetivo de abordar os conceitos de geometria plana, medidas, conversão de medidas, regra de três, entre outros, envolvendo também habilidades do pensamento computacional.

A Figura 42 mostra as montagens de circuito realizadas para este projeto, que pode ser executado simplesmente inserindo uma fonte de alimentação na placa Arduino Uno R3, uma vez que a programação fica armazenada em sua memória *flash*.

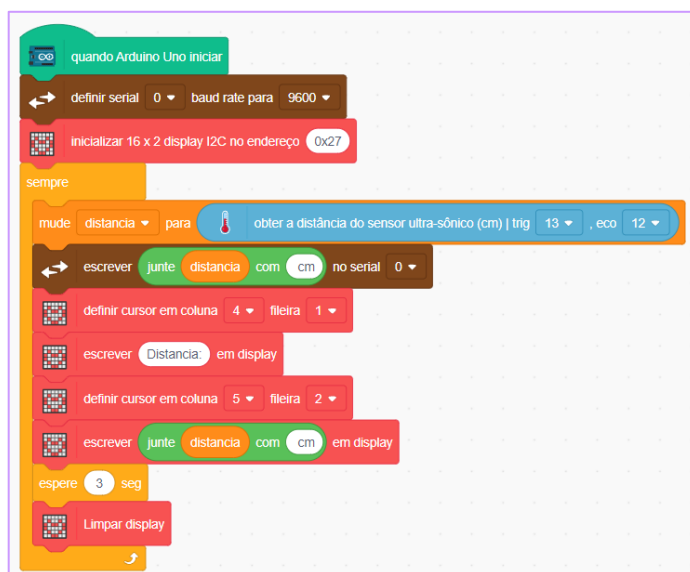
Figura 42: Projetos dos estudantes do protótipo de uma trena digital.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A programação visual deste protótipo de trena digital está ilustrada na Figura 43 abaixo.

Figura 43: Programação visual do protótipo de uma trena digital.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Neste projeto de robótica, também realizado em duplas devido à disponibilidade limitada de alguns componentes, os estudantes demonstraram entusiasmo, pois puderam visualizar as possibilidades de aplicação de uma trena digital com programação visual rápida, prática e fácil. Embora um desses projetos tenha apresentado falhas no *display* LCD 16x2 com módulo I2C, os demais funcionaram perfeitamente, deixando os estudantes satisfeitos.

5.15 Projeto 11: cálculo e demonstração de ângulos como protótipo de robótica educacional

Este projeto teve como objetivo principal a exploração dos conceitos matemáticos relacionados a ângulos por meio da robótica educacional e a utilização de diversos componentes eletrônicos. Os principais componentes empregados incluíram a placa Arduino Uno R3, cabo USB para alimentação, *protoboard*, sensor de distância ultrassônico HC – SR04, *display* LCD 16x2 com módulo I2C, servo motor SG90, potenciômetro B10K e *jumpers*.

Para a construção da maquete de base e materiais didáticos, foram utilizados isopor, papel fotográfico, tinta guache, pincéis, tesoura, régua, transferidor, palitos de picolé, cola quente e branca, fita crepe, canudinho colorido, entre outros.

Na Figura 44 é mostrado os componentes e materiais didáticos utilizados na criação deste projeto.

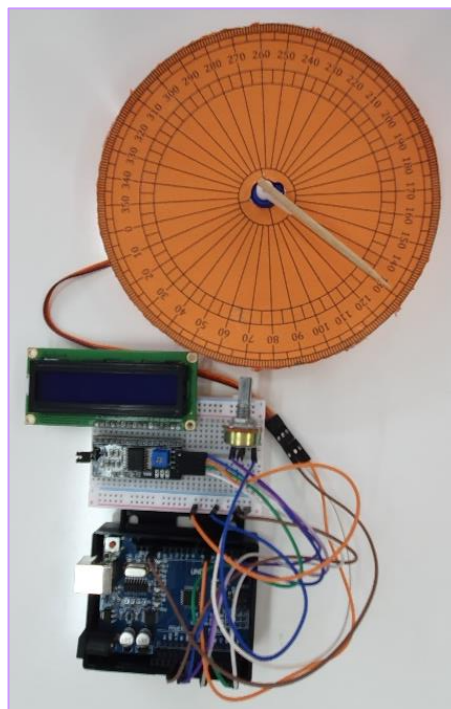
Figura 44: Recursos para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Para este projeto, também foi criada uma maquete como modelo inicial para orientar a produção das maquetes subsequentes desenvolvidas pelos estudantes. A Figura 45 a seguir apresenta esse modelo inicial.

Figura 45: Modelo de maquete para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

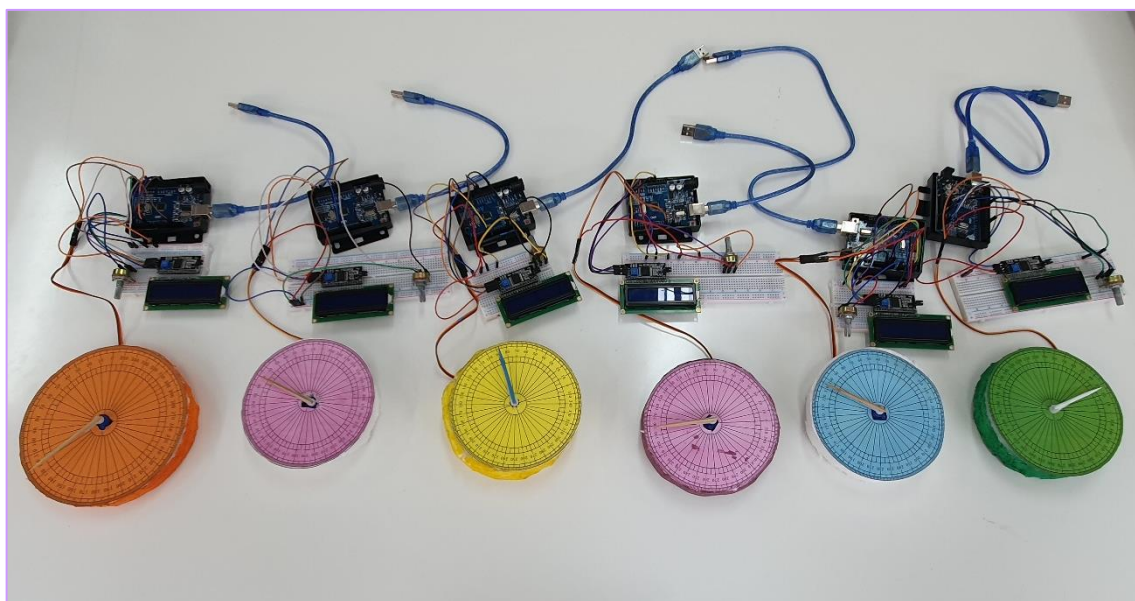


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Os conceitos matemáticos envolvidos incluíram tópicos como circunferência, geometria, trigonometria, ângulos, semirretas, segmentos de reta, vértice, lados do ângulo, medidas de ângulos e os ângulos notáveis. Os estudantes trabalharam em duplas, montando a maquetes durante os encontros e, em seguida, realizando a montagem dos circuitos com os componentes mencionados.

A seguir, a Figura 46 exibirá as maquetes construídas pelos estudantes durante o estudo deste projeto.

Figura 46: Maquetes dos estudantes para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

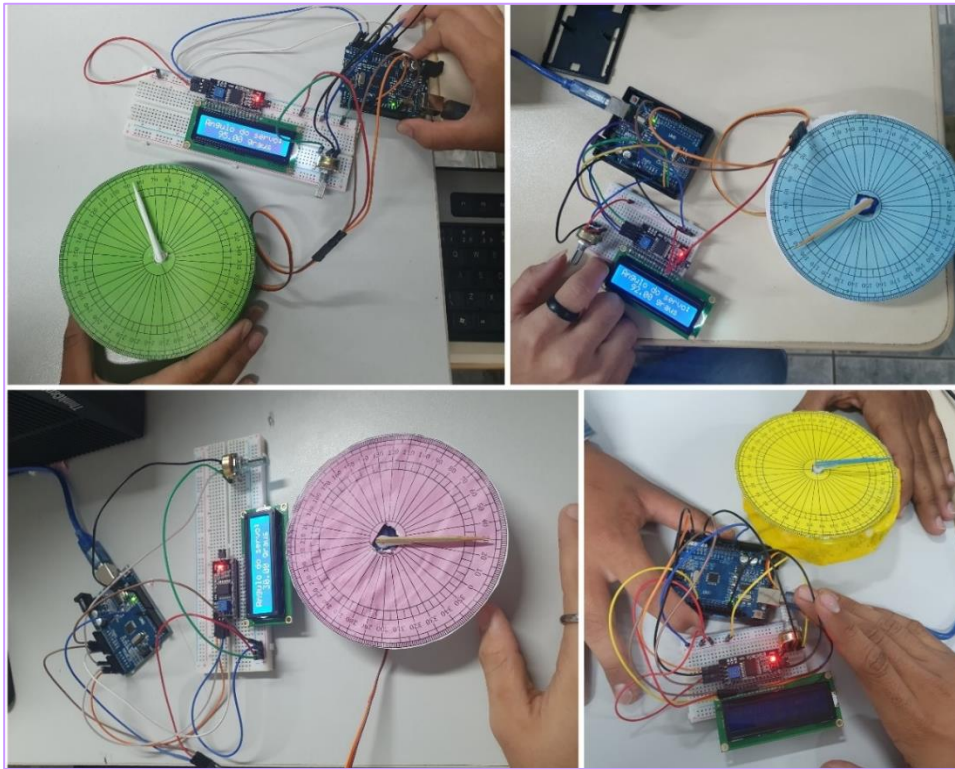


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

A lógica de funcionamento desse projeto era baseada no giro do potenciômetro B10K pelo usuário, que, por sua vez, acionava o servo motor SG90 para posicionar um pequeno palito no ângulo correspondente à circunferência da maquete. Esse ângulo também era exibido no *display* LCD 16x2. Embora a maioria dos projetos tenha funcionado corretamente, houve casos em que o visor do *display* não apresentava a mesma clareza.

Além disso, alguns projetos enfrentaram bugs durante o desenvolvimento, desafiando os estudantes a buscar soluções. Em um dos casos, os problemas persistiram devido a falhas técnicas no próprio *display* LCD 16x2 com módulo I2C, mesmo após a substituição de componentes. Esses desafios contribuíram para uma experiência de aprendizado enriquecedora.

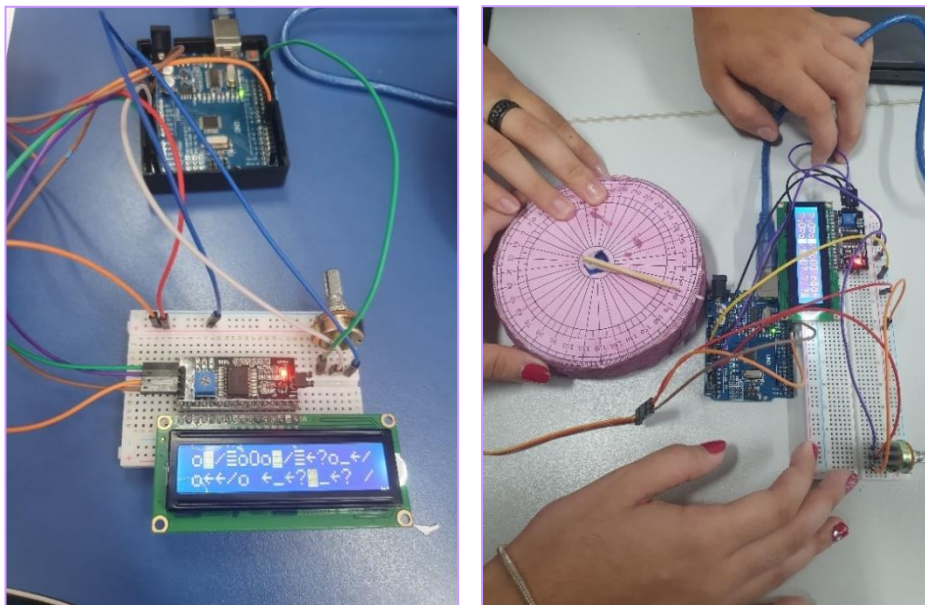
Figura 47: Maquetes funcionando para o projeto de cálculo e demonstração de ângulos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

No entanto, na Figura 48, podemos ver um desses problemas enfrentados durante o desenvolvimento do projeto de cálculo e demonstração de ângulos. Embora os estudantes tenham se sentido desafiados a resolver esse problema, não foi possível devido a falhas técnicas no componente. Foram realizadas tentativas de substituição, mas os demais componentes disponíveis também apresentavam os mesmos problemas.

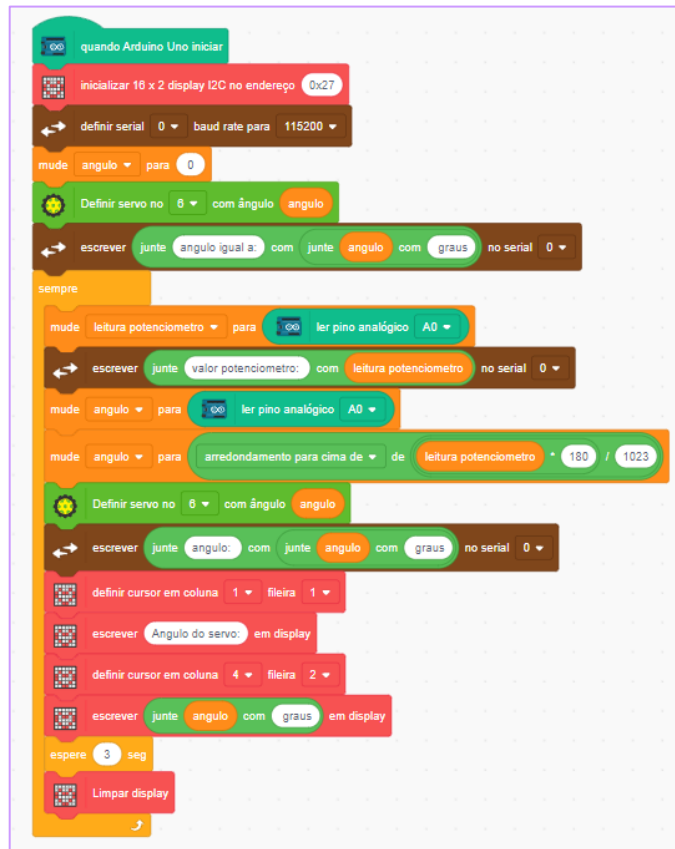
Figura 48: Maquetes dos estudantes com falhas do projeto de cálculo e demonstração de ângulos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na Figura 49 é demonstrada a programação visual aplicada na execução deste projeto.

Figura 49: Programação visual do projeto de cálculo e demonstração de ângulos.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Apesar das interferências causadas por componentes defeituosos ao longo do experimento de ensino, esses obstáculos foram superados com sucesso.

Durante a execução dessas atividades e projetos, o objetivo estava centrado em que os estudantes desenvolvessem habilidades e competências relacionadas à Matemática e ao pensamento computacional, promovendo assim uma melhor compreensão da robótica educacional na criação de projetos.

5.16 Atividade 09: pensamento computacional – maquetes/protótipos e objetos digitais

No contexto do experimento de ensino, foi elaborado um questionário no *Google Forms* e disponibilizado na sala virtual “Experimento de ensino em robótica educacional” no *Google Classroom*, com o propósito de fazer com que os estudantes expressassem suas percepções sobre os pilares do pensamento computacional presentes no desenvolvimento dos protótipos, maquetes e objetos digitais. A avaliação englobou desde a fase de concepção das maquetes e

protótipos até a montagem dos circuitos, a programação visual e a compreensão dos conceitos estudados.

Os pilares do pensamento computacional foram previamente introduzidos durante o quinto encontro por meio de apresentações de *slides* e atividades impressas. Além disso, foram reforçados ao longo de cada atividade e projeto de robótica. O questionário foi aplicado após a conclusão do projeto de cálculo e demonstração de ângulos.

Cada pergunta do questionário estava relacionada a uma das atividades ou projetos previamente descritos. As opções de respostas incluíram os quatro pilares do pensamento computacional: i) **Decomposição**: “É dividir um problema ou sistema complexo em partes menores e mais gerenciáveis”; ii) **Reconhecimento de padrões**: “São similaridades ou características que alguns dos problemas compartilham e que podem ser explorados para que sejam solucionados de forma mais eficiente”; iii) **Abstração**: “É o processo de separar detalhes que não são necessários para se concentrar nas coisas que são precisos”; iv) **Algoritmos**: “Desenvolver uma solução passo a passo para o problema, ou as regras a seguir para resolver o problema”.

O objetivo dessa avaliação foi identificar as percepções dos estudantes sobre a mobilização desses pilares nas atividades e projetos desenvolvidos no experimento de ensino. Suas porcentagens serão detalhadas a seguir no Quadro 11. Proporcionando uma compreensão abrangente da contribuição de cada pilar do pensamento computacional de acordo com as opiniões dos estudantes participantes.

Quadro 11: Percentuais do PC nas atividades e/ou projeto de robótica na percepção dos estudantes.

Atividade e/ou projeto de robótica desenvolvidos	Os quatros pilares do pensamento computacional			
	Decomposição	Rec. de padrões	Abstração	Algoritmos
Atividade 01: jogo do <i>pacman</i>	38,10%	38,10%	14,28%	9,52%
Atividade 02: jogo do piano	36,85%	21,05%	42,10%	0%
Atividade 03: labirinto automático - objeto digital.	26,09%	21,73%	8,70%	43,48%
Atividade 04: caminhar e correr - objeto digital.	27,78%	44,44%	22,22%	5,56%
Atividade 05: desenhando um quadrado - objeto digital.	25,81%	22,58%	22,58%	29,03%
Atividade 06: desenhando uma circunferência - objeto digital.	29,17%	41,67%	20,83%	8,33%
Atividade 07: interação com o usuário - objeto digital.	18,52%	29,63%	14,81%	37,04%
Atividade 08: calculadora de média aritmética de notas escolares - objeto digital.	26,67%	23,33%	20,00%	30,00%
Projeto 01: ligando um led.	23,81%	47,62%	19,05%	9,52%

Projeto 02: ligando uma sequência de leds.	28,13%	25,00%	18,75%	28,12%
Projeto 03: semáforo de duas vias.	35,71%	28,57%	14,29%	21,43%
Projeto 04: alfabeto no módulo matriz de led 8x8 - Max 7219.	27,27%	27,27%	24,24%	21,22%
Projeto 05: numeração no módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219.	24,13%	27,59%	20,69%	27,59%
Projeto 06: sequências numéricas no módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219 (crescente, pares, ímpares, decrescente, negativa).	22,22%	33,34%	22,22%	22,22%
Projeto 07: competição da batalha naval com módulo de matriz de led 8x8 - Max 7219.	32,26%	25,81%	22,58%	19,35%
Projeto 08: protótipo de estacionamento automatizado utilizando modelo computacional, sensor ultrassônico HC – SR04 e a placa Arduino.	33,33%	29,17%	8,33%	29,17%
Projeto 09: estudo de função afim com o sensor de distância ultrassônico HC - SR04.	32,14%	32,14%	7,15%	28,57%
Projeto 10: protótipo de uma trena digital com componentes eletrônicos.	34,48%	24,14%	10,35%	31,03%
Projeto 11: cálculo e demonstração de ângulos como protótipo de robótica educacional.	26,67%	30,00%	13,33%	30,00%
Atividade 09: pensamento computacional – protótipos e objetos digitais.	28,90%	30,17%	18,24%	22,69%

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados coletados (2023).

No Quadro 11, foi apresentado as porcentagens que refletiram as perspectivas dos estudantes participantes em relação à mobilização de cada pilar do pensamento computacional de modo geral. Com isso, nos permitiu a identificação de qual pilar mais se destacou no quesito de mobilização durante o experimento de ensino.

Por conseguinte, podemos observar que durante o experimento de ensino, o pilar do pensamento computacional mais mobilizado de acordo os estudantes foi o reconhecimento de padrões com 30,17%. Em seguida, o pilar da decomposição com 28,90%, seguido dos algoritmos com 22,69%, e por fim, a abstração com 18,24% das percepções. Esses resultados evidenciam a mobilização das habilidades dos estudantes, em conjunto com conceitos matemáticos e outras ciências, ao aplicar a robótica educacional em projetos.

Logo, a robótica educacional pode ser uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento do pensamento computacional e a aplicação de conceitos matemáticos de forma prática e envolvente.

5.17 Projeto 12: desenvolvimento e apresentação do projeto final de robótica educacional

Nesta atividade, os estudantes foram desafiados a criar protótipos de projetos de robótica educacional como atividade final do experimento de ensino, com foco na mobilização de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. As duplas de estudantes foram designadas aleatoriamente, assim como os temas dos projetos.

Os temas foram criados a partir dos projetos de robótica abordados durante o experimento de ensino, mas como certo grau de dificuldade adicional para analisar as estratégias que utilizariam para resolver os problemas. Os projetos propostos forma: **projeto 01:** protótipo de radar ultrassônico; **projeto 02:** jogo matemático com placar em módulos de matriz de led 8x8 - Max 7219; **projeto 03:** medidor de nível; **projeto 04:** régua digital com leds; **projeto 05:** Quiz matemático em *display* LCD 16x2.

Para orientar o desenvolvimento desses projetos, foi criado um arquivo para cada um deles. Cada arquivo continha explicações sobre sua aplicação, programação visual de outros projetos realizados no experimento de ensino para servir de referência na criação do protótipo, lista de materiais básicos, instruções para montagem do circuito, exemplos de maquetes e/ou protótipos a serem criados, além de *links* para vídeos e/ou sites eletrônicos com exemplos e orientações adicionais. Essas informações são apresentadas no decorrer desta subseção.

O objetivo da atividade era identificar o conjunto de objetos do conhecimento e habilidades da Matemática e do pensamento computacional mobilizados pelos estudantes, bem como avaliar a desenvoltura dos mesmos ao desenvolverem seus projetos de robótica com a Arduino Uno R3 e o *PictoBlox*.

5.17.1 Projeto 01: protótipo de radar ultrassônico

As informações básicas deste projeto são apresentadas no Quadro 12. Elas foram compartilhadas com os estudantes para orientá-los no desenvolvimento do projeto.

Quadro 12: Informações base para o projeto 01 realizado pelos estudantes.

PROJETO 01: PROTÓTIPO DE RADAR ULTRASSÔNICO	
Informações gerais	Para este projeto deve ser utilizado os seguintes componentes: sensor de distância ultrassônico HC – SR04, micro servo motor SG90, LCD <i>display</i> 16X2 e módulo I2C. O sensor ultrassônico fixo em um servo motor. Eles serão responsáveis por realizar uma varredura do ambiente em busca de obstáculos.

Materiais básicos necessários	1 x Arduino Uno; 1 x Cabo de Alimentação USB; 1 x Micro Servo Motor SG90; 1 x Sensor Ultrassônico HC-SR04; 1 x <i>Display Lcd</i> 16x2; 1x Módulo I2C; 1 x <i>Protoboard</i> 400 Pontos; 8 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Fêmea; 6 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Macho.
Montagem do circuito	Micro Servo Motor SG90: Marrom – GND; Vermelho – <i>Protoboard</i> positiva; Laranja – Porta digital 06. Módulo I2C: GND – GND; VCC – <i>Protoboard</i> positiva; SDA – A4; SCL – A5. Sensor ultrassônico HC – SR04: VCC – 5V; TRIG - Porta digital 13; ECHO - Porta digital 12; GND – <i>Protoboard</i> negativa. Placa Arduino Uno: GND - <i>Protoboard</i> negativa; 5V - <i>Protoboard</i> positiva.
Materiais didáticos	Isopor, papel cartão colorido, tinta guache, giz de cera, palitos de picolé, cola quente, transferidor, tesoura e pincéis.
Links de vídeos para exemplificação do projeto	EXEMPLO 01: https://www.youtube.com/watch?v=MKk6z7Jm6Xs EXEMPLO 02: https://www.youtube.com/watch?v=jmd89OyyI50 EXEMPLO 03: https://www.youtube.com/watch?v=b1NaYzqWtRI&t=1s GUIA INSTRUÇÕES: https://autocorerobotica.blog.br/construindo-um-radar-com-sensor-ultrassonico/

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O projeto desenvolvido pelos estudantes está apresentado na Figura 50, onde a dupla desenvolveu um caminhão, que segundo eles, se tratavam de um caminhão de guerra capaz de detectar adversários com base nos ângulos e na distância dos mesmos, obtidos por meio do sensor de distância ultrassônico HC-SR04. No *display* LCD 16x2, era apresentado a distância em centímetros do possível adversário.

Figura 50: Projeto final – radar ultrassônico.

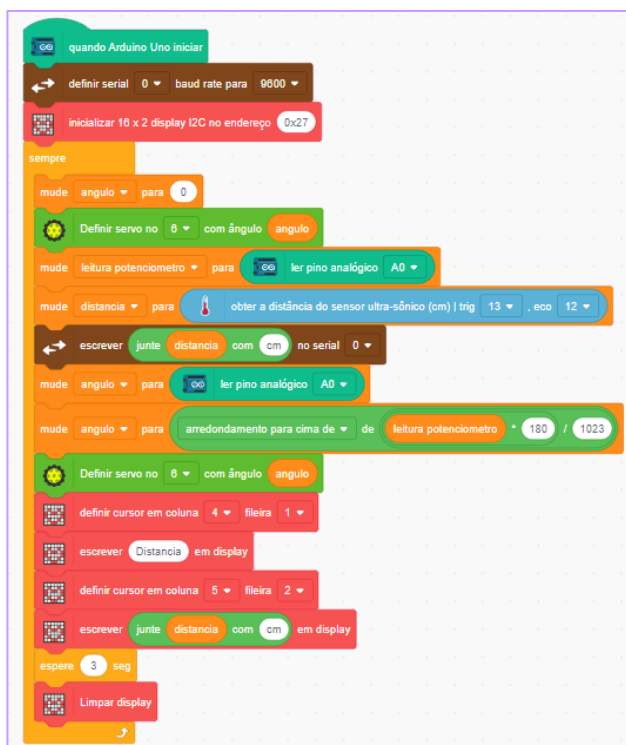


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Neste projeto, uma variedade de conceitos matemáticos foi abordada, incluindo tópicos como circunferência, geometria, ângulos, vértices, lados de ângulos, medidas angulares e ângulos notáveis. Além disso, os quatro pilares do pensamento computacional também foram mobilizados.

Para o projeto final, os estudantes basearam-se na programação visual previamente desenvolvida no protótipo de uma trena digital com componentes eletrônicos. Assim, o radar ultrassônico foi programado de acordo com o apresentado na Figura 51.

Figura 51: Programação visual do projeto final – radar ultrassônico.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.17.2 Projeto 02: jogo matemático com placar em módulos de matrizes de led 8x8 – max 7219

O projeto 02, por outro lado, envolvia a criação de um jogo matemático com placar usando módulos de matriz de led 8x8 - max 7219. No Quadro 13 são mostradas as informações básicas do projeto.

Quadro 13: Informações base para o projeto 02 realizado pelos estudantes.

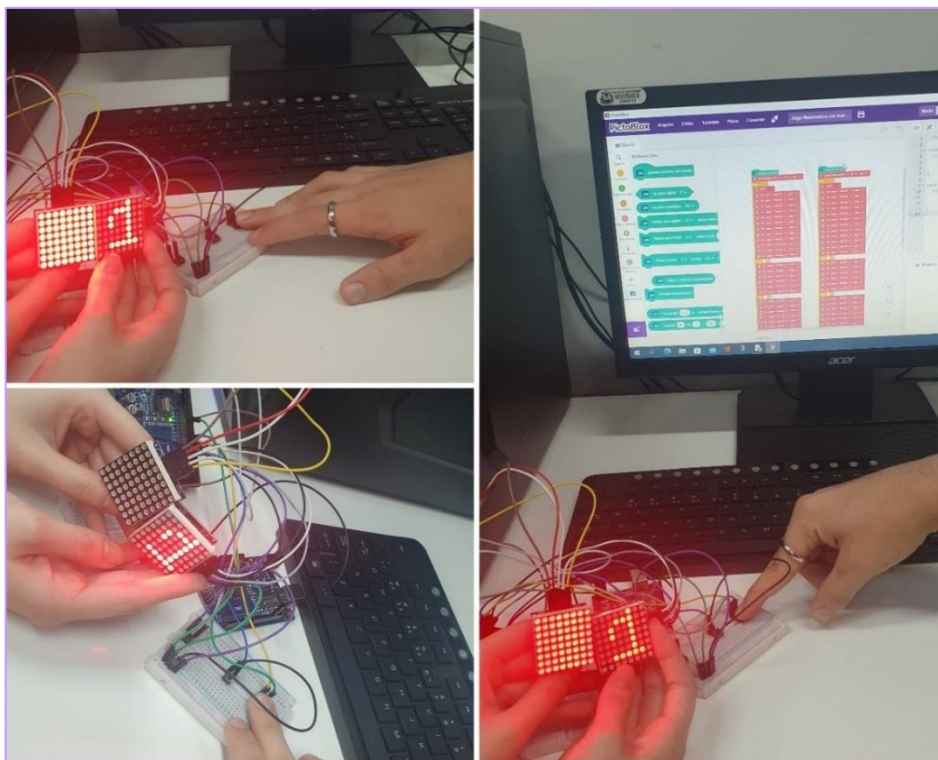
PROJETO 02: JOGO MATEMÁTICO COM PLACAR EM MÓDULOS DE MATRIZ DE LED 8X8 – MAX 7219.	
Informações gerais	O projeto consiste na criação de um jogo envolvendo Matemática. Para a criação do jogo, utilize de outros componentes eletrônicos que se façam necessários de acordo com os objetivos do jogo a ser

	desenvolvido. Mas, para a exibição do placar do jogo, deverá ser usado os módulos de matriz de led 8x8 – max 7219.
Materiais básicos necessários	1 x Arduino Uno; 1 x Cabo de Alimentação USB; 1 x <i>Protoboard</i> 400 pontos; 2 x Leds; 2 x Resistores 220 ohms; 2 x Módulos de Matriz de led 8x8 – Max 7219; 3 x Micro botões tipo <i>push-button</i> ; 10 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Fêmea.
Montagem do circuito	1º Módulo de Matriz de led 8x8 – Max 7219: VCC – 5V; GND – GND; DIN – Porta digital 02; CS – Porta digital 03; CLK – Porta digital 04; 2º Módulo de Matriz de led 8x8 – Max 7219: VCC – 5V; GND – GND; DIN – Porta digital 05; CS – Porta digital 06; CLK – Porta digital 07; Botões tipo <i>push-button</i>: “1º perninha” – <i>Protoboard</i> Negativa; “2º perninha” – Porta digital 08; Placa Arduino Uno: GND – <i>Protoboard</i> Negativa.
Links de vídeos para exemplificação do projeto	EXEMPLO 01: https://www.youtube.com/watch?v=WMBuuwFS8N4 EXEMPLO 02: https://www.youtube.com/watch?v=UYg1FmeSRy8 EXEMPLO 03: https://www.youtube.com/watch?v=z04za2pgSwk GUIA INSTRUÇÕES: https://guiarobotica.com/push-button-arduino/

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A dupla optou por um jogo envolvendo as quatro operações básicas e sistemas de resolução de problemas. Na Figura 52, é mostrada imagens do processo de controle do placar na matriz de led 8x8.

Figura 52: Projeto final – jogo matemático.



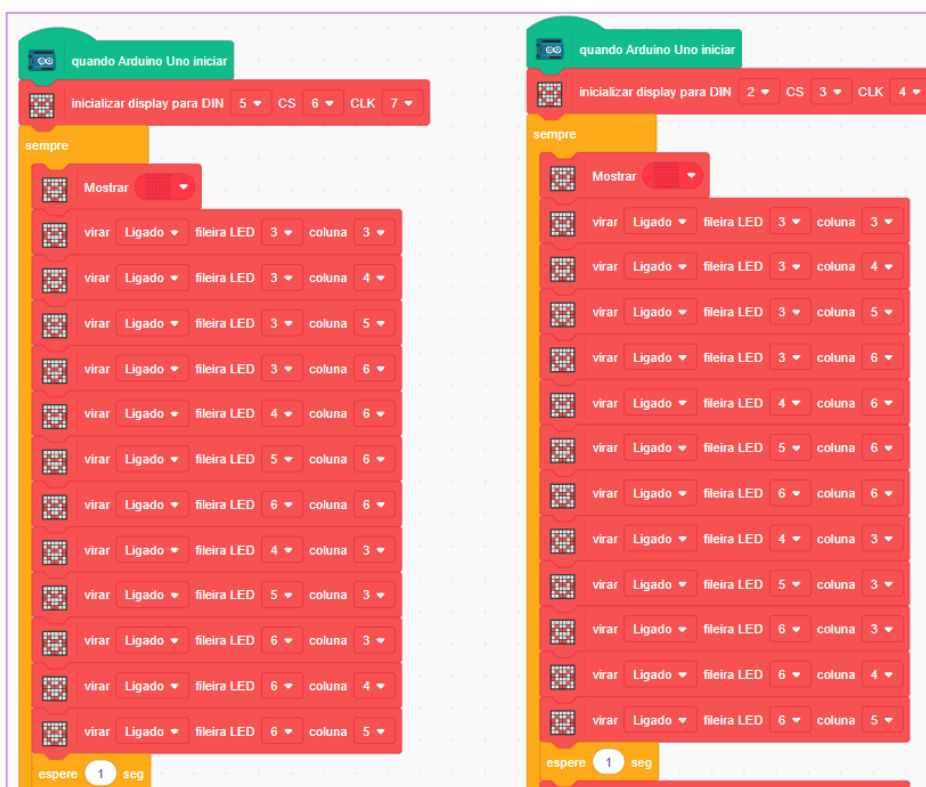
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O projeto enfrentou algumas limitações em termos de funcionalidade do *software PictoBlox*. Uma delas é não reconhecer e aceitar a programação simultânea de dois módulos de

matriz de led 8x8 - max 7219 com duas placas Arduino Uno diferentes, conforme a estratégia usada pela dupla. Com isso, eles não conseguiram concluir o placar para o jogo em tempo hábil.

Além disso, como a programação para acender cada led individualmente na matriz de led 8x8 é extensa dentro do ambiente *PictoBlox*, conforme pode ser visualizado no recorte da tela como parte da programação exibido na Figura 53, o *software* começou a apresentar falhas e não funcionar corretamente. A dupla de estudantes também tentou abordar a programação dos placares de maneiras distintas, porém enfrentou desafios nesse processo.

Figura 53: Programação visual do projeto final – jogo matemático.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.17.3 Projeto 03: medidor de nível

O projeto final 03 consistia em um protótipo de medidor de nível desenvolvido com a placa Arduino, que também poderia ser aplicado para medir volumes. No Quadro 14 está apresentado as informações básicas desse projeto.

Quadro 14: Informações base para o projeto 03 realizado pelos estudantes.

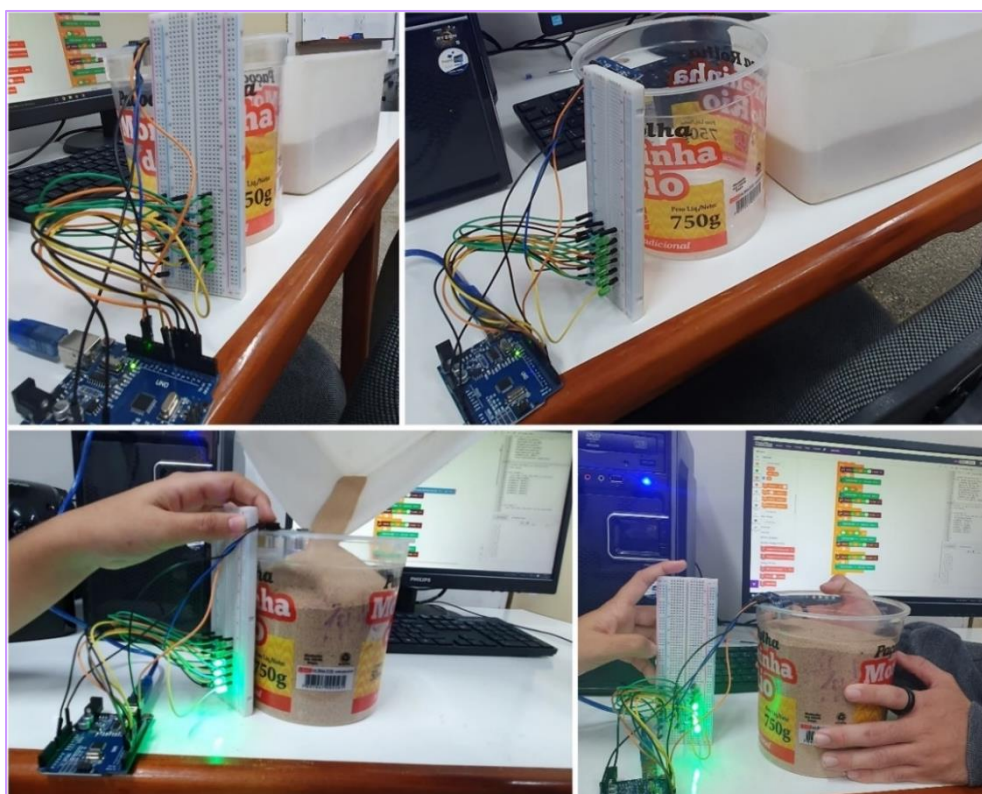
PROJETO 03: MEDIDOR DE NÍVEL.	
Informações gerais	Para este projeto será necessário o uso dos componentes eletrônicos: sensor de distância ultrassônico HC – SR 04 e Leds. O recipiente a ser utilizado deve ser circular (por exemplo: um copo <i>long drink</i> transparente, uma garrafinha ou similares).

Materiais básicos necessários	1 x Arduino Uno; 1 x Cabo de Alimentação USB; 1 x <i>Protoboard</i> 800 pontos; 7 x Leds; 7 x Resistores 220 ohms; 1 x Sensor ultrassônico HC – SR04; 4 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Fêmea; 14 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Macho.
Montagem do circuito	Sensor ultrassônico HC – SR04: VCC – 5V; TRIG - Porta digital 13; ECHO - Porta digital 12; GND – <i>Protoboard</i> negativa; Leds: Anodo (“perninha maior” – positiva) – Resistor + Porta digital; Catodo (“perninha menor” – negativa) – <i>Protoboard</i> negativa; Placa Arduino Uno: GND – <i>Protoboard</i> Negativa.
Links de vídeos para exemplificação do projeto	EXEMPLO 01: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=VobYZbzTXzc EXEMPLO 02: https://www.youtube.com/watch?v=6lw1Qs7C_Yc EXEMPLO 03: https://www.youtube.com/watch?v=Mk0KJRJNhKA GUIA INSTRUÇÕES: https://www.instructables.com/Medidor-De-N%C3%ADvel-De-Agua-Ultrass%C3%B4nico-Simulado/

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na Figura 54 são mostradas imagens do uso deste medidor para indicar o nível de areia de um recipiente. Não foi utilizado líquidos para evitar possíveis danos aos componentes eletrônicos.

Figura 54: Projeto final – medidor de nível.



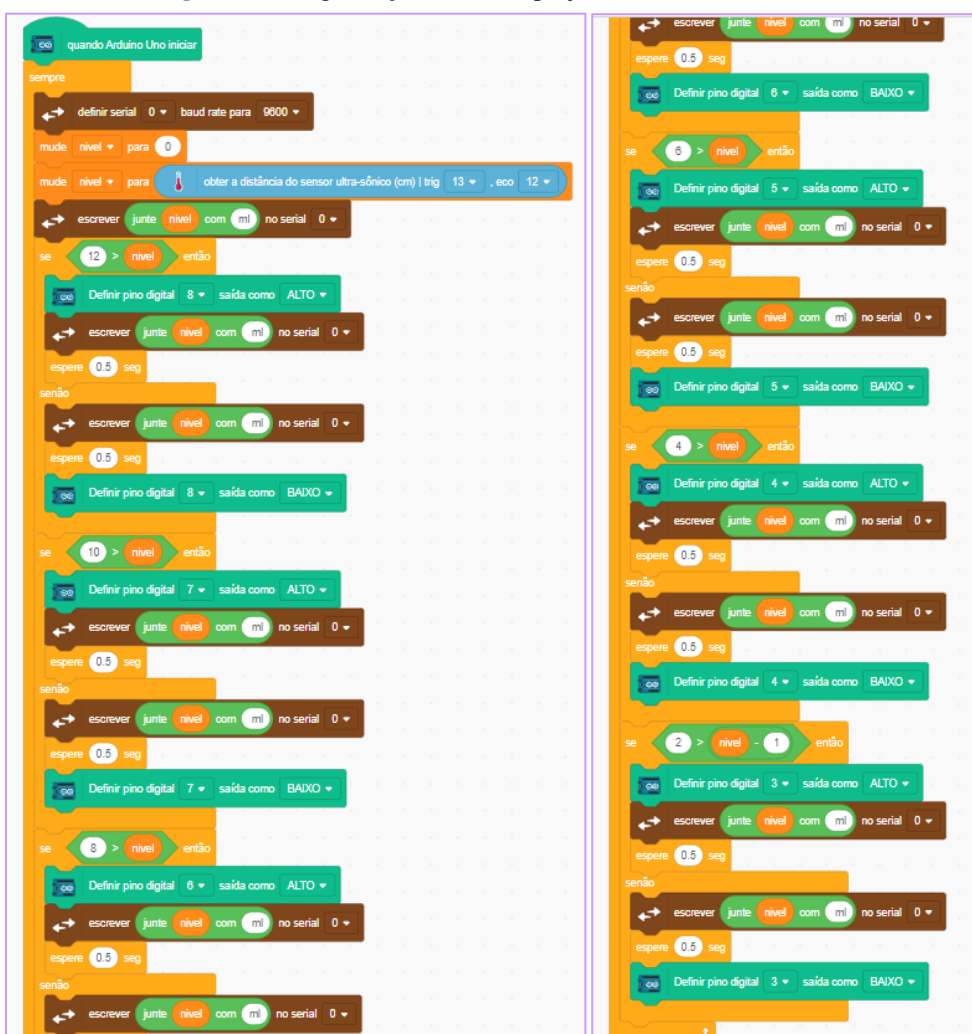
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Como podemos observar na Figura 54, o medidor de nível considerou uma abordagem simples e eficaz, que funcionou perfeitamente. É importante destacar que, com pequenos ajustes

na programação, o mesmo protótipo poderia ser adaptado para a medição de volumes, porém isso não implementado pela dupla.

Neste projeto, diversos conceitos matemáticos foram explorados, incluindo funções, medidas de capacidade, sinais de comparação, nível, distância, inequações, entre outros. Além disso, foram aplicados os princípios fundamentais do pensamento computacional, como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Na Figura 55 é mostrada a programação desenvolvida pela dupla para o funcionamento do medidor, onde pode ser visualizada a aplicação de diversos conceitos e habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

Figura 55: Programação visual do projeto final – medidor de nível.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.17.4 Projeto 04: régua digital com leds

Para o projeto 04, as informações bases do projeto a ser desenvolvido pelos estudantes será apresentado no Quadro 15 seguinte.

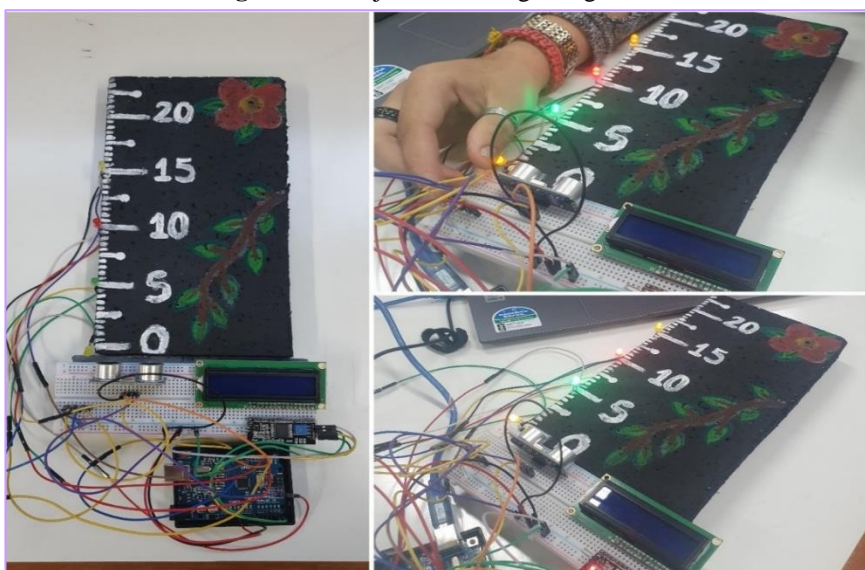
Quadro 15: Informações base para o projeto 05 realizado pelos estudantes.

PROJETO 04: RÉGUA DIGITAL COM LEDS.	
Informações gerais	A régua digital deverá ser construída com leds nas suas laterais, os quais devem ser ligados quando algum objeto estiver em uma das posições da régua evidenciando a uma distância a distância do objeto. A distância também deve ser visualizada num <i>display</i> LCD 16x2.
Materiais básicos necessários	1 x Arduino Uno; 1 x Cabo de Alimentação USB; 1 x <i>Protoboard</i> 400 pontos; 1 x Sensor Ultrassônico HC-SR04; 1 x <i>Display</i> Lcd 16x2; 1x Módulo I2C; 08 x Leds; 08 x Resistores 220 ohms; 16 x Cabos <i>Jumpers</i> Fêmea-Fêmea; 16 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Macho;
Montagem do circuito	Módulo I2C: GND – GND; VCC - <i>Protoboard</i> positiva; SDA – A4; SCL – A5; Sensor ultrassônico HC – SR04: VCC – 5V; TRIG - Porta digital 13; ECHO - Porta digital 12; GND – <i>Protoboard</i> negativa; Placa Arduino Uno: GND – <i>Protoboard</i> negativa; 5V - <i>Protoboard</i> positiva;
Materiais didáticos	Isopor, tinta guache, pincéis, cola quente, fita adesiva;
Links de vídeos para exemplificação do projeto	EXEMPLO 01: https://www.youtube.com/watch?v=vntwXDxVmZM EXEMPLO 02: https://www.youtube.com/shorts/oaTCVLFxiOA EXEMPLO 03: https://www.youtube.com/watch?v=Ct5sxpVHRQM EXEMPLO 04: https://www.youtube.com/watch?v=PMguBhpcH_

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O projeto final 04 consistiu em uma régua digital com Leds, desenvolvida para visualização das medidas no *display* LCD 16x2, as quais eram detectadas pelo sensor ultrassônico Hc – Sr04. O sistema possuía comandos automatizados para acender os leds nas laterais a cada medida específica constatada pelos outros componentes eletrônicos. Na Figura 56, é apresentado essa régua. Presencialmente, era possível visualizar as medidas no *display* LCD 16x2, porém na fotografia esse aspecto não ficou tão evidente.

Figura 56: Projeto final – régua digital.



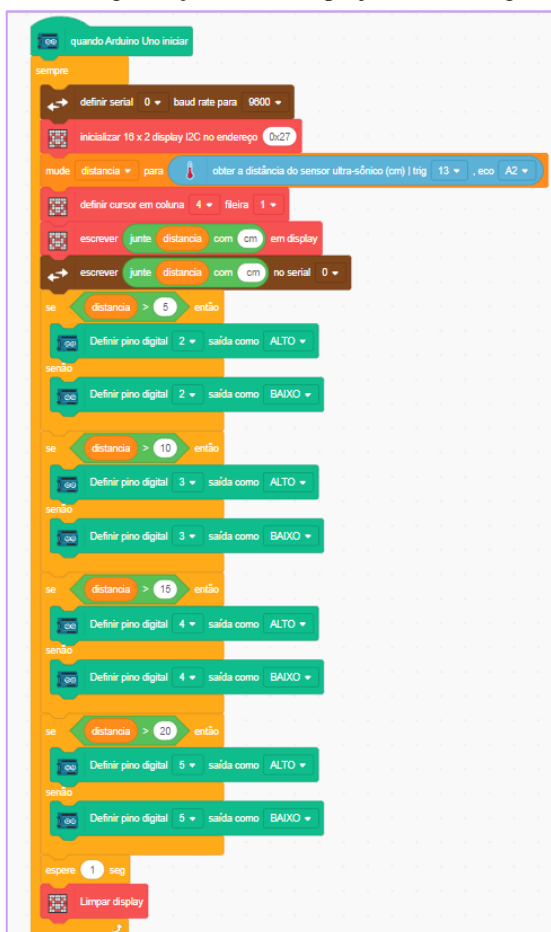
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Para embasar a programação visual deste projeto, foram utilizadas as programações previamente empregadas nos projetos de estudo de função afim e no protótipo de trena digital. Neste projeto, uma ampla gama de componentes eletrônicos foi aplicada, conforme mencionado anteriormente, destacando a mobilização dos pilares do pensamento computacional durante todo o processo de construção.

Os conceitos matemáticos explorados através das habilidades adquiridas neste projeto de robótica educacional abrangem noções de lógica matemática, raciocínio lógico, medidas de distância, sinais de comparação (maior que, menor que), aritmética, entre outros. Além disso, as habilidades da cultura digital e o movimento *maker* também estiveram presentes na concretização deste projeto.

A programação visual elaborada por esta dupla de estudantes participantes do experimento de ensino em robótica educacional pode ser conferida na Figura 57 a seguir.

Figura 57: Programação visual do projeto final – régua digital.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.17.5 Projeto 05: quiz matemático em *display* LCD 16x2

No Quadro 16, são apresentadas as informações básicas desse projeto final realizado por uma dupla de estudantes.

Quadro 16: Informações base para o projeto 06 realizado pelos estudantes.

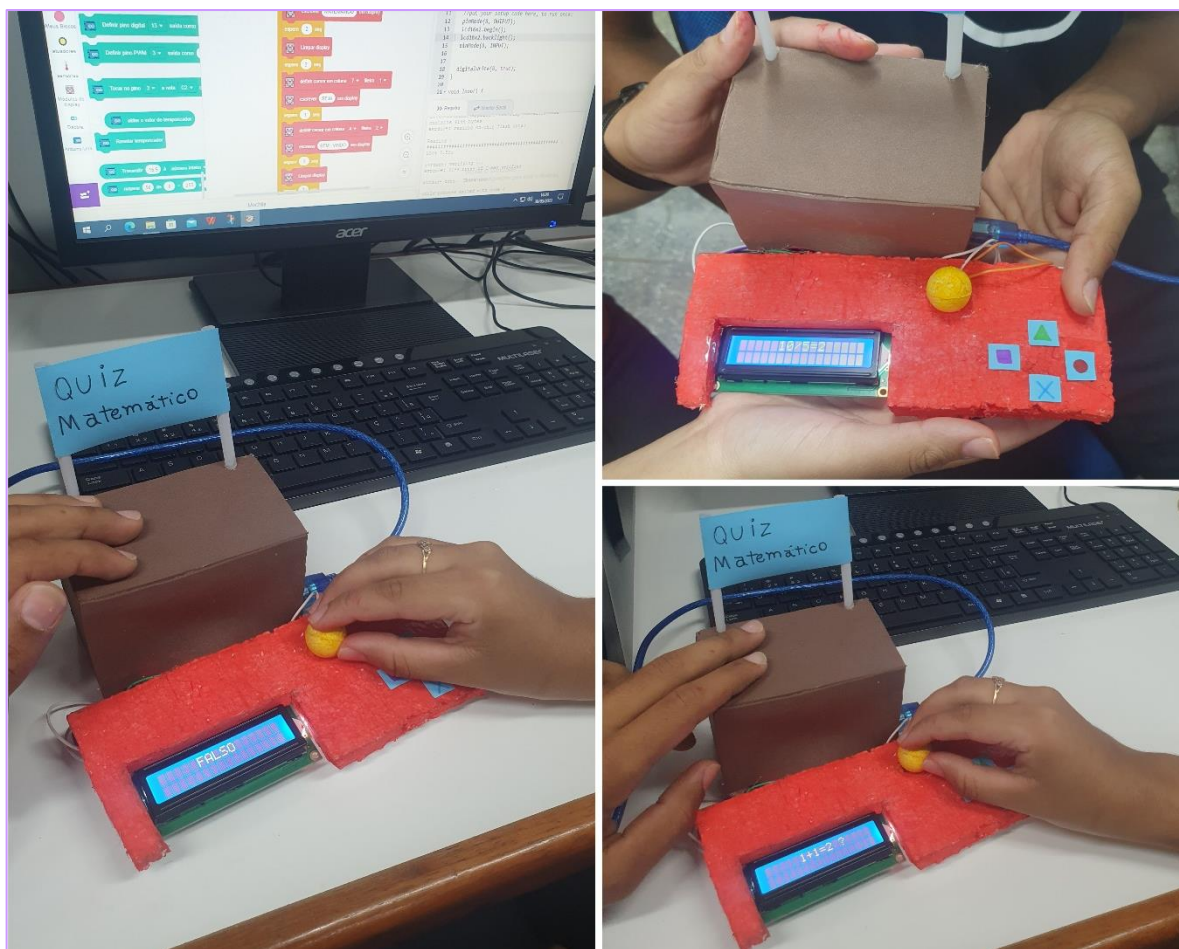
PROJETO 05: QUIZ MATEMÁTICO EM DISPLAY LCD 16X2	
Informações gerais	O quiz matemático deverá ser apresentado no <i>display</i> LCD 16x2 com módulo I2C com perguntas e a resposta pode ser apresentada para os jogadores definirem como “verdadeiro” ou “falso” por meio dos botões <i>push-button</i> .
Materiais básicos necessários	1 x Arduino Uno; 1 x Cabo de Alimentação USB; 1 x <i>Protoboard</i> 400 pontos; 1 x <i>Display</i> Lcd 16x2; 1x Módulo I2C; 2 x botões tipo <i>push-button</i> ; 4 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Fêmea; 4 x Cabos <i>Jumpers</i> Macho-Macho;
Materiais didáticos	Isopor, tinta guache, pincel, cola quente, fita adesiva, canudinho de plástico, palito de madeira e cartolina.
Montagem do circuito	Módulo I2C: GND – GND; VCC - <i>Protoboard</i> positiva; SDA – A4; SCL – A5; Botões tipo <i>push-button</i>: “1º perninha” – <i>Protoboard</i> negativa; “2º perninha” – Porta digital 08; Placa Arduino Uno: GND – <i>Protoboard</i> negativa; 5V - <i>Protoboard</i> positiva.
Links de vídeos para exemplificação do projeto	EXEMPLO 01: https://www.youtube.com/watch?v=sPNvJmqntek EXEMPLO 02: https://www.youtube.com/watch?v=HU-3VD1_Pgg EXEMPLO 03: https://www.youtube.com/watch?v=YOrP0vog9eA EXEMPLO 04: https://www.youtube.com/watch?v=knHKe8PD_0I

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O projeto consistiu na criação de um quiz matemático exibido na tela de um *display* LCD 16x2. A finalidade desse projeto era estimular a criatividade dos estudantes e promover a aplicação da Matemática por meio da robótica educacional, também visou desenvolver habilidades do pensamento computacional, uma vez que a execução de um projeto de robótica envolve a criação, programação, resolução de problemas e montagem da maquete ou protótipo, mobilizando habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e a elaboração de algoritmos.

A seguir, Figura 58 apresentamos o protótipo desenvolvido pela dupla de estudantes responsáveis pela execução desse projeto. Nela pode visto a programação da régua digital. Neste projeto, cada Led era programado para acender conforme uma distância específica pré-determinada pela dupla de estudantes. Essa medida em centímetros era exibida tanto no *display* LCD 16x2 quanto no monitor serial do *software PictoBlox*.

Figura 58: Projeto final – quiz matemático.

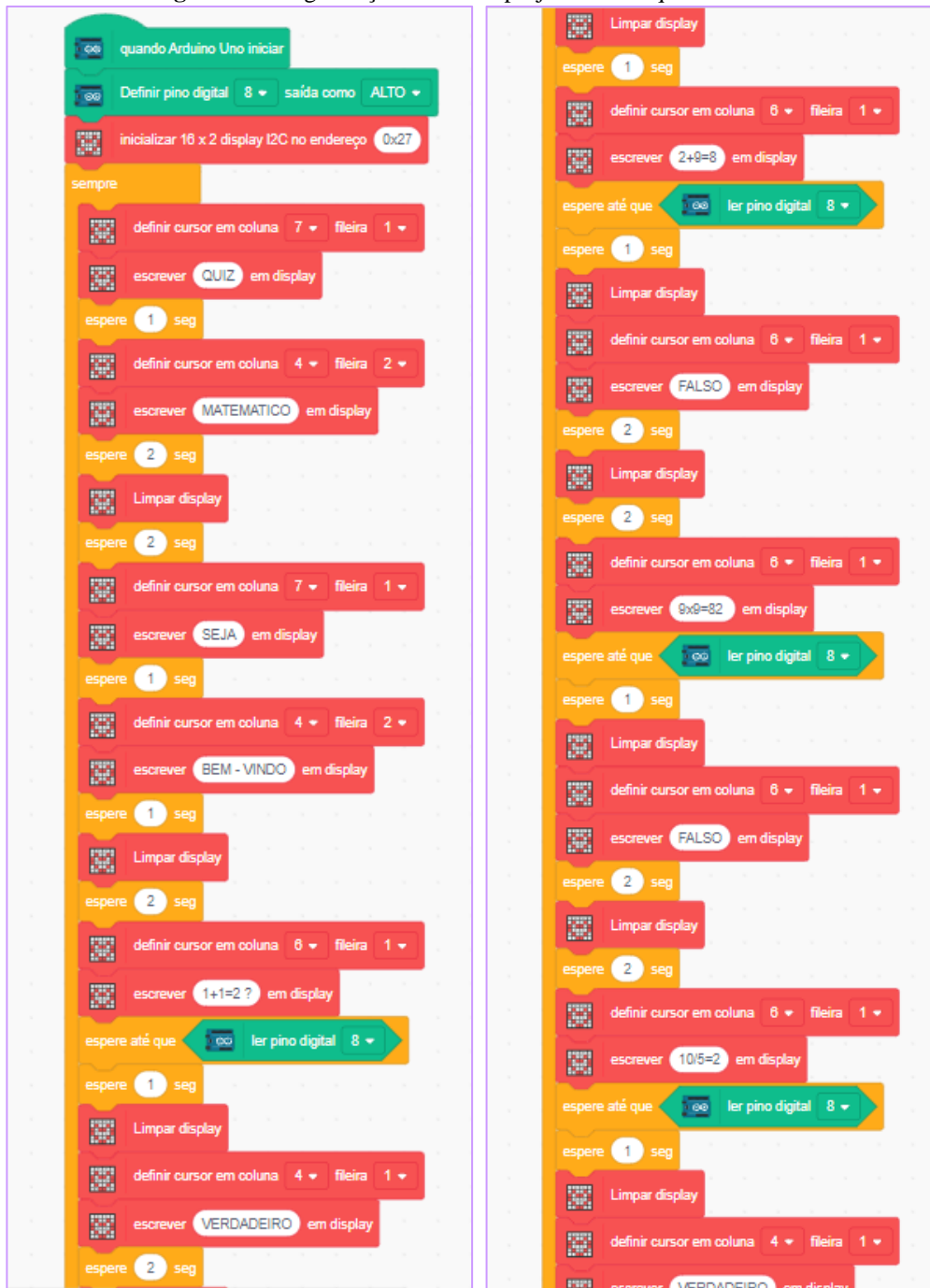


Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Neste projeto, foram utilizados componentes eletrônicos, como a placa de prototipagem Arduino Uno R3 com cabo USB para alimentação, *protoboard* de 800 pontos, *display* LCD 16x2, módulo I2C, *jumpers* e botões tipo *push-button*. Para a elaboração do protótipo, foram empregados materiais didáticos, incluindo isopor, tinta guache, pincel, cola quente, fita adesiva, canudinho de plástico, palito de madeira e cartolina.

Este projeto ofereceu a oportunidade de aplicar diversos conceitos matemáticos por meio da robótica educacional. No entanto, dado o caráter livre do tema, a dupla de estudantes optou por abordar as quatro operações básicas em seu quiz matemático. Na Figura 59 é mostrada parte da programação em blocos do jogo. Vale ressaltar que as demais partes da programação seguem uma sequência semelhante aos blocos de código aqui apresentados.

Figura 59: Programação visual do projeto final – quiz matemático.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nesse projeto, uma operação com dois números juntamente com o resultado, era exibida na *display* LCD 16x2. O usuário tinha duas opções, podendo clicar no botão tipo *push-button* para “falso” ou no botão tipo *push-button* para “verdadeiro”. Após a escolha, a tela do *display* LCD 16x2 indicava se a resposta da operação era falsa ou verdadeira.

Durantes todo o experimento de ensino, as atividades e projetos de robótica educacional foram cuidadosamente planejadas para envolver habilidades de Matemática e pensamento computacional. Os projetos de robótica desenvolvidos abrangeram uma ampla gama de

conceitos matemáticos, estimulando ativamente essas capacidades nos estudantes. Cada projeto enfatizou diversos aspectos, desde a aplicação de temas específicos da Matemática, como geometria, medidas e operações, até a contextualização da Matemática em situações do mundo real.

Os estudantes demonstraram entusiasmo, criatividade e motivação ao trabalhar esses projetos, superando desafios técnicos e adquirindo habilidades em programação visual para controlar os componentes eletrônicos. As competências do pensamento computacional, incluindo decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, foram habilmente integradas em diferentes proporções, destacando a versatilidade e importância dessas habilidades na robótica educacional. Dessa forma, o experimento não só fortaleceu a conexão entre a Matemática e a tecnologia, mas também capacitou os estudantes a incorporarem o poder da Matemática em sua jornada de aprendizado.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção apresentamos e discutimos os resultados da análise dos dados realizados à luz da ATD de Moraes (2003) e Moraes; Galiazzi (2016). Também buscamos dialogar com pesquisadores e autores cujas contribuições embasam a análise, e assim, tecer uma narrativa que destaque as conexões entre a teoria e os resultados obtidos.

6.1 Síntese das abordagens nos movimentos de categorização dos dados

Com os dados dispostos na janela de documentos do *software Atlas.ti*, organizados em documentos contendo: as perguntas realizadas durante o experimento de ensino; as respostas obtidas na sala virtual do *Google Classroom* (conforme a atividade desenvolvida); as falas dos estudantes durante a roda de conversa; e as respostas coletadas por meio do questionário; iniciou-se os passos análogos à primeira e segunda fase propostas pela ATD, ou seja, os procedimentos de desmontagem dos textos (unitarização) e de estabelecimento de relações (categorização).

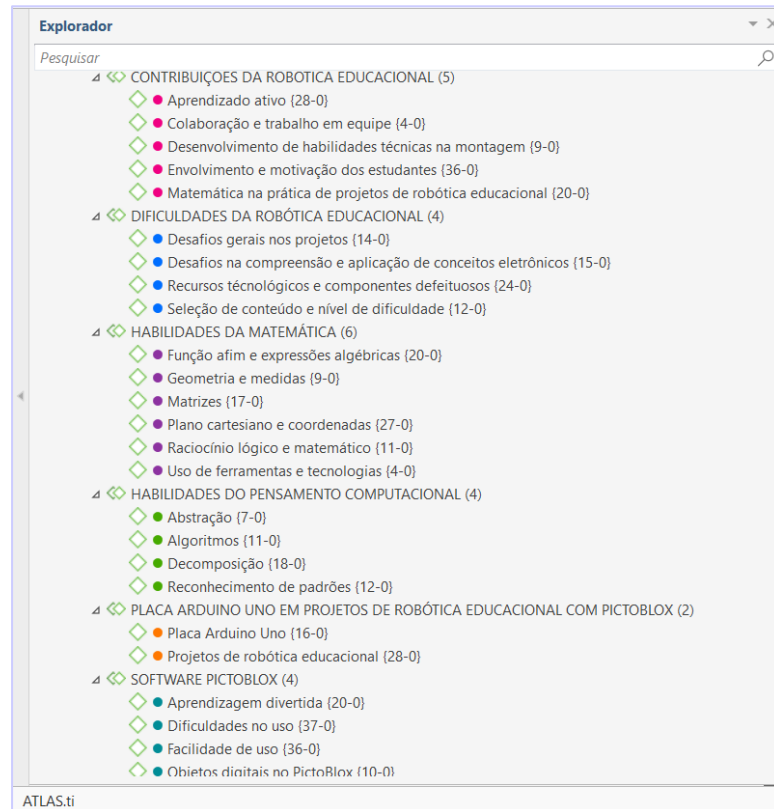
O processo de unitarização foi realizado a partir da identificação de trechos significativos que emergiam a partir do estudo dos dados da pesquisa. Cada trecho era codificado/rotulado com um código descritivo, os quais se constituíam nas unidades de sentido. Em seguida, estas unidades de sentidos eram associadas/agrupadas de acordo com a similaridade entre elas e relações com as categorias e subcategorias de análise.

Essas, por sua vez, as definições das categorias e subcategorias de análise foram realizadas utilizando o método dedutivo (Moraes; Galiazzi, 2016), tendo como referência os objetivos da pesquisa. Já as unidades de sentido foram identificadas de forma exploratória, seguindo o método indutivo (Moraes; Galiazzi, 2016).

Na Figura 60 é possível visualizar a representação dos grupos de códigos criados, ou seja, as subcategorias de análise, juntamente com suas respectivas unidades de sentido, que corresponde ao que o *Atlas.ti* chamada de Grupo de Códigos e Códigos, respectivamente.

A imagem fornece uma visualização da distribuição dos códigos criados e seus agrupamentos. Foram utilizadas cores distintas para diferenciar as unidades de sentido de cada subcategoria, visando facilitar a identificação visual.

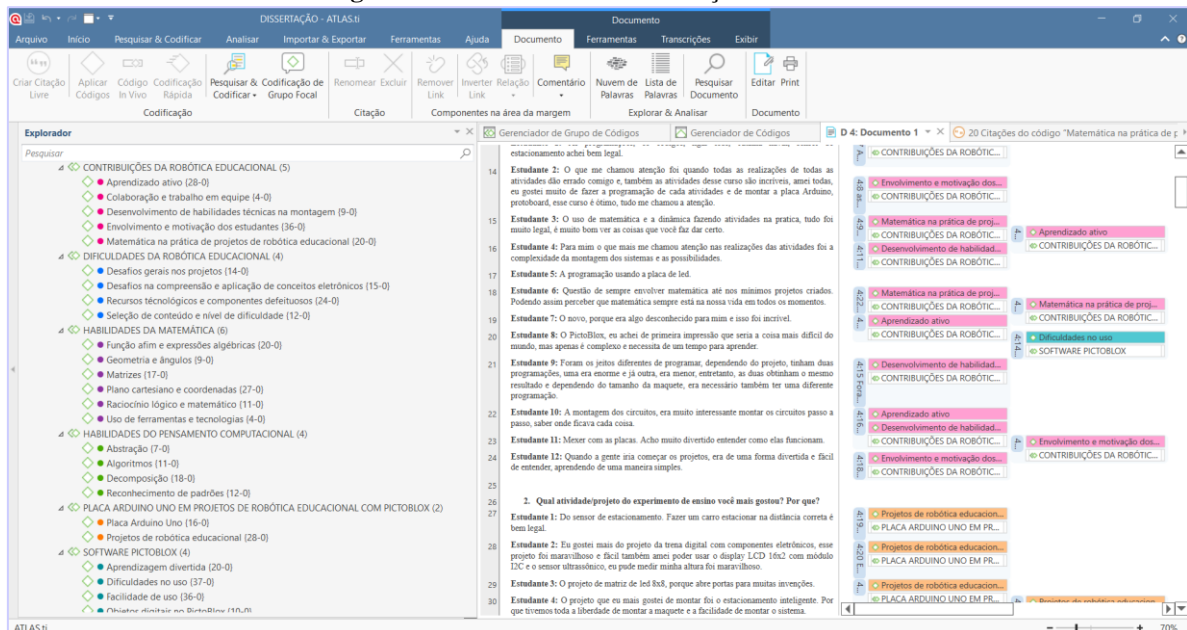
Figura 60: Sistemas de grupos de códigos divididos em subcategorias e unidades de sentido.



Fonte: Elaborado pela autora com base no *Atlas.ti* 2021 em (2023).

Complementarmente, na Figura 61 é apresentada uma imagem mais detalhada do gerenciador dos códigos do *Atlas.ti*. Na aba (da esquerda) do explorador de códigos é possível ver as subcategorias definidas, acompanhadas das quantidades de unidades de sentido associadas.

Figura 61: Print da tela da codificação no *Atlas.ti*.



Fonte: Elaborado pela autora com base no *Atlas.ti* 2021 em (2023).

No Quadro 17 é apresentado uma síntese dos processos de unitarização e categorização empregados na análise do *corpus* da pesquisa.

Quadro 17: Processo de unitarização e categorização do *corpus* da pesquisa relacionado ao uso da robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

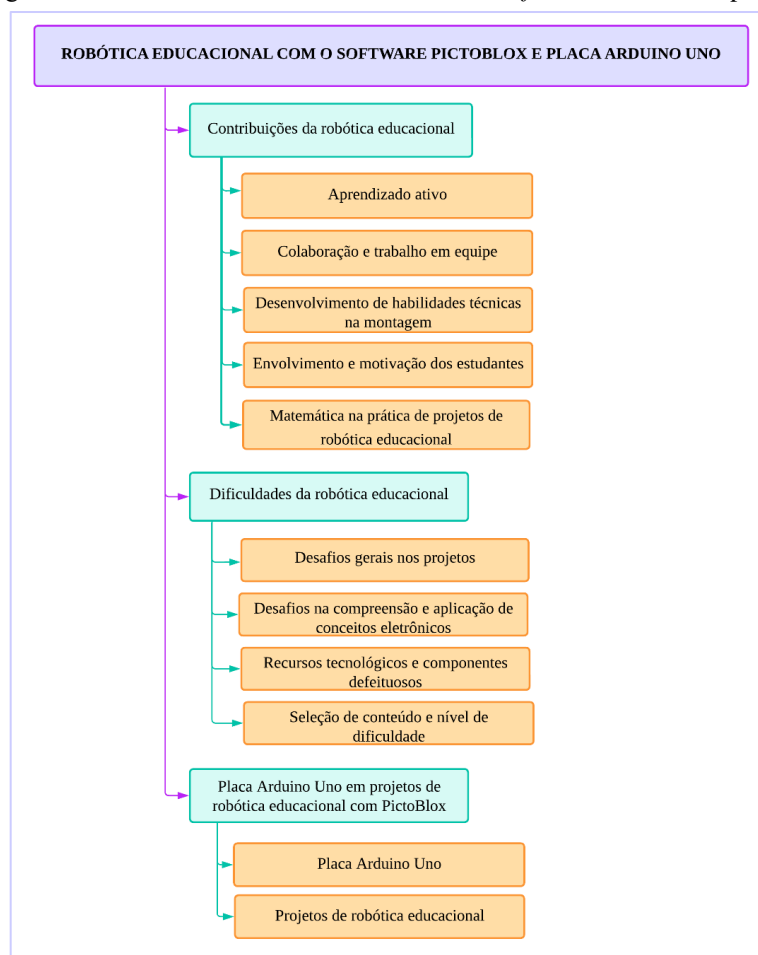
Estudante	Segmentos codificados	Unidades de sentido	Subcategorias
EST 08	“Eu aprendi a programar um jogo que foi muito interessante, o jogo do <i>pacman</i> . Aprendi a programar um personagem a se mexer sozinho, fiz um quadrado, um círculo, joguei um jogo com massinha, e programei leds para ligarem.”	Aprendizado ativo	Contribuições da robótica educacional
EST 11	“Fui anotando as marcações dos números e a coluna. Enquanto o meu parceiro adicionava as sequências dos números no programador: <i>PictoBlox</i> . Para fazer a programação ambos (eu o parceiro), revezamos para fazer a programação. Utilizando os blocos da placa Arduino Uno e nos blocos nós fomos alternando a fileira e a coluna, até terminar.”	Colaboração e trabalho em equipe	
EST 04	“Para mim o que mais me chamou atenção nas realizações das atividades foi a complexidade da montagem dos sistemas e as possibilidades.”	Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem	
EST 02	“[...] as atividades desse curso são incríveis, amei todas, eu gostei muito de fazer a programação de cada atividades e de montar a placa Arduino, <i>protoboard</i> , esse curso é ótimo, tudo me chamou a atenção.”	Envolvimento e motivação dos estudantes	
EST 06	“Questão de sempre envolver matemática até nos mínimos projetos criados. Podendo assim perceber que matemática sempre está na nossa vida em todos os momentos.”	Matemática na prática de projetos de robótica educacional	
EST 10	“[...] tive a dificuldade de achar os problemas na programação e no circuito.”	Desafios gerais nos projetos	
EST 05	“As ligações dos <i>jumpers</i> , muitos projetos confundi na hora das ligações.”	Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos	
EST 03	“Certas vezes, os nossos materiais e equipamentos não funcionavam por conta de seu estado.”	Recursos tecnológicos e componentes defeituosos	
EST 06	“Relembramos muitos conceitos que nos ajudaram na criação de projetos.”	Seleção de conteúdo e nível de dificuldade	
EST 08	“Colocar as programações certas e em ordem, exige muita atenção para evitar erros, fiquei disperso algumas vezes, aí acabei tendo um pouco de dificuldade.”		
EST 10	“Achei um pouco difícil, pois eu nunca tinha conectado uma placa Arduino Uno e não	Placa Arduino Uno	Placa Arduino Uno em

	fazia ideia de como ela funcionava, após o auxílio da professora eu consegui entender o conceito da placa e suas funções.”		projetos de robótica educacional com <i>PictoBlox</i>
EST 03	“O projeto de matriz de led 8x8, porque abre portas para muitas invenções.”	Projetos de robótica educacional	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Por meio do método dedutivo, seguindo os procedimentos previamente expostos no Quadro 17, envolvendo identificação, fragmentação, interpretação e agrupamento, temos a primeira categoria de análise intitulada “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”. Esta categoria, seus elementos e relações são apresentados de forma visual na Figura 62.

Figura 62: Categoria de análise “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno” está representada na cor lilás, enquanto suas subcategorias “Contribuições da robótica educacional”, “Dificuldades da robótica educacional” e “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*” são identificadas na cor verde claro. As unidades de sentido correspondentes estão subdivididas na cor laranja para facilitar a visualização e compreensão.

Essa categoria concentrou-se na análise da integração da robótica educacional por meio do *PictoBlox* e da Arduino Uno em processos de desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. Foram analisadas tanto as contribuições da robótica educacional, quanto as dificuldades por ela impostas. Na subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*” visamos a compreensão do papel da placa Arduino Uno em projetos educacionais que associada ao uso do *PictoBlox*, explorando suas possibilidades e dificuldades.

No Quadro 18, fornecemos uma síntese dos segmentos codificados associados as unidades de sentido e subcategorias estabelecidas e relacionadas ao desenvolvimento de habilidades em Matemática e do pensamento computacional por meio da robótica educacional e do *software PictoBlox*.

Quadro 18: Processo unitarização e categorização de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

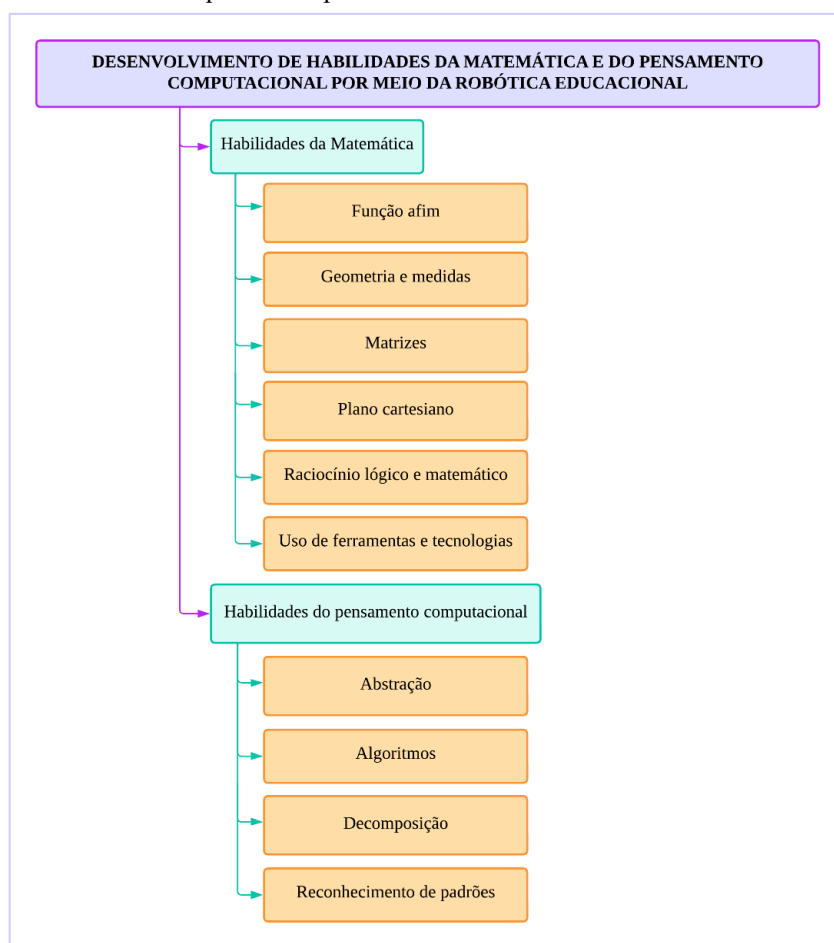
Estudante	Segmentos codificados	Unidades de sentido	Subcategorias
EST 09	“ $F(x) = 2x$. A expressão matemática é uma função afim, conta de 1º grau.”	Função afim	Habilidades da Matemática
EST 06	“Sim muitos conceitos, conseguir relembrar vários conteúdos como ângulos, função afim e bastante cálculo matemático.”	Geometria e medidas	
EST 03	“A utilização da matemática com matriz na atividade.”	Matrizes	
EST 01	“O do plano cartesiano, para saber as coordenadas exatas e suas posições corretas.”	Plano cartesiano	
EST 04	“Eu desenvolvi/melhorei a lógica e raciocínio usando cálculos matemáticos.”	Raciocínio lógico e matemático	
EST 05	“Sim. Como a trena digital, envolvendo software para fazer medidas.”	Uso de ferramentas e tecnologias	
EST 03	“Habilidades de pensamento computacional são difíceis de desenvolver, entretanto acho que pelo menos um pouco dessa habilidade eu desenvolvi.”	Abstração	Habilidades do pensamento computacional
EST 05	“Coloquei a marcação do número, eu fui anotando a fileira e a coluna no caderno, e a cada número que fiz esse anotação, fiz a programação utilizando os blocos da placa arduino uno, e nos blocos fui alternando a fileira e a coluna, assim sucessivamente até acabar a sequência dos números.”	Algoritmos	
EST 09	“Sim, em atividades muito difíceis, conseguimos separar etapas e fazer uma de cada vez para facilitar o processo e concluir mais rapidamente o projeto.”	Decomposição	
EST 12	“O do semáforo, pois aprendi a mexer com luz de Led e com a placa Arduino uno, e o que eu	Reconhecimento de padrões	

	aprendi nesse projeto ajudou a construir o próximo pois eu já sabia mexer com led.”		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As subcategorias apresentadas no Quadro 18 constituem a segunda categoria de análise deste trabalho, denominada “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”. A constituição desta categoria é ilustrada na Figura 63.

Figura 63: Categoria de análise “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional por meio da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional” é destacada pela cor lilás, enquanto suas subcategorias “Habilidades da Matemática” e “Habilidades do pensamento computacional” são identificadas pelo tom verde claro. As unidades de sentido correspondentes são subdivididas na cor laranja, proporcionando uma representação visual acessível.

No Quadro 19, apresentamos uma síntese dos segmentos codificados empregados para identificar as unidades de sentido e subcategorias vinculadas à utilização do *software PictoBlox* na execução de programação visual para a concepção de projetos de robótica educacional.

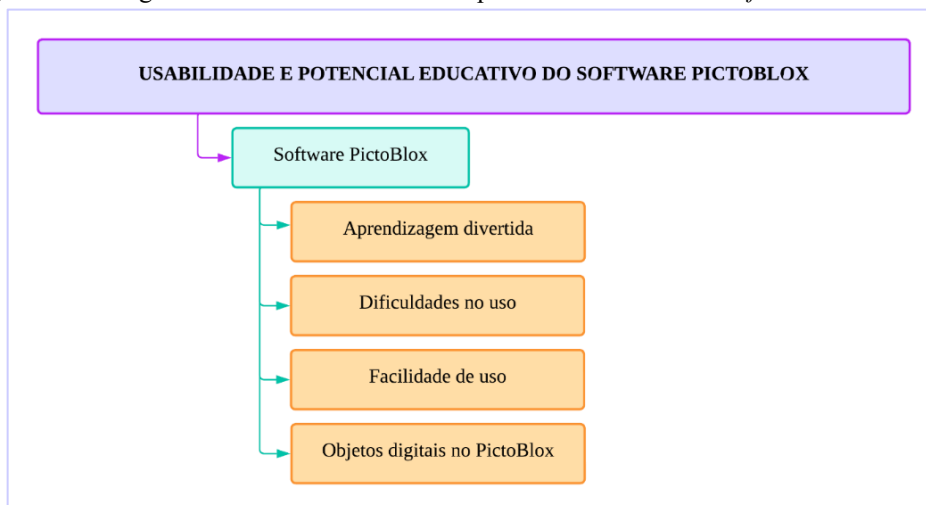
Quadro 19: Procedimentos de unitarização e categorização do *software PictoBlox*.

Estudante	Segmentos codificados	Unidades de sentido	Subcategoria
EST 12	“Legal, pois é uma plataforma simples, mas apresenta muitas funções divertidas.”	Aprendizagem divertida	<i>Software PictoBlox</i>
EST 02	“Minha principal dificuldade foi de entender o que cada comando da plataforma <i>PictoBlox</i> fazia.”	Dificuldades no uso	
EST 05	“Um <i>software</i> fácil de aprender, pensando nos iniciantes. Achei um aplicativo muito bom.”	Facilidade de uso	
EST 01	“Eu gostei mais do primeiro projeto, de fazer o personagem andar sozinho por todo o percurso.”	Objetos digitais no <i>PictoBlox</i>	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Seguindo as etapas definidas anteriormente no Quadro 19, que englobam a identificação, fragmentação, interpretação e agrupamento, elaboramos a terceira categoria de análise intitulada “Usabilidade e potencial educativo do *Software PictoBlox*”. A categoria é enfatizada por meio da cor lilás, ao passo que a sua subcategoria “*Software PictoBlox*” está identificada pela cor verde claro. As quatro unidades de sentido associadas estão subdivididas com a cor laranja, proporcionando uma representação visual acessível. Na qual, a representação visual dessa categoria será apresentada na Figura 64.

Figura 64: Categoria de análise “Usabilidade e potencial educativo do *software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

No Quadro 20, sistematizamos todas as categorias, subcategorias e unidades de sentido, resultantes do trabalho de análise à luz da ATD.

Quadro 20: Síntese das categorias, subcategorias e unidade de sentido definidas a partir dos dados.

Categorias	Subcategorias	Unidades de sentido
Robótica educacional com o <i>software PictoBlox</i> e placa Arduino Uno	Contribuições da robótica educacional	Aprendizado ativo
		Colaboração e trabalho em equipe
		Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem
		Envolvimento e motivação dos estudantes
		Matemática na prática de projetos de robótica educacional
	Dificuldades da robótica educacional	Desafios gerais nos projetos
		Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos
		Recursos tecnológicos e componentes
		Seleção de conteúdo e nível de dificuldade
	Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com <i>PictoBlox</i>	Placa Arduino Uno
		Projetos de robótica educacional
	Desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional por meio da robótica educacional	Habilidades da Matemática
Geometria e medidas		
Matrizes		
Plano cartesiano		
Raciocínio lógico e matemático		
Habilidades do pensamento computacional		Uso de ferramentas e tecnologias
		Abstração
		Algoritmos
		Decomposição
		Reconhecimento de padrões
Usabilidade e potencial educativo do <i>software PictoBlox</i>	<i>Software PictoBlox</i>	Aprendizagem divertida
		Dificuldades no uso
		Facilidades de uso
		Objetos digitais no <i>PictoBlox</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, fornecemos essa síntese das abordagens adotadas para conectar os dados às unidades de sentido das subcategorias. Não estamos buscando afirmar que os procedimentos e as conexões estabelecidas sejam de natureza restrita, ao contrário, na subseção 3.4, os leitores têm acesso ao *link* do projeto no *Atlas.ti*, que contém todas as informações/produções

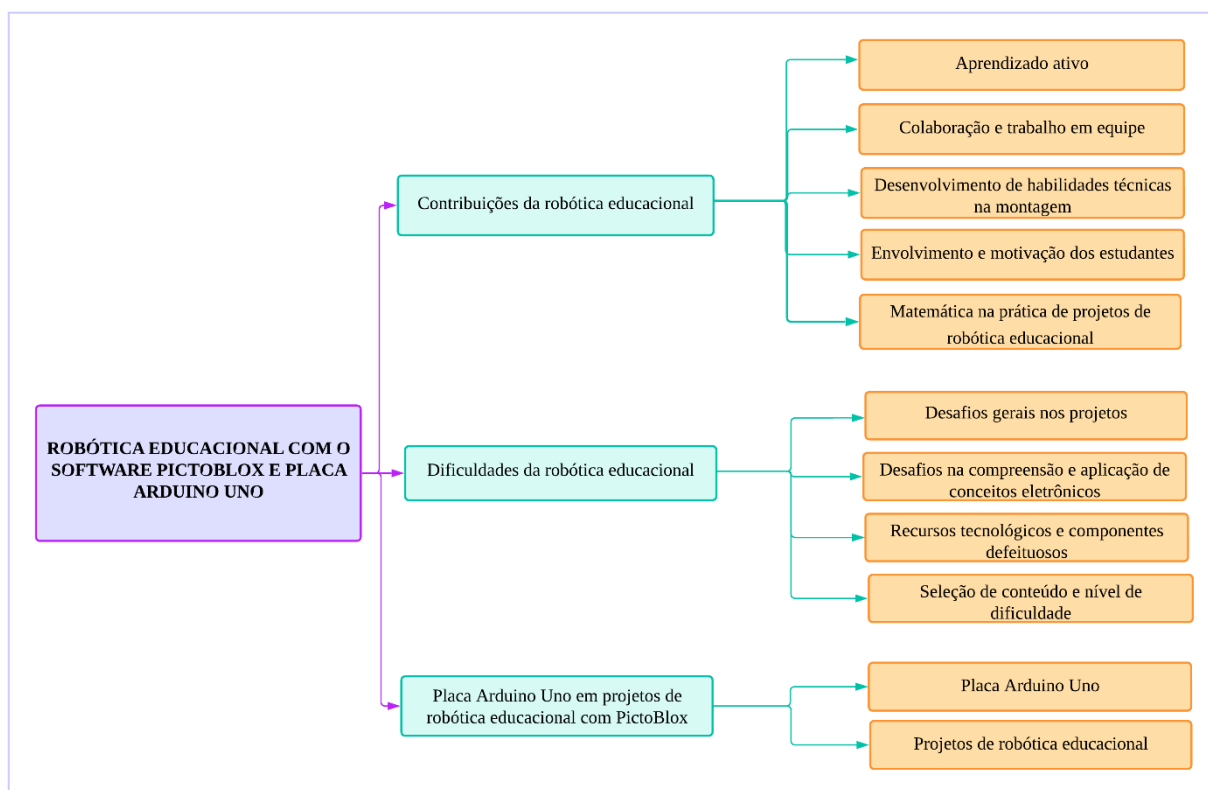
conectadas em cada categoria de análise. Isso permite que os leitores realizem várias abordagens de articulação, conforme sua própria compreensão.

6.2 Categoria 1: Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno

Optamos por iniciar com a análise desta categoria, devido sua estreita relação com os objetivos desta pesquisa. Ela se concentrou na imersão da robótica educacional no contexto do experimento de ensino, com o propósito estratégico de enriquecimento da experiência pedagógica. Esta categoria desempenhou na estruturação e análise das informações coletadas, permitindo-nos constatar as contribuições e dificuldades da robótica educacional aliada com a Arduino Uno, explorando as soluções possíveis para maximizar o potencial educacional dessas tecnologias combinadas.

A Figura 65 apresenta a constituição desta categoria, de maneira detalhada e com uso de cores, identificando com a cor lilás a categoria de análise, com a cor verde as subcategorias associadas e com a cor laranja as unidades de sentido.

Figura 65: Categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.



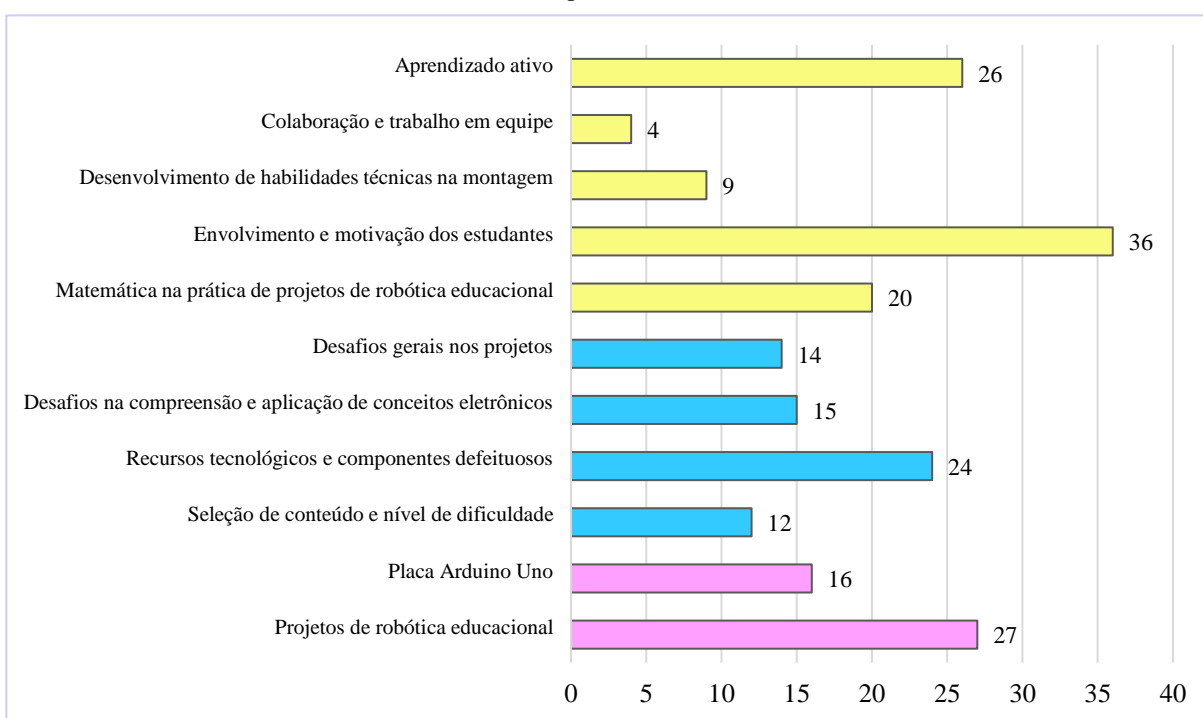
Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Do trabalho de análise do *corpus* da pesquisa conseguimos identificar dez unidades de sentido que melhor refletem a abrangência e profundidade das informações sobre robótica

educacional no experimento de ensino realizado. Essa diversidade indica que a pesquisa não se limitou a um único aspecto, buscando revelar a complexidade e diversidade deste campo.

No Gráfico 01, apresentamos a frequência de cada uma destas unidades de sentido. Usamos cores para associar as unidades de sentido às subcategorias, sendo o amarelo para a subcategoria “Contribuições da robótica educacional”, azul para “Dificuldades da robótica educacional” e rosa para “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”.

Gráfico 01: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para essa categoria, um dos pontos centrais é a unidade de sentido “Envolvimento e motivação dos estudantes” com trinta e seis recorrências. Destacando o estímulo do interesse dos estudantes nas atividades de aprendizagem e a motivação intrínseca por meio da robótica educacional que foi desenvolvida através da criação de um ambiente de aprendizado emocionante e prático.

O experimento de ensino proporcionou aos estudantes oportunidades de aprender fazendo e experimentando, evidenciado pela unidade de sentido “Aprendizado ativo” com vinte e seis recorrências. Como a abordagem foi centrada nos estudantes como protagonistas das atividades, a robótica educacional exigiu dessa abordagem para transcender o aprendizado de sala de aula e contribuir nas atividades do dia a dia dos estudantes. Fortalecendo assim, a

compreensão conceitual por meio dos projetos práticos de robótica educacional, que estavam embasados no movimento *maker*.

Esses projetos são destacados na unidade de sentido “Projetos de robótica educacional” que surge vinte e sete vezes. Indicando o interesse dos estudantes na aplicação prática de conceitos teóricos por meio de uma variedade de projetos de robótica educacional. Todos esses projetos desenvolvidos foram concebidos para consolidar os conhecimentos adquiridos e desenvolver novas habilidades, como habilidades da Matemáticas e do pensamento computacional, tornando a aprendizagem mais eficaz e significativa.

Durante o desenvolvimento desses projetos de robótica educacional, uma variedade de “Recursos tecnológicos e componentes defeituosos” apresentaram problemas e se constituíram numa dificuldade do processo, conforme identificado nas vinte e quatro recorrências encontradas no *corpus*. Portanto, a importância desses recursos tecnológicos na inserção da robótica educacional, abrangendo a seleção e aplicação de componentes eletrônicos e/ou mecânicos, bem como *software* e *hardware* relevantes para a execução bem-sucedida dos projetos.

Outro aspecto desta pesquisa é a atribuição da “Placa Arduino Uno” com dezesseis recorrências. Sua relevância está no destaque de ser uma placa de prototipagem acessível, na implementação de projetos de robótica educacional no contexto escolar.

Além disso, a análise da “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade” com doze recorrências é outro ponto importante. Pois, indicou que a escolha criteriosa do conteúdo e a adaptação do nível de dificuldade são aspectos fundamentais na concepção e execução de atividades e/ou projetos de robótica educacional, especialmente em turma mista.

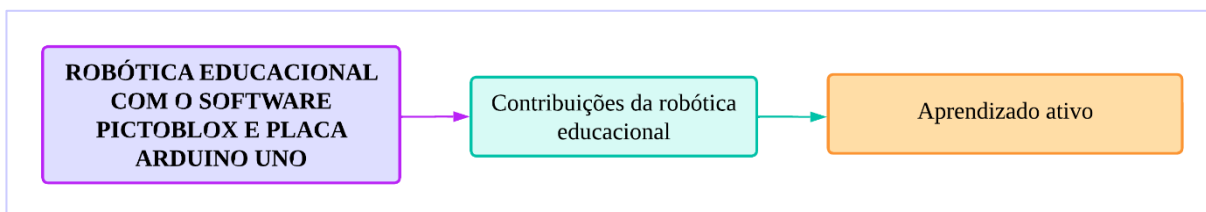
6.2.1 Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”

A construção dessa subcategoria está centrada na identificação de cinco aspectos que emergiram da análise dos dados, os quais foram definidos como unidades de sentido, sendo eles: “Aprendizado ativo”; “Colaboração e trabalho em equipe”; “Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem”; “Envolvimento e motivação dos estudantes” e “Matemática na prática de projetos de robótica educacional”.

6.2.1.1 Unidade de sentido “Aprendizado ativo”

A primeira unidade de sentido desta subcategoria foi chamada de “Aprendizado ativo”, evidenciada na Figura 66, que irá demonstrar a participação dinâmica dos estudantes no processo de aprendizagem com a robótica educacional, *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

Figura 66: Unidade de sentido “Aprendizado ativo” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

O aprendizado ativo promoveu a participação ativa e o envolvimento direto dos estudantes durante os encontros do experimento de ensino, ajudando os estudantes a construir seus conhecimentos de maneira prática e no envolvimento de atividades e projetos que os levaram a refletir, analisar, discutir e aplicar o que estavam aprendendo.

O aprendizado ativo na robótica educacional, conforme Zilli (2004, p.15), emerge como um elemento-chave, proporcionando uma aprendizagem ativa, dialógica e participativa. Essa metodologia integra diversos recursos tecnológicos, promovendo uma experiência lúdica e interessante (Zilli, 2004, p.15). Além disso, estimula a criatividade, o trabalho em equipe e a colaboração, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades interpessoais.

Na análise evidenciou que o aprendizado ativo na robótica educacional com *PictoBlox* e placa Arduino Uno proporcionou contribuições significativas aos estudantes. Os trechos de fala dos estudantes, ilustram como essa abordagem os envolveu de maneira prática. Eles aplicaram conceitos de programação, exploraram componentes físicos e estabeleceram conexões entre a teoria e a prática, o que se revelou motivador e eficaz na mobilização e aplicação do conhecimento.

Foram identificadas vinte e seis citações nos dados analisados que caracterizam essa unidade de sentido. Abaixo, são apresentadas aquelas que melhor evidenciam a participação ativa dos estudantes nas atividades propostas:

“Eu aprendi a programar um jogo que foi muito interessante, o jogo do pacman. Aprendi a programar um personagem a se mexer sozinho, fiz um quadrado, um círculo, joguei um jogo com massinha, e programei leds para ligarem.” (EST 08 – “Google sala de aula”)

“Achei interessante o nosso corpo ser o fio terra e nós poder controlar pelas mãos.” (EST 06 – “Questionário”)

“Aprendi a fazer jogos, aprendi funções da plataforma e como podemos usar.” (EST 12 – “Google sala de aula”)

“Aprendi a configurar padrões e personagens, ‘fazer jogos’ e configurações básicas.” (EST 03 – “Google sala de aula”)

“O novo, porque era algo desconhecido para mim e isso foi incrível.” (EST 07 – “Questionário”)

“A montagem dos circuitos, era muito interessante montar os circuitos passo a passo, saber onde ficava cada coisa.” (EST 10 – “Questionário”)

“Não só essa programação mais ao longo do curso todo as programações feitas foi um aprendizado que vai ser levado por muito tempo.” (EST 05 – “Google sala de aula”)

“As programações, os códigos, ligar leds, batalha naval, sensor de estacionamento achei bem legal.” (EST 01 – “Questionário”)

Os excertos destacados resumem o impacto positivo do aprendizado ativo e experiencial fornecido pela robótica educacional aos estudantes. O aprendizado ativo se manifesta claramente por meio da programação de objetos digitais e os componentes eletrônicos. Ao se envolver de forma prática na criação de personagens, formas geométricas e jogos, os estudantes demonstram a aplicação direta das habilidades adquiridas.

Ao manusear atividades e projetos com componentes físicos, como a programação de leds, e a surpresa ao descobrirem a possibilidade de usar o corpo como parte do circuito (fio terra), mostrando que não estão apenas mobilizando conceitos, mas também realizando experimentos e aprendendo com os resultados obtidos. Isso cria uma aprendizagem experiencial ao estabelecer uma conexão direta entre os conceitos teóricos e suas próprias experiências físicas.

Ademais, os trechos de fala ilustram como a robótica educacional, ao empregar abordagens de aprendizado ativo, permitiram que os estudantes se envolvam de maneira prática e interativa, aplicando conceitos de programação visual e explorando componentes físicos. Esse tipo de aprendizagem pode ser motivador na aplicação do conhecimento.

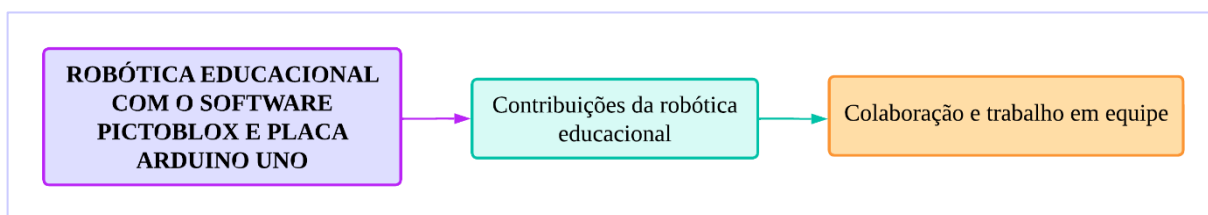
Além disso, essa abordagem possibilita que eles mobilizem habilidades da Matemática e do pensamento computacional de maneira prática, assim como, na transformação no processo de ensino e aprendizagem. Concluindo que o aprendizado ativo quando integrado à robótica

educacional com o uso do *PictoBlox* e placa Arduino Uno, demonstra seu potencial para influenciar positivamente no desempenho dos estudantes.

6.2.1.2 Unidade de sentido “Colaboração e trabalho em equipe”

A segunda unidade de sentido da subcategoria de análise foi denominada como “Colaboração e trabalho em equipe” e está apresentada na Figura 68.

Figura 68: Unidade de sentido “Colaboração e trabalho em equipe” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Esta unidade de sentido destaca a importância da colaboração e do trabalho em equipe no contexto do experimento de ensino em robótica educacional. Com esta unidade de sentido é possível analisar como a robótica educacional promoveu a cooperação entre os estudantes, estimulando a comunicação eficaz, a divisão de tarefas, a resolução conjunta de problemas e o desenvolvimento dos projetos em grupo.

A colaboração e trabalho em equipe, segundo Campos (2017, p. 2119), são habilidades essenciais para a vida, enriquecendo o aprendizado e preparando os estudantes para ambientes colaborativos. O desenvolvimento de habilidades técnicas na robótica educacional ocorre por meio da construção, programação e operação de projetos de robótica. Essa prática direta com componentes robóticos contribui para o enfrentamento de desafios práticos e para o desenvolvimento de habilidades como pesquisa, capacidade crítica e raciocínio lógico (Zilli, 2004, p. 13 - 14).

A seguir, serão apresentados três excertos relacionados a essa unidade de sentido:

“Sim. Como por exemplo no projeto do estacionamento porque meu grupo teve que dividir a montagem da maquete em várias partes menores.” (EST 04 – “Questionário”)

“Eu e minha dupla conectamos a placa Arduino uno no programador PictoBlox, conectamos os jumpers nas duas placas e montamos nosso esquema de números na opção mostrar e logo depois começamos a sequência de números com sequências de espera até finalizarmos.” (EST 10 – “Google sala de aula”)

“Fui anotando as marcações dos números e a coluna. Enquanto o meu parceiro adicionava as sequências dos números no programador: Pictoblox. Para fazer a programação ambos (eu o parceiro), revezamos para fazer a programação. Utilizando os blocos da placa Arduíno uno e nos blocos nós fomos alternando a fileira e a coluna, até terminar.” (EST 11 – “Google sala de aula”)

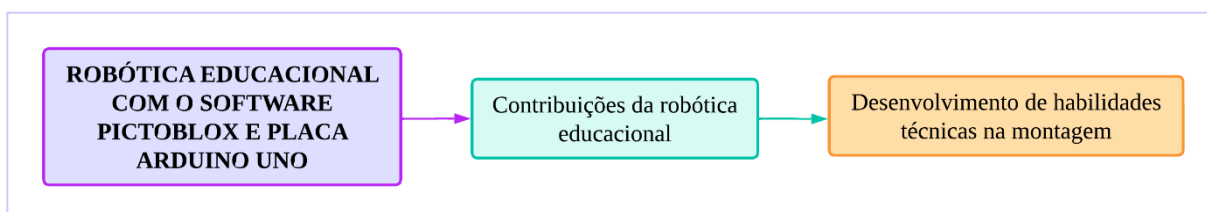
Dentro dessa unidade de sentido, foram destacados excertos que demonstram como os estudantes colaboraram efetivamente em projetos de robótica educacional. Por exemplo, no projeto do estacionamento (EST 04), um grupo teve que dividir a montagem da maquete em várias partes menores, ilustrando a necessidade de coordenação e trabalho em equipe. Além disso, em projetos envolvendo a placa Arduino Uno e o *software PictoBlox* (EST 10 e EST 11), os estudantes descreveram como cooperaram na programação e montagem, alternando tarefas e contribuindo para alcançar os objetivos de seus projetos.

Esses trechos de fala evidenciam que a robótica educacional também se concentra no desenvolvimento de habilidades técnicas e valoriza exemplos de colaboração e trabalho em equipe. A colaboração facilita a realização de tarefas complexas e também enriquece a experiência de aprendizagem ao permitir a troca de ideias e conhecimentos entre os estudantes.

6.2.1.3 Unidade de sentido “Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem”

A terceira unidade de sentido nesta subcategoria, intitulada “Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem”, está apresentada na Figura 68.

Figura 68: Unidade de sentido “Desenvolvimento de habilidades técnicas na montagem” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A análise dessa unidade de sentido revela um quadro das contribuições significativas da robótica educacional, em especial sua integração com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno, no desenvolvimento de habilidades práticas e técnicas nos estudantes.

Nesta unidade de sentido, identificamos nove excertos nas contribuições dos participantes para a pesquisa. A seguir, destacamos quatro desses excertos mais significativos:

“Para mim o que mais me chamou atenção nas realizações das atividades foi a complexidade da montagem dos sistemas e as possibilidades.” (EST 04 – “Questionário”)

“A montagem dos circuitos, era muito interessante montar os circuitos passo a passo, saber onde ficava cada coisa.” (EST 10 – “Questionário”)

“Foram os jeitos diferentes de programar, dependendo do projeto, tinham duas programações, uma era enorme e já outra, era menor, entretanto, as duas obtinham o mesmo resultado e dependendo do tamanho da maquete, era necessário também ter uma diferente programação.” (EST 09 – “Questionário”)

“Sim, consegui pensar e executar com pensamentos amplos. Consegui obter mais conhecimentos sobre programação.” (EST 11 - - “Questionário”)

Os estudantes reconhecem a complexidade das atividades, especialmente na montagem de sistemas e na programação de diferentes projetos de robótica educacional. A necessidade de adaptar as programações conforme o projeto e o tamanho da maquete demonstram a flexibilidade e a habilidade dos estudantes em colaborar com os possíveis desafios.

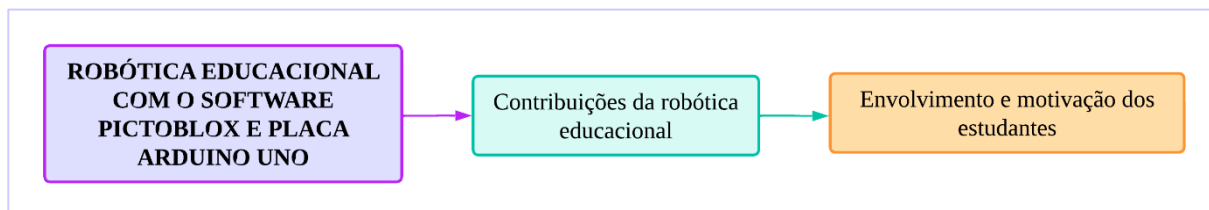
Além disso, os estudantes expressam a satisfação em montar circuitos passo a passo, demonstrando que essa abordagem prática e incremental contribuiu para uma compreensão mais profunda dos conceitos técnicos envolvidos.

Também fica evidente que a experiência de robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno, estimula o pensamento amplo e o desenvolvimento de habilidades relacionadas à tecnologia, programação e robótica. Ressaltando a sua importância e o impacto positivo da robótica educacional, especialmente quando integrada com ferramentas inovadoras como o *PictoBlox* e placa Arduino Uno, na formação técnica e prática dos estudantes, sinalizando uma preparação para os desafios da contemporaneidade.

6.2.1.4 Unidade de sentido “Envolvimento e motivação dos estudantes”

A quarta unidade de sentido nesta subcategoria, é a “Envolvimento e motivação dos estudantes”, e está apresentada na Figura 69. Esta unidade de sentido compreendeu como a robótica educacional contribuiu no envolvimento dos estudantes de maneira ativa e motivadora em seu processo de aprendizado durante os encontros.

Figura 69: Unidade de sentido “Envolvimento e motivação dos estudantes” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Identificando que o interesse dos estudantes os tornou envolvidos e motivados a participar de todo o experimento de ensino, e como essa motivação veio a influenciar positivamente no aprendizado e no desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

O envolvimento e motivação dos estudantes são impulsionados pela combinação de desafios estimulantes, aprendizado prático, autonomia criativa e expectativa de aplicação futura das habilidades adquiridas. Ribeiro; Coutinho; Costa (2011, p. 441) destacam a capacidade da robótica educacional de “motivar e envolver os alunos nas atividades, estimulando sua curiosidade natural”.

Compreendendo que essa unidade de sentido possui trinta e seis excertos que abordam o tema em questão, a seguir, serão apresentados sete deles para análise mais detalhada:

“As atividades desse curso são incríveis, amei todas, eu gostei muito de fazer a programação de cada atividades e de montar a placa Arduino, protoboard, esse curso é ótimo, tudo me chamou a atenção.” (EST 02 – “Questionário”)

“Quando a gente iria começar os projetos, era de uma forma divertida e fácil de entender, aprendendo de uma maneira simples.” (EST 12 – “Questionário”)

“Por mim, esse curso duraria o ano inteiro.” (EST 04 – “Registros audiovisuais”)

“Estamos ali funcionando nossas cabeças e aos poucos ir ligando os pontos e ver o trabalho funcionando o que é gratificante demais.” (EST 06 – “Google sala de aula”)

“Legal, diferente do normal, interessante.” (EST 01 – “Roda de conversa”)

“Mexer com as placas. Acho muito divertido entender como elas funcionam.” (EST 11 – “Questionário”)

“Os desenhos nos quadros, porque foi interessante aprender a como calcular para fazer os desenhos.” (EST 05 – “Google sala de aula”)

Esta unidade de sentido mostra o envolvimento e a motivação dos estudantes em relação ao experimento de ensino em robótica educacional. Os excertos apresentam o entusiasmo, a satisfação e a abordagem positiva em relação às atividades e projetos propostos.

Os estudantes expressaram sua apreciação pelo experimento de ensino, destacando o fascínio por todas as atividades, incluindo a programação e a montagem de componentes com a placa Arduino Uno e a *protoboard* (EST 02). Essa apreciação reflete um envolvimento real, mostrando que as atividades foram projetadas de uma forma que capturou o interesse do estudante.

Além disso, um estudante menciona que a abordagem de aprendizado era divertida e compreensível, o que é vital para manter a diversão e o empenho ao longo dos encontros (EST 12). A menção de que gostaria que o curso durasse mais tempo ressalta a relevância e o impacto positivo que a robótica educacional teve no processo de aprendizagem de um estudante (EST 04).

O fato dos estudantes sentirem que estavam “ligando os pontos” (EST 06) e fazer o projeto funcionar é uma indicação clara de que a robótica educacional os envolve e proporcionam uma experiência prática e gratificante. Esse tipo de envolvimento e motivação é necessário para um aprendizado duradouro.

Um estudante expressou uma visão positiva e entusiástica em relação à experiência. Termos como “Legal”, “diferente do normal” e “interessante” (EST 01) ilustra uma ocorrência dos estudantes à abordagem da robótica educacional, que se destacou por sua singularidade.

O aspecto prático da robótica educacional é evidente no comentário do estudante 11, que menciona a sua interação com o *hardware*, o entendimento de funcionamento da placa Arduino Uno e a aplicação prática dos conceitos teóricos, contribuindo no seu envolvimento ativo.

Ademais, um estudante registra a expansão de seus conhecimentos, tanto na área específica abordada quanto na Matemática em geral, demonstrando a sua percepção do valor educacional da robótica (EST 10). Portanto, a robótica se torna uma ferramenta para ampliação do conhecimento e uma forma atraente de abordagem de conceitos mais complexos.

A apreciação mencionada pelo estudante 05 sobre os desenhos nos quadros, com a oportunidade de aprender a calcular para criá-los, demonstra a inserção de elementos visuais e

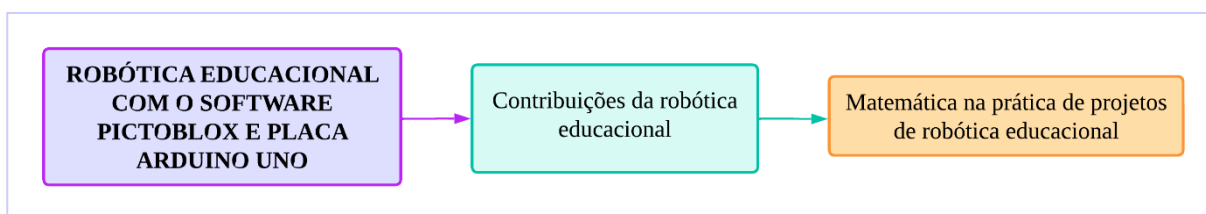
práticos no uso da robótica educacional. Essa abordagem lúdica e criativa pode contribuir para manter os estudantes envolvidos e motivados.

Os excertos apresentados demonstram a forma consistente que a robótica educacional, especialmente quando trabalhada com o *software PictoBlox* e a placa Arduino Uno, tem o poder de cativar os estudantes e estimulá-los a participar ativamente do aprendizado proposto. Proporcionando uma educação dinâmica, prática e estimulante, onde os estudantes podem explorar conceitos considerados por eles abstratos, de maneira possível e interativa. O experimento de ensino revelou o potencial dessa inserção para enriquecer e contribuir na educação e preparação dos estudantes para os desafios do mundo contemporâneo.

6.2.1.5 Unidade de sentido “Matemática na prática de projetos de robótica educacional”

A quinta e última unidade de sentido dentro dessa subcategoria, é intitulada como “Matemática na prática de projetos de robótica educacional” e está apresentada na Figura 70.

Figura 70: Unidade de sentido “Matemática na prática de projetos de robótica educacional” – Subcategoria “Contribuições da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Essa unidade de sentido representa a multidisciplinaridade no contexto da robótica, destacando a importância da integração de habilidades matemáticas com outras disciplinas, possibilitando uma abordagem interdisciplinar na resolução de problemas e no desenvolvimento de projetos de robótica educacional.

Ao analisar os dados, emergiu a contextualização da Matemática na criação dos projetos que foram desenvolvidos durante o experimento de ensino. Os estudantes aplicaram habilidades de Matemáticas específicas, como cálculos, geometria e álgebra, como também as conectaram a outras áreas, como Física (ao compreender princípios mecânicos), pensamento computacional (com a mobilização dos quatros pilares), programação visual (ao desenvolver algoritmos no *PictoBlox*), e até mesmo habilidades de comunicação e colaboração (ao trabalhar em equipe).

Com essa abordagem nos encontros, enriqueceu a compreensão matemática dos estudantes, como também os preparou para enfrentar desafios do mundo real que demandam de

uma visão integrada, refletindo um dos princípios da BNCC de promover uma educação que vá além das fronteiras disciplinares e promova uma compreensão abrangente e contextualizada do conhecimento na integração da robótica educacional.

No processo de categorização dos dados, foram incluídas vinte recorrências para esta unidade de sentido. A seguir, serão apresentadas quatro delas:

“O uso de matemática e a dinâmica fazendo atividades na prática, tudo foi muito legal, é muito bom ver as coisas que você faz dar certo.” (EST 03 – “Questionário”)

“Sim, se não funcionar certo, como por exemplo: os ângulos e trena digital.” (EST 05 – “Roda de conversa”)

“Questão de sempre envolver matemática até nos mínimos projetos criados. Podendo assim perceber que matemática sempre está na nossa vida em todos os momentos.” (EST 06 – “Questionário”)

“Bom adquirir vários conhecimentos e conceitos, os principais são a matemática e a lógica.” (EST 07 – “Google sala de aula”)

Esses excertos, coletivamente, evidenciam a valorização da Matemática como uma competência essencial na robótica educacional, seja para garantir o correto funcionamento dos projetos, compreender conceitos-chave ou desenvolver o pensamento lógico e computacional. A constante presença da Matemática é reconhecida e apreciada pelos estudantes, mostrando sua relevância transversal.

O estudante 03 destaca que a Matemática está integrada à dinâmica prática das atividades de robótica educacional. Essa observação indica que a Matemática não foi estudada e aplicada de maneira isolada, mas sim, como uma ferramenta essencial que se entrelaçou com a prática e a dinâmica de outros campos, como a Física (para entender o movimento/atuação dos projetos) e a informática (para programação e automação).

O estudante 05 menciona a precisão exigida ao lidar com ângulos e instrumentos de medição, indicando uma conexão entre a Matemática e a Física. Além disso, a menção à “trena digital” (projeto de robótica educacional desenvolvido) sugere a integração de tecnologia na medição, incorporando aspectos de Ciência da Computação e eletrônica.

O estudante 06 amplia a perspectiva, afirmando que a Matemática está presente nos mínimos detalhes dos projetos de robótica educacional. Essa visão abrangente sugere que a Matemática pode ser aplicada como uma ampla ferramenta e esteve entrelaçada com outras disciplinas, como Física, Informática e Ciência da Computação.

Ao mencionar a Matemática e a lógica como conhecimentos preeminentes adquiridos, o estudante 07 destaca a multidisciplinaridade intrínseca à robótica educacional. A lógica é um campo que se relaciona diretamente com a Informática e a Filosofia, indicando a aplicabilidade da robótica na Engenharia, Matemática e demais princípios lógicos em funcionalidade.

Esses relatos dos estudantes evidenciam que a Matemática é uma habilidade transversal na robótica educacional, permeando várias disciplinas e áreas de conhecimento. A interconexão da Matemática com outros campos é um reflexo da natureza multidisciplinar da robótica educacional, onde habilidades e conceitos de diferentes áreas são integrados para alcançar os objetivos dos projetos. A Matemática, portanto, se apresenta como uma linguagem comum que facilita a colaboração e a aplicação bem-sucedida de conhecimentos em diversos domínios.

6.2.2 Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”

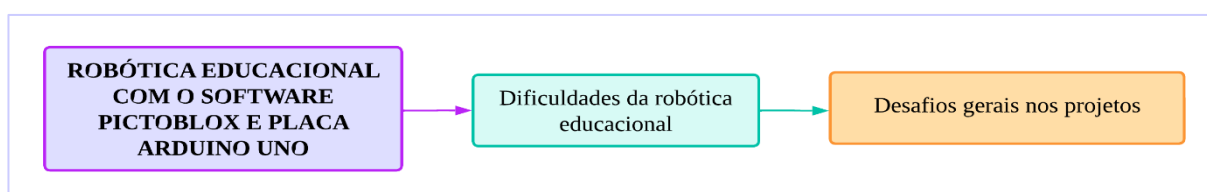
Embora a implementação da robótica educacional seja promissora, não está isenta de desafios que podem influenciar na eficácia e no sucesso de projetos de robótica. Conforme observa Campos (2017, p. 2112), obstáculos associados à incorporação da robótica no currículo convencional incluem a exigência de tempo para atividades robóticas, os custos associados aos equipamentos necessários e a necessidade de formação teórico-prática para os educadores.

A subcategoria “Dificuldades da robótica educacional” foi elaborada com base nos fragmentos de discurso, encontradas nas produções coletadas durante a pesquisa. Para a construção dessa subcategoria, identificamos quatro elementos fundamentais, que foram definidos como unidades de sentido com base na análise dos dados: “Desafios gerais nos projetos”, “Desafios técnicos”, “Infraestrutura e recursos” e “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade”.

6.2.2.1 Unidade de sentido “Desafios gerais nos projetos”

A primeira unidade de sentido dentro dessa subcategoria, intitulada “Desafios gerais nos projetos”, está apresentada na Figura 71.

Figura 71: Unidade de sentido “Desafios gerais nos projetos” – Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Essa unidade de sentido “Desafios gerais nos projetos” emerge dos dados, que compreende as barreiras e obstáculos enfrentadas pelos estudantes ao participar da criação de projetos de robótica educacional. Isso inclui os obstáculos que vieram a afetar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, como dificuldades conceituais, obstáculos de natureza prática e questões relacionadas ao ambiente de aprendizado.

Os desafios gerais nos projetos envolvem a necessidade de integração interdisciplinar e o gerenciamento de tempo. Ribeiro; Coutinho; Costa (2011, p. 443) observam que os estudantes enfrentam constantemente a necessidade de resolver problemas em diversas etapas dos projetos. Os desafios técnicos concentram-se na programação e manutenção, segundo Campos (2017, p. 2116) “muitos alunos não conseguem progredir de certo ponto na programação e também na construção do dispositivo robótico em muitos de seus projetos”.

A unidade de sentido contém catorze excertos dos participantes da pesquisa. A seguir, destacamos seis desses excertos que se mostraram mais significativos:

“Sim, por conta das programações que eu senti dificuldade, cada programação é diferente e mais complexa que a outra apenas tinha dificuldade em diferenciar e dar comandos corretos, sempre tinha um erro em minha programação ou na montagem com as placas.” (EST 08 – “Roda de conversa”)

“A minha maior dificuldade foi entender algumas programações e como realiza-las.” (EST 10 – “Questionário”)

“Fazer que o personagem faça seu papel corretamente.” (EST 12 – “Google sala de aula”)

“Tivemos problema com a montagem da programação e com o tamanho do recipiente que usamos, um dos leds não quis ligar.” (EST 04 – “Google sala de aula”)

“A maior dificuldade foi a configuração para o software responder ao apertar o botão (...).” (EST 05 – “Google sala de aula”)

“Minha primeira dificuldade foi de ter posto um comando errado e depois de estar tudo pronto ter que refazer para dar certo o jogo.” (EST 02 – “Google sala de aula”)

Os excertos destacados apresentam uma diversidade de desafios enfrentados pelos estudantes ao desenvolver projetos de robótica educacional. Um dos desafios predominantes foi a diversidade de programações visuais necessárias para cada projeto. O estudante 08 expressa essa dificuldade, em diferenciar e fornecer os comandos corretos para as distintas

programações. O que a tornava com uma certa complexidade e a levava a erros frequentes, tanto em sua programação quanto na montagem com a placa.

A compreensão e execução de algumas programações foram identificadas como uma barreira pelo estudante 10, sua dificuldade em assimilar certas sequências de comandos evidenciou o desafio geral na realização desses projetos de robótica educacional. Já para o estudante 12, garantir que os personagens nos projetos elaborados por meio do *PictoBlox* desempenhassem suas funções de maneira adequada e configurar o seu comportamento de modo correto, foi é uma preocupação destacada.

Alguns problemas técnicos, como, a montagem física dos projetos é um desafio mencionado pelo estudante 04, problemas com o tamanho dos recipientes usados e o funcionamento dos LEDs ilustram a importância de uma montagem precisa. A necessidade de configurar corretamente o *software* para responder a determinados comandos, como apertar um botão, foi destacada pelo estudante 05 como desafio. A configuração inicial propensa a erros foi um desafio comum. Erros nos comandos iniciais exigiram do estudante 02 o retrabalho para correção que garantia o funcionamento correto do projeto de robótica desenvolvido.

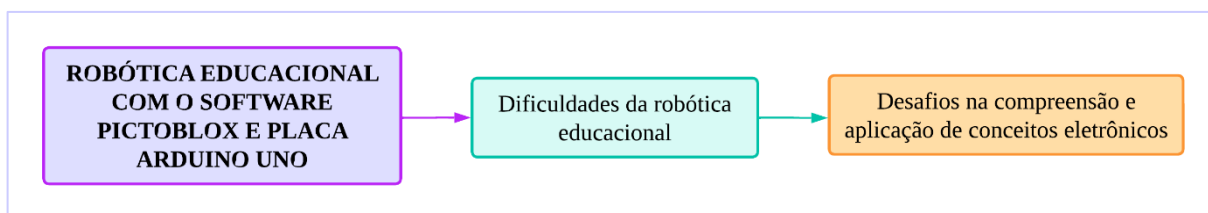
A maioria dos estudantes expressou dificuldades relacionadas à algumas programações, indicando que a diversidade das programações foi um desafio significativo. A variação dos códigos e a necessidade de distinguir e aplicar comandos corretos também foram aspectos mencionados como desafios gerais. Os erros recorrentes nas programações e nas montagens com a placa Arduino Uno foram descritos, destacando a importância de precisão e exatidão nessa etapa do processo.

Em suma, essa unidade de sentido explana os desafios gerais que os estudantes enfrentaram ao realizar projetos de robótica educacional. Desde a compreensão e aplicação adequada da programação até a execução física precisa, os estudantes tiveram que superar alguns obstáculos. Essas dificuldades ressaltam a importância de fornecer apoio adequado, orientação e recursos para ajudar os estudantes a superar os desafios e aprimorar/mobilizar as suas habilidades.

6.2.2.2 Unidade de sentido “Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos”

A segunda unidade de sentido nesta subcategoria, intitulada “Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos”, está apresentada na Figura 72.

Figura 72: Unidade de sentido “Desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos” –Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Esta unidade de sentido também emergiu dos dados, permitindo uma investigação mais aprofundada dos desafios específicos relacionados à parte técnica das atividades e/ou projetos de robótica educacional, incluindo problemas de *hardware*, *software*, eletrônicos e montagem. A unidade de sentido englobou quinze recorrências na análise dos dados. A seguir, destacamos cinco destes que se mostraram particularmente significativos:

“Quando o código não estava certo e até descobrir o erro demorava muito, ainda custava toda aula.” (EST 01 – “Questionário”)

“Minha dificuldade foi principalmente de entender como utilizar os jumpers e a placa Arduino uno.” (EST 02 – “Questionário”)

“As ligações dos jumpers, muitos projetos confundi na hora das ligações.” (EST 05 – “Questionário”)

“Minha dificuldade foi na montagem do circuito com muitos fios.” (EST 04 – “Questionário”)

“A parte da montagem, porque eu me confundia fácil.” (EST 07 – “Questionário”)

Estes excertos destacam diferentes desafios técnicos que os estudantes enfrentaram ao desenvolver projetos de robótica educacional. Por exemplo, o estudante 01 destacou a complexidade associada à identificação e correção de erros no código, uma tarefa que frequentemente consumia uma parte significativa do tempo durante os encontros. Além disso, a montagem dos circuitos, que envolve várias etapas e requer uma compreensão profunda da corrente elétrica para o funcionamento adequado, demandava certo tempo para ser superado.

Na análise desta unidade de sentido, observa-se que os estudantes 02 e 05 destacaram os desafios encontrados ao tentar compreender e operar os componentes físicos, como os *jumpers* na placa Arduino Uno. Essas dificuldades estão intrinsecamente ligadas aos desafios técnicos dos projetos, nos quais há diversos componentes eletrônicos e uma considerável

quantidade de conexões de *jumpers* em diferentes portas da placa Arduino Uno e nos sensores envolvidos. As conexões dos *jumpers* e a necessidade de compreender completamente o funcionamento desses componentes, adicionaram uma camada de desafios técnicos aos projetos enfrentados pelos estudantes nesse contexto.

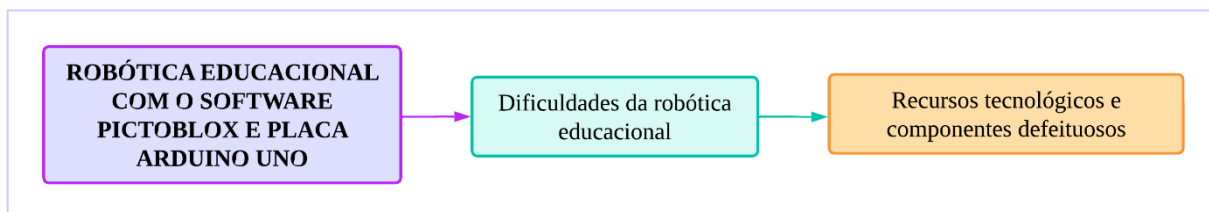
A montagem dos circuitos foi uma área destacada como desafiadora pelos estudantes 04 e 07. Especificamente, a complexidade envolvida na montagem quando exigia a interconexão de vários fios, identificada como um obstáculo durante os encontros.

Para superar essa dificuldade, foi introduzida a ferramenta *Tinkercad*, que possibilitava a simulação da montagem e funcionamento de cada projeto. A simulação oferecia um ambiente virtual para os estudantes experimentar e aprimorar suas habilidades de montagem de circuitos antes de implementá-las fisicamente, resultando em uma melhor compreensão e confiança na execução dos projetos. Essa abordagem foi necessária para a compreensão aprofundada de cada montagem e tornou mais fácil abordar os demais projetos que seriam desenvolvidos.

6.2.2.3 Unidade de sentido “Recursos tecnológicos e componentes”

A terceira unidade de sentido nesta subcategoria, intitulada “Recursos tecnológicos e componentes”, está apresentada na Figura 73.

Figura 73: Unidade de sentido “Recursos tecnológicos e componentes defeituosos” – Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Esta unidade de sentido também emergiu da fragmentação dos discursos na análise dos dados, oferecendo uma visão abrangente dos desafios enfrentados pelos estudantes relacionados à funcionalidade dos recursos e componentes tecnológicos.

Recursos tecnológicos e componentes também são dificuldades, principalmente em instituições com orçamentos restritos. Segundo Libardoni (2018, p. 70), as aplicações das tecnologias em robótica na educação “têm como foco dar suporte ao ensino de conteúdos que são próximos ao campo da robótica enquanto ciência, como a programação de robôs, construção e mecatrônica”. Constatando ainda, que a falta de acesso a determinados equipamentos e tecnologias pode limitar as oportunidades de aprendizado.

Os desafios enfrentados pelos estudantes com alguns equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos foram abordados nessa unidade de sentido, assim como a disponibilidade e funcionamento de alguns computadores dos laboratórios utilizados. Identificando em que áreas específicas veio a afetar negativamente a experiência de aprendizado desses estudantes. Sendo incluído pequenos atrasos no desenvolvimento de projetos de robótica educacional, as limitações na realização de experimentos práticos adjunto a necessidade de soluções alternativas devido à falta de equipamentos reservas.

Foram identificados vinte e quatro excertos relacionados a esse tema durante os dados dispostos. No entanto, neste contexto, apresentaremos apenas oito desses excertos, pois os demais abordavam questões semelhantes às já mencionadas.

“O projeto não funcionar, pois os equipamentos eram ruins, eram queimados.” (EST 02 – “Roda de conversa”)

“Certas vezes, os nossos materiais e equipamentos não funcionavam por conta de seu estado.” (EST 03 – “Questionário”)

“Para mim a pior coisa foi que alguns dos componentes estavam queimados e não funcionavam.” (EST 04 – “Roda de conversa”)

“(…) alguns componentes não estarem funcionando. Por exemplo: O display LCD, os jumpers e os sensores.” (EST 05 – “Roda de conversa”)

“Algumas sim, porque os jumpers muitas vezes não funcionavam, algumas placas bugava e tinha muito led queimados. E muitas vezes eu demorava achar o problema porque esses componentes atrapalhavam.” (EST 06 – “Roda de conversa”)

“Tivemos dificuldades com alguns equipamentos que não estavam em condições de serem utilizados.” (EST 09 – “Roda de conversa”)

“O projeto não funcionar, e alguns equipamentos estavam com defeitos o que atrapalhava muito e nos fazia perder muito tempo.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

“Às vezes também não dava certo as práticas que eu fazia por conta de problemas no computador ou algo estragado nas montagens.” (EST 08 – “Questionário”)

Como abordado, os excertos selecionados apresentam uma série de desafios encontrados pelos estudantes no que diz respeito à qualidade dos recursos tecnológicos e componentes

eletrônicos e/ou mecânicos, devido ao funcionamento utilização nos projetos de robótica educacional.

O estudante 02 menciona que o projeto não funcionou devido à baixa qualidade de alguns dos equipamentos, alguns dos quais estavam danificados ou queimados. Destacando a suma importância da qualidade dos materiais utilizados nesses projetos, pois equipamentos inadequados podem prejudicar o andamento e o sucesso das atividades de robótica educacional. O estudante 03 também ressalta a questão dos equipamentos e materiais, indicando que, em certas ocasiões, eles não funcionavam corretamente devido ao seu estado.

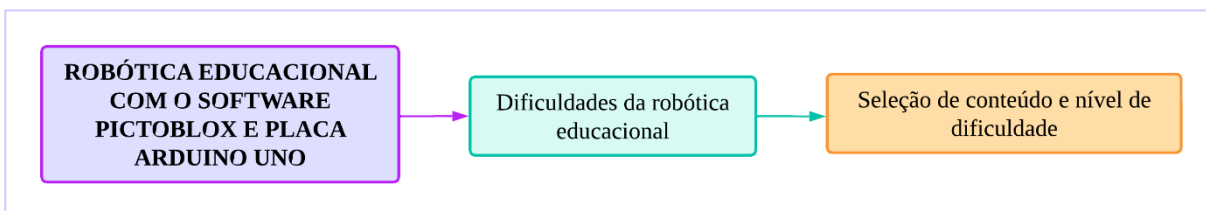
Os estudantes 04 e 05 mencionam especificamente a ocorrência de componentes queimados que afetaram o funcionamento de seus projetos. Esse foi um desafio técnico, já que componentes defeituosos interromperam o sucesso de alguns projetos e requerendo substituições, o que demandava tempo adicional. Além disso, o estudante 06 destaca a problemática de alguns *jumpers*, placas com falhas e LEDs queimados. Esses problemas dificultavam a identificação rápida de falhas e aumentavam o tempo necessário para diagnosticar e corrigir os problemas.

Por conseguinte, essas falas destacam como esses problemas frequentemente resultavam em atrasos, perda de tempo e frustração para eles, afetando sua experiência de aprendizado na robótica educacional. Portanto, com essa análise destacamos a importância de investir em recursos tecnológicos e componentes elétricos e/ou mecânicos de alta qualidade e em grande quantidade, para promover uma experiência de aprendizado mais eficaz e positiva no uso da robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

6.2.2.4 Unidade de sentido “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade”

A quarta e última unidade de sentido nesta subcategoria, é a “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade”, e está apresentada na Figura 74.

Figura 74: Unidade de sentido “Seleção de conteúdo e nível de dificuldade” – Subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Essa unidade de sentido, também oriunda dos dados, permitiu uma análise mais acentuada sobre como a seleção do conteúdo e o nível de dificuldade dos projetos foram percebidos pelos estudantes, que possuíam diferentes níveis de escolaridade. Compreender essas dificuldades é necessário para identificação das áreas que podem ser aprimoradas no uso da robótica educacional para o desenvolvimento e a mobilização de habilidades da Matemática e pensamento computacional nos estudantes.

A seleção de conteúdo e nível de dificuldade também são critérios que precisam ser abordados. Encontrar uma combinação adequada de conteúdo relevante para os objetivos curriculares e desafios ajustados ao nível de habilidade dos alunos é uma tarefa delicada. Para Silva; Silva; Silva (2015, p. 12) “a Robótica Educacional é uma ferramenta de universo abrangente e associá-la aos conteúdos matemáticos ou de outras disciplinas pode ser de grande valia no processo de ensino”. Logo, projetos muito simples podem resultar em falta de engajamento, enquanto projetos excessivamente complexos podem desencorajar os estudantes, comprometendo o equilíbrio entre desafio e acessibilidade.

Na análise dos dados, foram considerados um total de doze recorrências relacionados a essa unidade de sentido. Mas, neste momento, destacaremos os seis mais relevantes:

“Colocar as programações certas e em ordem, exige muita atenção para evitar erros, fiquei dispersa algumas vezes, aí acabei tendo um pouco de dificuldade.” (EST 08 – “Google sala de aula”)

“Entender algumas funções de programação, algumas coisas eram confusas.” (EST 10 – “Google sala de aula”)

“Consegui relembrar conceitos matemáticos.” (EST 11 – “Questionário”)

“Relembramos muitos conceitos que nos ajudou na criação de projetos.” (EST 06 – “Roda de conversa”)

“Nenhuma, pois foi tudo bem explicado e foi de boa.” (EST 07 – “Google sala de aula”)

“Não teve nenhuma específica, porque sempre que tinha alguma dúvida a professora rapidamente já auxiliava.” (EST 01 – “Google sala de aula”)

O estudante 08 destaca a necessidade de atenção e organização ao colocar as programações em ordem correta, ressaltando a sua dificuldade na seleção e organização dos códigos. O estudante 10 menciona que algumas funções de programação eram confusas,

indicando que a compreensão de determinados conceitos de programação pode representar um desafio para os estudantes, afetando o nível de dificuldade.

Por outro lado, os estudantes 11 e 06 realçam que o experimento de ensino permitiu que eles relembassem e aplicassem conceitos matemáticos em seus projetos, ilustrando como o conteúdo abordado foi relevante e útil para eles.

Já os estudantes 07 e 01 expressam que não tiveram dificuldades específicas, mencionando a explicação e assistência oferecida pela professora. Sugerindo, que uma abordagem bem orientada e acessível à programação e aos conceitos subjacentes pode contribuir para uma experiência de aprendizado mais tranquila.

Embora a turma de estudantes no experimento de ensino fosse mista, os excertos destacam a importância de equilibrar o nível de dificuldade do conteúdo a ser abordado. É essencial garantir que seja desafiador o suficiente para promover o aprendizado, mas também compreensível para todos os estudantes.

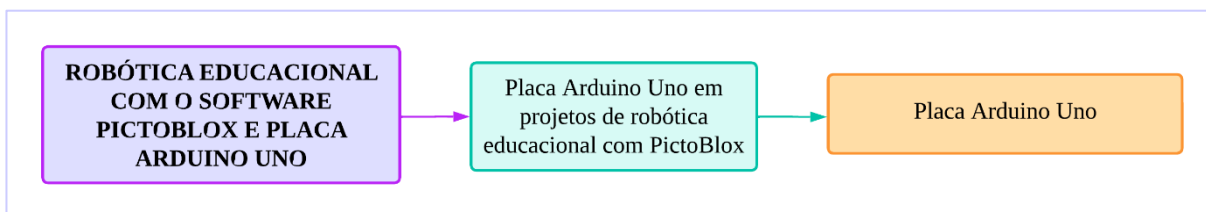
6.2.3 Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”

A subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*” foi elaborada dos fragmentos de discurso encontrados nas produções coletadas durante a pesquisa. Para desenvolver essa subcategoria, identificamos dois elementos centrais que foram definidos como unidades de sentido, embasados na análise dos dados: “Placa Arduino Uno” e “Projetos de robótica educacional”.

6.2.3.1 Unidade de sentido “Placa Arduino Uno”

A primeira unidade de sentido desta subcategoria aborda sobre a “Placa Arduino Uno” e está ilustrada na Figura 75.

Figura 75: Unidade de sentido “Placa Arduino Uno” – Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Esta unidade de sentido emerge dos dados e é substancial neste trabalho, pois esse componente desempenha um papel central e valioso no uso da robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno.

A placa Arduino Uno, conforme Martinazzo *et al.* (2014, p. 24), desempenha a execução de ações e atua como um gerenciador automatizado para dispositivos de aquisição de dados de sensores. Sua versatilidade oferece oportunidades para explorar uma variedade de projetos de robótica educacional, promovendo o desenvolvimento de habilidades em Matemática, pensamento computacional e áreas relacionadas.

Portanto, a integração da placa Arduino Uno com o *PictoBlox* possibilitou aos estudantes a projeção, montagem e programação de dispositivos reais, enriquecendo significativamente sua experiência de aprendizado. Trabalhar com esta placa de prototipagem não apenas capacitou os estudantes com habilidades práticas, como programação, resolução de problemas e pensamento lógico, mas também destacou a sua relevância na mobilização da aprendizagem interdisciplinar por meio do desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

A análise dos dados incluiu um total de dezesseis excertos relacionados a essa unidade de sentido, no entanto, destacaremos agora alguns mais relevantes:

“Fácil.” (EST 02, EST 09 e EST 12 – “Google sala de aula”)

“Não achei ruim, achei bem divertido e legal mexer com a placa é algo simples e você pega o jeito fácil.” (EST 06 – “Google sala de aula”)

“Achei fácil, deu para entender muito bem de como fazer com a explicação da professora.” (EST 04 – “Google sala de aula”)

“Nem tão fácil, mas nem tão difícil.” (EST 05, EST 08, EST 10 e EST 11 – “Google sala de aula”)

“(…) ela é bem intuitiva e fácil.” (EST 03 – “Google sala de aula”)

As percepções dos estudantes em relação à unidade de registro “Placa Arduino Uno” revelam uma tendência geral de que a placa de prototipagem é considerada fácil de usar. A palavra-chave “Fácil” é a mais frequente, refletindo uma percepção predominante de acessibilidade e compreensão. Além disso, a placa foi frequentemente descrita como “divertida” e “legal”, sugerindo que os estudantes encontram prazer em utilizá-la em seus projetos de robótica educacional.

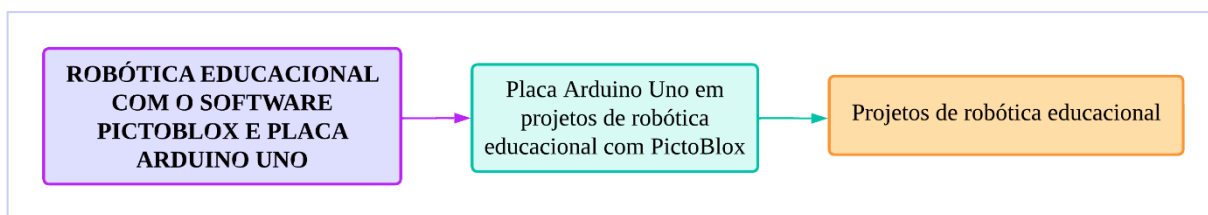
Algumas opiniões apontam para um equilíbrio entre facilidade e dificuldade, destacando que, embora possa não ser extremamente fácil, ainda é acessível. A orientação da professora é mencionada como um fator facilitador em um dos excertos.

Desse modo, essa análise sugere que a placa Arduino Uno é vista como uma ferramenta acessível e eficaz no contexto da robótica educacional com *PictoBlox*. A variedade de opiniões, indo de “fácil” a “nem tão fácil, mas nem tão difícil”, reflete a diversidade de experiências e as habilidades mobilizadas pelos estudantes na utilização dessa tecnologia em projetos de robótica educacional.

6.2.3.2 Unidade de sentido “Projetos de robótica educacional”

A segunda unidade de sentido da subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”, aborda os “Projetos de robótica educacional” e está representada na Figura 76.

Figura 76: Unidade de sentido “Projetos de robótica educacional” – Subcategoria “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A unidade de sentido “Projetos de robótica educacional” também emergiu dos dados, sendo um aspecto essencial neste trabalho. Ela engloba uma ampla gama de projetos que envolveu uma variedade de habilidades primordiais para o desenvolvimento dos estudantes. Tais habilidades compreendem, entre outras, competências em Matemática, pensamento computacional, programação, cultura digital, movimento *maker*, resolução de problemas, trabalho em equipe e criatividade.

Para Ribeiro, Coutinho e Costa (2011, p. 441) sobre a aprendizagem de projetos de robótica educacional “implica em motivação e envolvimento diferentes nas tarefas, abrangendo várias áreas curriculares e de conhecimento”. Essa sinergia possibilita a criação de projetos, protótipos e maquetes envolvendo diferentes componentes eletrônicos e mecânicos.

A análise desta unidade nos permite explorar como os estudantes enfrentaram desafios, compreenderam e utilizaram a Placa Arduino Uno em seus projetos, podendo identificar aspectos relacionados à usabilidade, compreensão conceitual e integração com o *PictoBlox*,

assim como, o impacto dessa inserção no desenvolvimento das habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

Um aspecto notável dos projetos de robótica educacional é que eles são intrinsecamente motivadores, proporcionando aos estudantes a oportunidade de criar algo novo e ver os resultados de seus esforços. Além disso, esses projetos proporcionam uma oportunidade única para os estudantes adquirirem habilidades e explorarem conceitos matemáticos de maneira prática e contextualizada.

No processo de categorização dos dados, foram incluídas vinte e sete recorrências para esta unidade de sentido. No entanto, a fim de evitar a extensão excessiva da escrita, apresentaremos aqui apenas alguns exemplos representativos desses excertos:

“Eu gostei mais do projeto da trena digital com componentes eletrônicos, esse projeto foi maravilhoso e fácil também amei poder usar o display LCD 16x2 com módulo I2C e o sensor ultrassônico, eu pude medir minha altura foi maravilhoso.” (EST 02 – “Questionário”)

“O projeto do estacionamento, pelo fato de nunca ter visto o sensor para projetos de maquetes e ter funcionado bem.” (EST 05 – “Questionário”)

“O projeto do pacman foi o que eu mais gostei devido ao cenário e a fase de testes, principalmente com as massinhas como teclados.” (EST 09 – “Questionário”)

“Gostei de todos os projetos desenvolvidos, mas em especial o projeto do jogo pacman e a batalha naval.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

“O projeto de matriz de led 8x8, porque abre portas para muitas invenções.” (EST 03 – “Questionário”)

“Do sensor de estacionamento. Fazer um carro estacionar na distância correta é bem legal.” (EST 01 – “Questionário”)

“O projeto que eu mais gostei de montar foi o estacionamento inteligente. Por que tivemos toda a liberdade de montar a maquete e a facilidade de montar o sistema.” (EST 04 – “Questionário”)

“O do semáforo, pois aprendi a mexer com luz de Led e com a placa Arduino uno, e o que eu aprendi nesse projeto ajudou a construir o próximo pois eu já sabia mexer com led.” (EST 12 – “Questionário”)

Os excertos revelam as preferências dos estudantes em relação aos diferentes projetos de robótica educacional que foram desenvolvidos. Cada estudante teve a oportunidade de

interagir e aprender com diversos projetos, e suas preferências refletem os aspectos que mais os cativaram e os desafios que mais os estimularam.

O estudante 02 expressou apreço pelo projeto da “Trena digital com componentes eletrônicos”, destacando a maravilhosa experiência de utilizar o *display* LCD 16x2 com módulo I2C e o sensor ultrassônico HC – SR04 para medir sua altura de forma inovadora. Por outro lado, o estudante 05 valorizou o projeto do “Estacionamento” automatizado, enfatizando a novidade do sensor para projetos de maquetes e a eficácia do projeto, ressaltando sua funcionalidade e o interesse despertado na criação.

Além do mais, o estudante 09 destacou o projeto do “*Pacman*” como sua preferência, evidenciando o cenário envolvente e a fase de testes, incluindo a interação criativa com massinhas como teclados na placa *Makey Makey*. Enquanto isso, o estudante 03 expressou apreciação pelo desafio técnico e pelas possibilidades criativas oferecidas pelos projetos com a “Matriz de LED 8x8”, percebendo-os como uma porta de oportunidades para inúmeras inovações.

Os estudantes 01 e 04 valorizaram a interatividade e aplicação prática do projeto do ‘Estacionamento automatizado utilizando modelo computacional’, onde eles destacaram a capacidade de fazer um carro estacionar na distância correta, a liberdade de montagem da maquete e a facilidade de implementação do sistema como pontos atrativos.

Por fim, o estudante 10 demonstra admiração por todos os projetos desenvolvidos destacando dois projetos principais, como o *pacman* e a batalha naval. Já o estudante 12 destacou o projeto do “Semáforo” e a aprendizagem significativa que ocorreu ao trabalhar com leds e a placa Arduino Uno, notando como essa aprendizagem foi aplicada e ampliada em projetos subsequentes.

As percepções dos estudantes destacam a importância dos projetos de robótica educacional em seu processo de aprendizado. Essas preferências apontam que os projetos mais atraentes foram aqueles que ofereciam uma combinação de inovação, interatividade, desafio técnico e liberdade criativa. Esses elementos, como criatividade, diversão, aprendizado prático e desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional, foram fundamentais para cativar o interesse dos estudantes e enriquecer sua experiência de aprendizado durante o experimento de ensino.

6.3 Categoria 2: Desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional por meio da robótica educacional

Esta segunda categoria de análise se justifica pela capacidade que a robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno tem para a mobilização de habilidades relacionadas à Matemática e ao pensamento computacional.

A Matemática é uma disciplina-chave no currículo educacional, mas muitos estudantes enfrentam dificuldades para sua compreensão e aplicação. A robótica educacional oferece um ambiente experimental e de aplicação da Matemática, permitindo que os estudantes mobilizem e apliquem conceitos matemáticos em situações concretas.

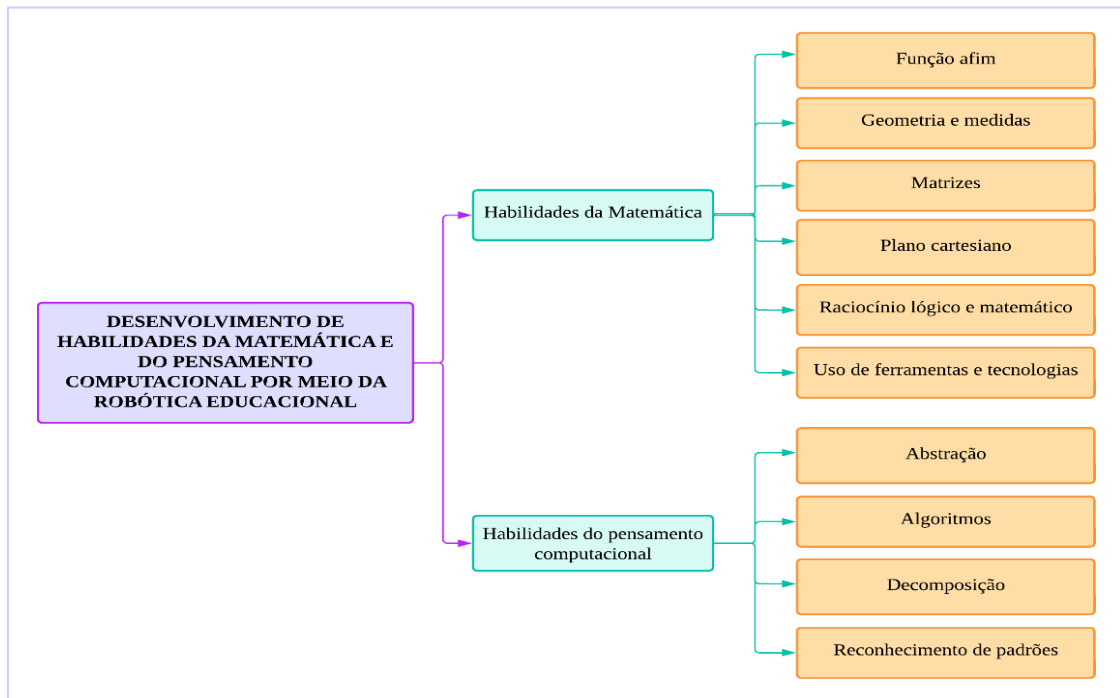
Através dos projetos de robótica com os estudantes, enquanto projetavam, programavam e solucionavam problemas em seus projetos, foi possível abordar diversos conceitos matemáticos ligados à geometria, álgebra, trigonometria e entre outros temas, bem como, trabalhar habilidades que estão direcionadas ao pensamento computacional.

O pensamento computacional envolve as habilidades de decompor problemas complexos em partes menores, de identificar padrões, de criar algoritmos eficientes e pensar de forma lógica e abstrata. Nas atividades com robótica, os estudantes precisaram conceitos do pensamento computacional na programação de seus projetos, no controle de movimentos/ações, na programação de sensores e atuadores para tomar decisões com base nas condições do ambiente.

Para Gesser (2022, p. 18), a mobilização de habilidades matemáticas na robótica educacional é acompanhada pelo estímulo de habilidades do pensamento computacional, pois, “é uma proposta de ensino que incentiva e desafia alunos e professores na aprendizagem, permitindo uma conexão entre as disciplinas curriculares, além de possibilitar a articulação entre teoria e prática”. Afirmando ainda, que essa abordagem estimula a criatividade, inovação, colaboração e motivação, oferecendo uma experiência diferente das tradicionais (p. 19).

Por conseguinte, a Figura 77 apresenta de maneira detalhada e por cores esta categoria (lilás) incluindo as suas subcategorias (verde) e unidades de sentido (laranja) correspondentes.

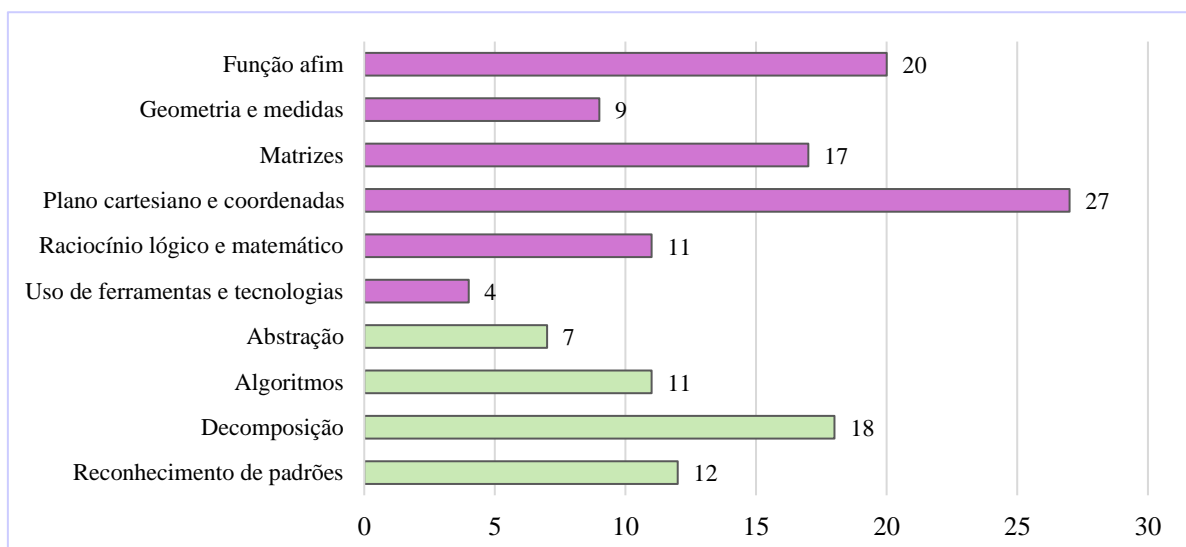
Figura 77: Categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”.



Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

Conforme mostramos na Figura 76, a categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional” é composta por duas subcategorias e dez unidades de sentido que foram constituídas durante o processo de fragmentação do *corpus* da pesquisa. No Gráfico 02, apresentamos a frequência de cada unidade de sentido das subcategorias “Habilidades da Matemática” em roxo e “Habilidades do pensamento computacional” em verde.

Gráfico 02: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A análise desses dados constata um cenário enriquecedor de aprendizado, no qual a robótica educacional desempenha um papel importante no desenvolvimento de habilidades matemáticas e do pensamento computacional entre os estudantes. Neste contexto, diversos aspectos se destacam, evidenciando a amplitude e a profundidade desse aprendizado proporcionado por uma abordagem interdisciplinar.

Um ponto relevante é a ênfase dada ao pilar da decomposição, mencionada em 18 (dezoito) segmentos codificados. Ao enfrentarem problemas complexos, os estudantes aprendem a dividir esses desafios em partes menores e mais gerenciáveis, desenvolvendo uma abordagem estruturada e sistemática para a resolução dos problemas, o que é essencial tanto na Matemática quanto na programação e pensamento computacional.

Outra unidade de sentido fundamental é o pilar de reconhecimento de padrões, identificado em 12 (doze) fragmentos. Através da construção e programação de projetos de robótica, os estudantes foram incentivados a identificar padrões nas atividades, montagens e conteúdos matemáticos em diferentes contextos, estimulando a capacidade de observação, análise crítica e a aplicação prática dos conceitos aprendidos.

O pilar dos algoritmos também desempenhou um papel significativo, no qual foi mencionado 11 (onze) vezes. Uma vez que, através da programação os estudantes tem a oportunidade de entender e aplicar algoritmos nos projetos desenvolvidos. O que fortalece a compreensão dos conceitos subjacentes e a habilidade de pensar de forma lógica e sequencial, características essenciais para o desenvolvimento do pensamento computacional.

A abstração, com 07 (sete) recorrências, é uma habilidade que floresce na robótica educacional. Os estudantes aprendem a identificar e generalizar padrões, processos e conceitos abstratos, aplicando-os em diferentes contextos e situações, o que amplia sua capacidade de pensamento crítico e criativo.

A unidade de sentido “Plano cartesiano e coordenadas” foi amplamente explorando durante o experimento de ensino, refletindo-se em 27 ocorrências significativas. Os estudantes exploram e aplicam conceitos de posicionamento e movimento em um plano bidimensional, promovendo uma compreensão aplicada de espaço, além de desenvolverem habilidades em representação e interpretação de dados.

Função afim e expressões algébricas com 20 (vinte) recorrências, matrizes com 17 (dezessete), geometria e medidas com 09 (nove) são outros conceitos matemáticos que os estudantes também mobilizaram durante a realização das atividades e projetos de robótica

educacional. O que permitiu a exploração e aplicação de fundamentos matemáticos e a capacidade de modelagem de problemas do mundo real.

O raciocínio lógico e matemático também foram mobilizados, e está representado em 11 (onze) fragmentos de texto. O que estimulava os estudantes a pensar de forma crítica e analítica, aplicando conceitos matemáticos na resolução de problemas práticos e desafiadores, o que contribuiu para o desenvolvimento de uma base sólida de conhecimento e habilidades em matemática e do pensamento computacional.

Por fim, o uso de ferramentas e tecnologias é mencionado em 04 (quatro) segmentos codificados. Evidenciando a importância da familiarização dos estudantes com recursos tecnológicos para a promoção da inovação e a criatividade, além da preparação para os desafios do século XXI em uma sociedade cada vez mais tecnológica.

Nas subseções seguintes, serão abordadas as subcategorias das respectivas unidades de sentido apresentadas anteriormente no Gráfico 02. Para exemplificar, os procedimentos utilizados no processo de articulação das produções com cada unidade de sentido das subcategorias, serão citados excertos de falas presentes nas atividades, questionário e na roda de conversa.

6.3.1 Subcategoria “Habilidades da Matemática”

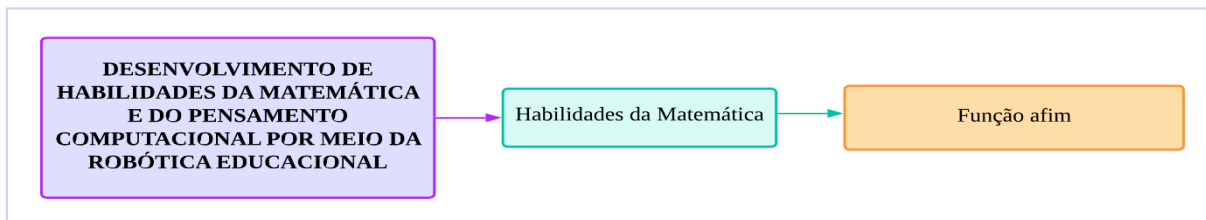
A subcategoria “Habilidades da Matemática” foi criada a partir dos objetivos delineados para a pesquisa. O *corpus* de análise se constituiu dos relatórios, excertos, imagens, códigos de programações, atividades e projetos de robótica educacional desenvolvidos pelos estudantes participantes da pesquisa, que demonstravam a mobilização de conceitos matemáticos. Os principais objetos do conhecimento matemático e habilidades que foram mobilizadas foram consideradas como unidades de sentido desta subcategoria, e são elas: “Função afim”; “Geometria e medidas”; “Matrizes”; “Plano cartesiano”; “Raciocínio lógico e matemático” e “Uso de ferramentas e tecnologias”.

6.3.1.1 Unidade de sentido “Função afim”

A primeira unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada de “Função afim”. Ela evidencia os achados que demonstram a mobilização de habilidades e conceitos matemáticos ligados a este objeto de conhecimento durante as atividades e projetos de robótica educacional propostos no experimento de ensino.

Na Figura 78 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 78: Unidade de sentido “Função afim” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.

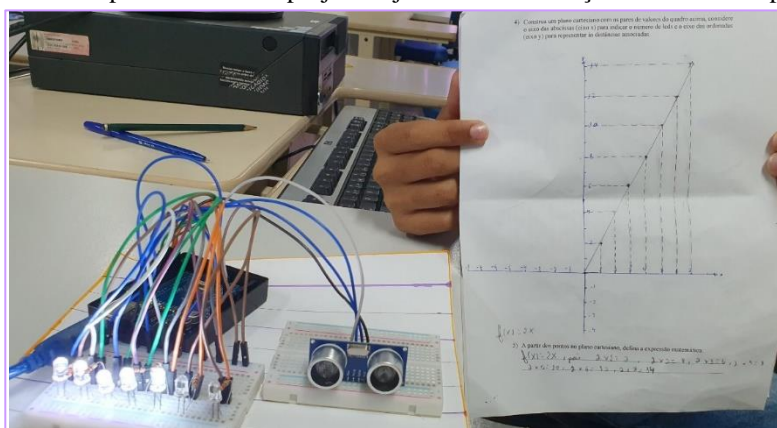


Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A unidade “Função afim” busca evidenciar a interação entre os conceitos matemáticos ligados ao conceito de função afim e as práticas educacionais relacionadas à robótica, destacando a importância da integração entre esses campos de conhecimento.

Na Figura 79 é mostrada a imagem da resolução de uma das atividades exploradas no projeto 09, apresentado na subseção 5.13. Nesta atividade cada dupla de estudantes deveria estabelecer uma relação matemática que fornecesse o número de leds que eram ligados em função da leitura da distância lida pelo sensor ultrassônico HC – Sr04.

Figura 79: Estudante apresentando seu projeto adjunto com as soluções encontradas para a atividade.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Por meio desse projeto de robótica educacional desenvolvido durante alguns encontros do experimento de ensino, é possível constatar a mobilização de algumas habilidades da Matemática. Relacionando essas habilidades mobilizadas com as que são estabelecidas da BNCC, destacamos a habilidade EF06MA23, que aborda a construção de “algoritmo para resolver situações passo a passo [...] na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.” (Brasil, 2018, p. 303).

A habilidade EF07MA13 também foi mobilizada, visto que os estudantes compreendem “a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas

grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita” (Brasil, 2018, p. 307). Bem como, a habilidade EF07MA15, visto que precisaram utilizar da “simbologia algébrica para expressar regularidades encontradas em sequências numéricas” (Brasil, 2018, p. 307).

A imagem na Figura 79 demonstra que os estudantes mobilizaram a habilidade EF08MA07, pois associaram “uma equação linear de 1º grau com duas incógnitas a uma reta no plano cartesiano” (Brasil, 2018, p. 313), e também a habilidade EF09MA06, visto que demonstraram compreender “as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica” (Brasil, 2018, p. 317).

Outra habilidade que foi mobilizada foi a EM13MAT401, uma vez que os estudantes conseguiram transcrever “representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano” (p. 534). Essa habilidade inclui a capacidade de distinguir casos nos quais o comportamento é proporcional, seja recorrendo a *softwares* ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica (Brasil, 2018, p. 534).

A habilidade EM13MAT501 também foi observada durante as atividades e/ou projetos quando os estudantes passaram a investigar as “relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização” (Brasil, 2018, p. 534), como fica evidente nos excertos abaixo.

Essa unidade de sentido teve vinte recorrências nos dados analisados. A seguir, serão apresentadas algumas delas:

“ $F(x) = 2x$. A expressão matemática é uma função afim, conta de 1º grau.” (EST 09 e EST 06 – “Atividade impressa”)

“A expressão é uma $F(x) = 2x$, porque $f(1) = 2.1 = 2$, $f(2) = 2.2 = 4$, $f(3) = 2.3 = 6$, $f(4) = 2.4 = 8$, $f(5) = 2.5 = 10$, $f(6) = 2.6 = 12$, $f(7) = 2.7 = 14$ por causa disso, é uma função afim.” (EST 02 e EST 12 – “Atividade impressa”)

“A partir da posição do ponto no plano cartesiano, podemos deduzir que a função seja $F(x) = 2x$.” (EST 07 e EST 04 – “Atividade impressa”)

Esses excertos demonstram uma compreensão dos conceitos da função afim por parte dos estudantes. No primeiro excerto, os estudantes reconhecem a expressão matemática $f(x) = 2x$ como uma função do tipo afim, associando a expressão polinômio do primeiro grau em x .

No segundo excerto, os estudantes confirmam que a relação dos valores que usaram para construir o gráfico é da forma $f(x) = 2x$, mostrando que os valores das imagens de $y = f(x)$ são diretamente proporcionais aos valores de x .

No terceiro excerto, os estudantes inferem sobre o tipo de função afim a partir da posição relativa dos pontos no plano cartesiano, evidenciando que compreendem a relação entre o gráfico da função afim e sua relação algébrica.

Sobretudo, os excertos revelam uma forte integração entre a robótica educacional e a aprendizagem de conceitos matemáticos. Os estudantes além de adquirirem conhecimento teórico, também tiveram a oportunidade de aplicá-los na prática, obtendo uma melhor compreensão sobre os mesmos.

A partir destes excertos também podemos destacar a mobilização da habilidade EM13MAT302, que se refere a construção de “modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º grau, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais” (Brasil, 2018, p. 536). Assim como a habilidade EM13MAT314, que considera a capacidade de resolver “problemas que envolvem grandezas determinadas pela razão ou pelo produto de outras” (Brasil, 2018, p. 537), e a habilidade EM13MAT510, que considera a capacidade de investigação de “conjuntos de dados relativos ao comportamento de duas variáveis numéricas, usando ou não tecnologias da informação, e, quando apropriado, levar em conta a variação e utilizar uma reta para descrever a relação observada” (Brasil, 2018, p. 543).

Ao investigar essas relações e representá-las graficamente, os estudantes desenvolvem habilidades essenciais de análise de dados, reconhecimento de padrões e generalização, que são fundamentais na Matemática, no pensamento computacional e para a resolução de problemas do mundo real.

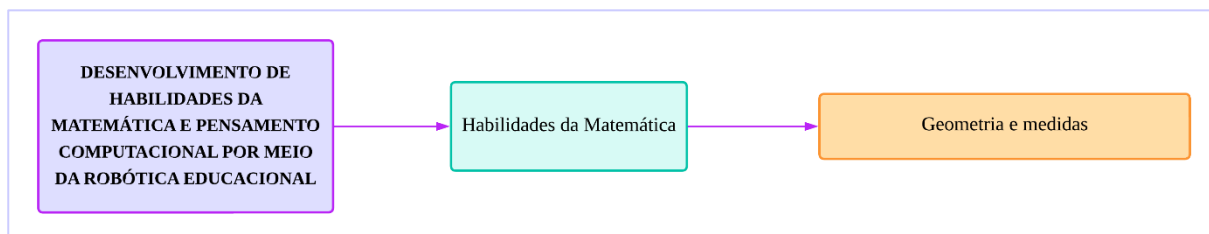
Dessa forma, as atividades desenvolvidas demonstram as possibilidades da robótica educacional com *PictoBlox* e placa Arduino Uno para a mobilização e desenvolvimento de habilidades da Matemática.

6.3.1.2 Unidade de sentido “Geometria e medidas”

A segunda unidade de sentido da subcategoria de análise foi denominada de “Geometria e medidas”. Nela são destacados os resultados que demonstram a aplicação de habilidades e conceitos matemáticos relacionados a manipulação de medidas em contextos geométricos deste tema, durante as atividades e projetos de robótica educacional propostos no experimento de ensino.

Na Figura 80 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 80: Unidade de sentido “Geometria e medidas” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.



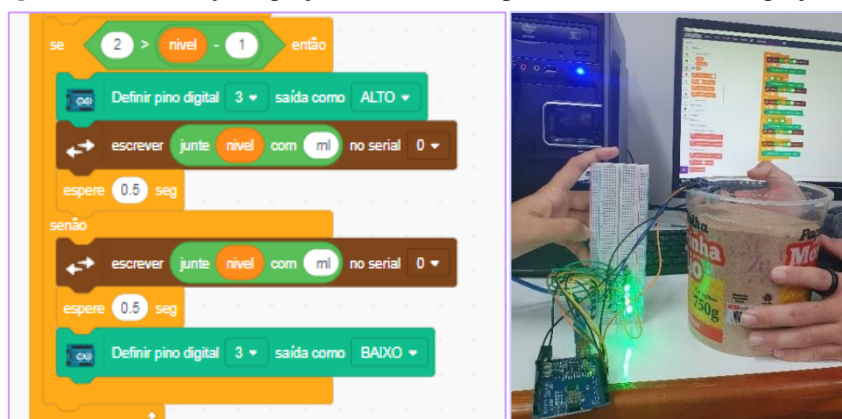
Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

A geometria e o estudo das medidas são importantes para o desenvolvimento de habilidades matemáticas dos estudantes, capacitando-os a analisar formas, padrões e relações espaciais com precisão. A compreensão das medidas é importante em diversas áreas, desde o cálculo de áreas e volumes até a resolução de problemas práticos do cotidiano.

Ao explorar esses conceitos, os estudantes são preparados para enfrentar desafios matemáticos e aplicar seus conhecimentos em uma variedade de situações. Assim, desenvolvem habilidades desse objeto do conhecimento e alinha o ensino à competência estabelecida pela BNCC, garantindo uma formação mais integrada.

No projeto final 04, desenvolvido por uma dupla de estudantes nomeado como “Medidor de nível” (subseção 5.17.3), podemos observar, na programação e no protótipo criado (Figura 81) a mobilização dessas habilidades.

Figura 81: Codificação e projeto desenvolvido pelos estudantes em seu projeto final.



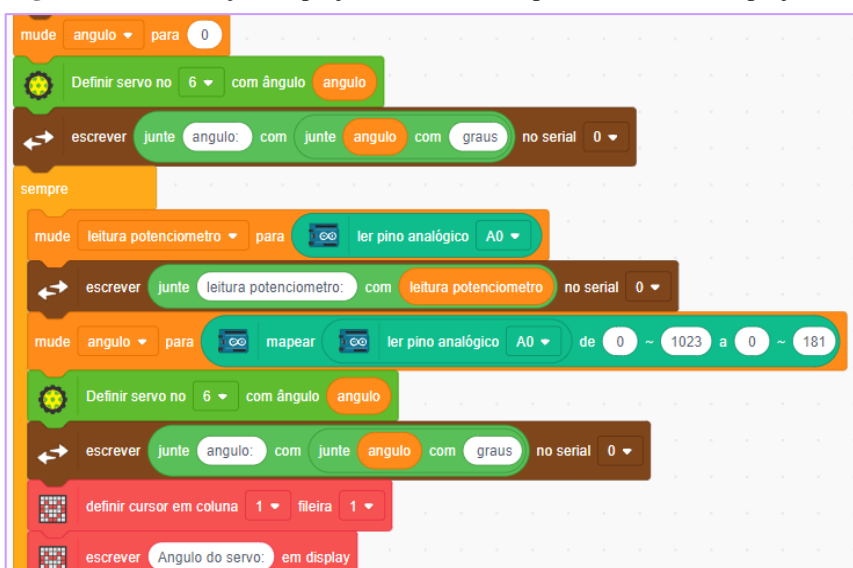
Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Observamos a mobilização da habilidade EM13MAT201 que trata sobre “propor ou participar de ações [...] envolvendo medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa” (Brasil, 2018, p. 545), também a habilidade EM13MAT307 de “empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície [...] e

deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações [...] com ou sem apoio de tecnologias digitais” (Brasil, 2018, p. 536).

No projeto 11 (subseção 5.15), que se abordava o cálculo e demonstração de ângulos, foi mobilizada a habilidade EF09MA11, de “resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de *softwares* de geometria dinâmica.” (Brasil, 2018, p. 317). Na Figura 82 é mostrado parte do código do referido projeto, em que a leitura do potenciômetro é convertida em ângulo, dado em graus, que produz uma rotação de mesma medida no eixo de um servo motor.

Figura 82: Codificação do projeto desenvolvido pelos estudantes no projeto 11.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Essa e outras imagens de codificações dos projetos explorados nos permite uma visão do desenvolvimento lógico e estruturado do pensamento dos estudantes, durante a resolução de problemas em cada projeto. A criação de variáveis, a identificação de dados de entrada e saída, a realização de cálculos e a manipulação adequada de todos eles, com o objetivo de resolver cada problema, demonstram o potencial pedagógico dessa robótica para o desenvolvimento da Matemática e do pensamento computacional.

Ainda sobre as habilidades relacionadas aos temas Geometria e medidas, podemos destacar a EF08MA15, que se refere a construção, “utilizando instrumentos de desenho ou *softwares* de geometria dinâmica, de mediatriz, bissetriz, ângulos de 90°, 60°, 45° e 30° e polígonos regulares” (Brasil, 2018, p. 315). E, a habilidade EF09MA11, de resolução de “problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de *softwares* de geometria dinâmica” (Brasil, 2018, p. 317).

Outro aspecto a ser considerado é que, à medida que exploramos os dados do *corpus* da pesquisa, foi possível encontrar várias evidências que comprovassem quanto os estudantes se envolveram ativamente nas atividades de desenvolvimento dos projetos, em concordância com o que foi observado durante o experimento de ensino. Durante essas atividades e projetos eram instigados a mobilizarem várias habilidades da Matemática.

Com base nas respostas fornecidas pelos estudantes durante a realização das atividades, foram identificados nove trechos que se associam a esta unidade de sentido, abordando temas relacionados à Geometria e/ou Medidas. Abaixo são apresentados três desses trechos, nos quais os estudantes respondem a um questionamento sobre os conceitos matemáticos que conseguiram aprender durante as atividades de robótica:

“Sim muitos conceitos, consegui lembrar vários conteúdos como ângulos, função afim e bastante cálculo matemático.” (EST 06 – “Questionário”)

“Sim. Como por exemplo as coordenadas para a matriz de led, os ângulos para o projeto de ângulos.” (EST 04 – “Questionário”)

“Sim, graus e gráficos foram os conceitos em que eu mais consegui me aprofundar.” (EST 09 – “Questionário”)

Esses excertos revelam uma variedade de conceitos matemáticos que os estudantes dizem ter conseguido aprender, lembrar e/ou aprofundar durante o experimento de ensino. No primeiro excerto, o estudante 06 menciona a oportunidade de lembrar conceitos como ângulos, função afim e cálculo matemático, indicando uma recuperação de conhecimentos prévios durante o processo de criação de projetos de robótica educacional.

No segundo excerto, o estudante 04 destaca a aplicação prática de coordenadas para uma matriz de led e ângulos para um projeto específico (cálculo e demonstração de ângulos como protótipo de robótica educacional), mostrando como os conceitos matemáticos foram utilizados em atividades concretas com a robótica usando o *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

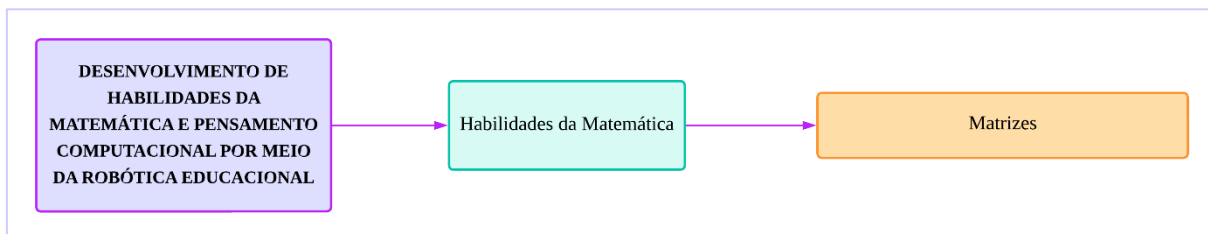
Já no terceiro excerto, o estudante 09 menciona que conseguiu se aprofundar em conceitos como graus e gráficos, sugerindo um desenvolvimento pessoal em relação a esses tópicos específicos durante o experimento.

Quando relacionamos as atividades de robótica educacional produzidas com o conjunto de habilidades da BNCC, podemos constatar como o experimento de ensino contribuiu na preparação dos estudantes para enfrentar desafios matemáticos e aplicar seus conhecimentos em situações do mundo real.

6.3.1.3 Unidade de sentido “Matrizes”

A terceira unidade de sentido associada a esta subcategoria, foi denominada “Matrizes”, cujo vínculo com a categoria e subcategoria é apresentado visualmente na Figura 83.

Figura 83: Unidade de sentido “Matrizes” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

O conceito de matrizes é importante para a área da Matemática e da computação, e por conseguinte, para a programação e robótica. A compreensão de matrizes é essencial para organização dos dados e a resolução de problemas complexos.

A unidade de sentido em Matrizes emerge a partir dos dados produzidos durante as atividades e projetos realizados com os estudantes, em especial no projeto 04 (subseção 5.9), projeto 05 (subseção 5.9), projeto 06 (subseção 5.10), projeto 07 (subseção 5.11) e o projeto final 03 (subseção 5.17). O principal conceito matemático mobilizado nesses projetos foi o de matrizes, mas também podemos incluir coordenadas cartesianas, raciocínio lógico e matemático e o pensamento computacional.

Na Figura 84, são apresentados dois recortes das codificações elaboradas pelos estudantes na resolução e programação desses projetos.

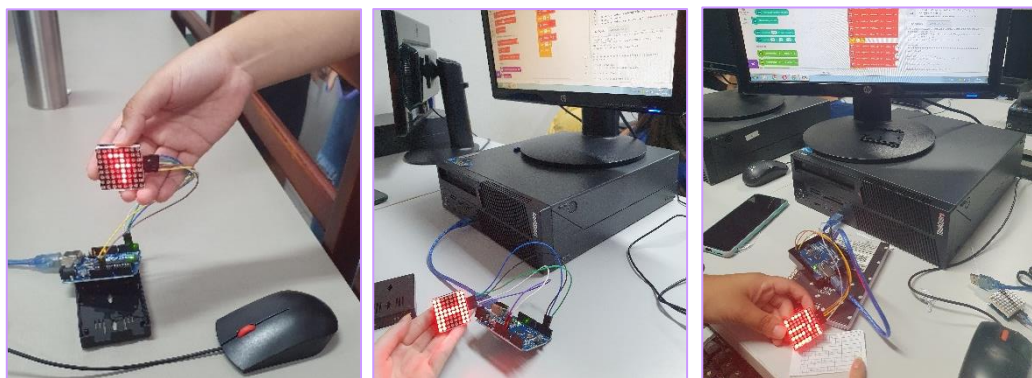
Figura 84: Algumas codificações extraídas dos projetos dos estudantes que mobilizam o conceito de matriz.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Na Figura 85, são apresentadas três imagens do sistema eletrônico dos projetos 05, 06 e 07 respectivamente, que foram desenvolvidos com os estudantes, que utilizou o *PictoBlox*, a placa Arduino Uno R3 e módulo de matriz de led 8x8 – max 7219. Este último componente eletrônico possui um conjunto de leds distribuídos formando uma matriz 8x8, ou seja, com oito linhas e oito colunas. Para ligar ou desligar cada um desses leds, é preciso indicar o índice da linha e da coluna que estão localizados, do mesmo modo que na Matemática indicamos cada elemento de uma matriz.

Figura 85: Imagens dos participantes utilizando o módulo de matriz de led 8x8 em projetos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Essas atividades e/ou projetos de robótica educacional favoreceram na discussão sobre o conceito e utilização de matrizes. Por meio da programação no *PictoBlox*, os estudantes conseguiram testar e assimilar que cada elemento de uma matriz tem uma coordenada/endereço indicado por dois índices, o número da linha e da coluna. Além disso, a atividade promoveu a construção de figuras (ver Figura 85) na matriz led 8x8, mobilizando conceitos sobre escala, translação e simetria, que estão alinhados à habilidade EF08MA18, que trata sobre o reconhecimento e a construção de “figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica” (Brasil, 2018, p. 314).

Complementarmente, a atividade contribuiu para o desenvolvimento da habilidade EM13MAT203, que trata sobre a capacidade de aplicação de “conceitos matemáticos no planejamento, na execução e na análise de ações envolvendo a utilização de aplicativos e a criação de planilhas [...], para tomar decisões” (Brasil, 2018, p. 543). Na atividade em questão, ao invés de planilha foi utilizada a matriz led 8x8.

Também acreditamos que a atividade favoreceu o desenvolvimento de habilidades ligadas à Competência Específica 4, elencada na BNCC, que versa sobre a compreensão e utilização “com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos

(algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução [...] de resultados de problemas” (Brasil, 2018, p. 538).

A habilidade EF07MA34, também foi mobilizada, que planeja e realiza “experimentos aleatórios ou simulações que envolvem cálculo de probabilidades ou estimativas por meio de frequência de ocorrências” (Brasil, 2018, p. 311).

Outra habilidade que pode ser destacada para esse contexto, é a habilidade EF09MA22, que engloba a escolha e construção do “gráfico mais adequado (colunas, setores, linhas), com ou sem uso de planilhas eletrônicas, para apresentar um determinado conjunto de dados” (Brasil, 2018, p. 319).

Nos documentos do *corpus* da pesquisa, que incluem comentários e respostas dos estudantes durante as atividades, foram identificadas dezessete recorrências atribuídas a unidade de sentido “Matrizes”. A seguir, serão apresentadas três delas que reforçam nossas observações sobre a mobilização de conceitos e habilidades relacionadas ao uso de matrizes. É importante ressaltar que as perguntas abordavam o que mais gostaram no encontro e quais habilidades os estudantes consideraram ter mobilizado durante as atividades e projetos de robótica educacional:

“A utilização da matemática com matriz na atividade.” (EST 03 – “Google sala de aula”)

“Os cálculos como função afim, os ângulos e matrizes.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

“Matemática sobre matriz!” (EST 01 – “Google sala de aula”)

Os excertos acima foram extraídos das respostas dos estudantes a uma pergunta sobre o que mais gostaram nos encontros e quais conceitos matemáticos consideraram ter mobilizado durante os projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno. Como é possível notar, a mobilização de habilidades envolvendo matrizes foi destacada por eles, indicando que a atividade foi significativa e que a correspondência entre a linguagem de programação dos componentes e a linguagem matemática sobre matrizes foi perceptível.

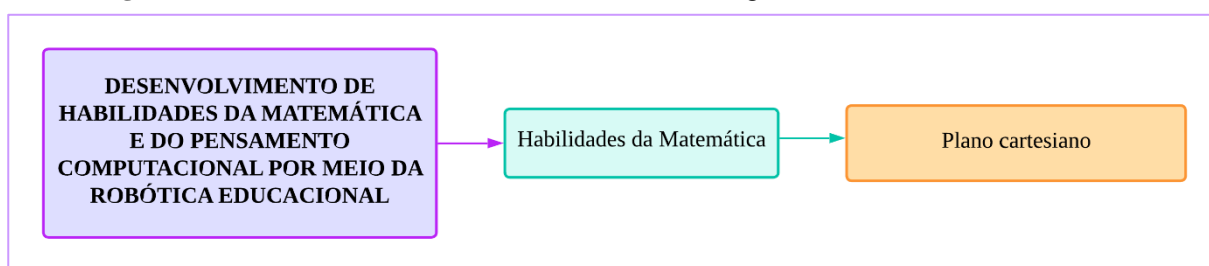
Como a habilidade EM13MAT102, que aborda sobre a análise de “tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação” (Brasil, 2018, p. 533). Ademais, a habilidade EM13MAT105, pode ser considerada também pelo fato de “utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para construir figuras e analisar elementos da natureza e diferentes produções humanas” (Brasil, 2018, p. 545).

6.3.1.4 Unidade de sentido “Plano cartesiano”

Esta unidade de sentido da subcategoria de análise foi denominada de “Plano cartesiano”. Ela está associada aos conceitos matemáticos abordados na realização das seguintes atividades e projetos de robótica educacional: atividade 03 (subseção 5.2); atividade 05 e 06 (subseção 5.4); projeto 04 e 05 (subseção 5.9); projeto 06 (subseção 5.10); projeto 07 (subseção 5.11); projeto final 03 (subseção 5.17) e projeto final 05 (subseção 5.17).

Na Figura 86 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 86: Unidade de sentido “Plano cartesiano” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.

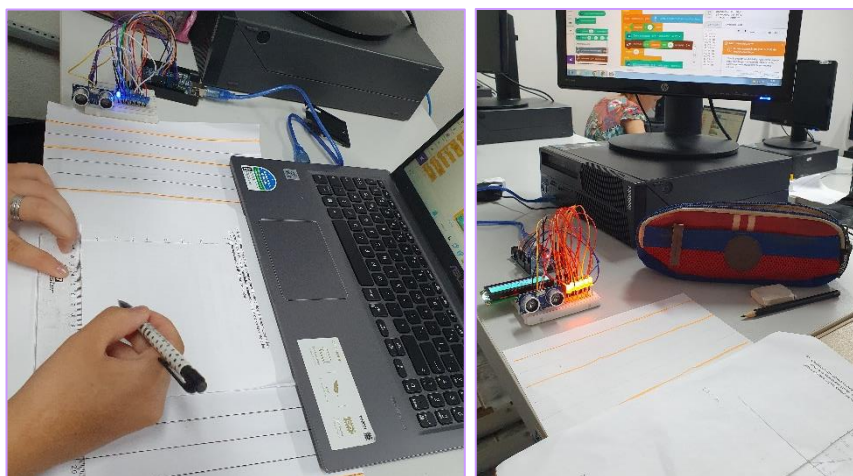


Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Ao examinar os dados coletados, observamos que os estudantes demonstraram interação e compreensão sobre plano cartesiano e coordenadas cartesianas, aplicando-os em diversas situações, como na resolução de problemas matemáticos, na criação de gráficos para representar dados e na concepção de alguns projetos de robótica educacional.

Na Figura 87 são apresentadas duas imagens nas quais os estudantes estão marcando pontos, num plano cartesiano, contendo os dados obtidos por meio do dispositivo eletrônico por eles construídos usando o *PictoBlox*, placa Arduino Uno e sensor de distância.

Figura 87: Estudantes desenvolvendo seus projetos de robótica educacional.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Dessa forma, consideramos que a atividade promoveu a mobilização da habilidade EM13MAT406, que versa sobre “construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de *softwares* que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra” (Brasil, 2018, p. 539). Assim como, a habilidade EM13MAT501, que trata da capacidade de investigação de “relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização” (Brasil, 2018, p. 541).

Sob certos aspectos da atividade, consideramos também a mobilização da habilidade EF06MA22, que trata da capacidade de “utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou *softwares* para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros (Brasil, 2018, p. 303).

Durante a análise dos dados, identificamos vinte e sete ocorrências relacionadas a essa unidade de sentido. A seguir, apresentaremos três delas que consiste nas respostas dos estudantes as questões sobre quais conteúdo da Matemática eles tinham identificado e/ou mobilizado para o desenvolvimento dos projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno:

“O do plano cartesiano, para saber as coordenadas exatas e suas posições corretas.” (EST 01 – “Google sala de aula”)

“Quando tivemos que mexer com quadrantes e para fazer a programação para fazer média de nota escolar.” (EST 05 – “Questionário”)

“Plano cartesiano aprendi no 9º ano, mas sempre tive dificuldades em entender o conceito, então nas aulas de robótica tive que melhorar nisso.” (EST 08 – “Roda de conversa”)

O primeiro excerto menciona a importância do plano cartesiano para determinar as coordenadas exatas e suas posições corretas, evidenciando a compreensão da utilidade desse conceito. O segundo destaca a aplicação prática do plano cartesiano ao lidar com quadrantes e programação para calcular médias de notas escolares no objeto digital. Já o terceiro excerto há um relato de superação de algumas dificuldades na compreensão do plano cartesiano, destacando o impacto positivo das atividades de robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades da Matemática.

Esses excertos destacam a relevância do plano cartesiano e das coordenadas na resolução de problemas práticos propostos pelos projetos de robótica educacional e no desenvolvimento de habilidades matemáticas presentes na BNCC.

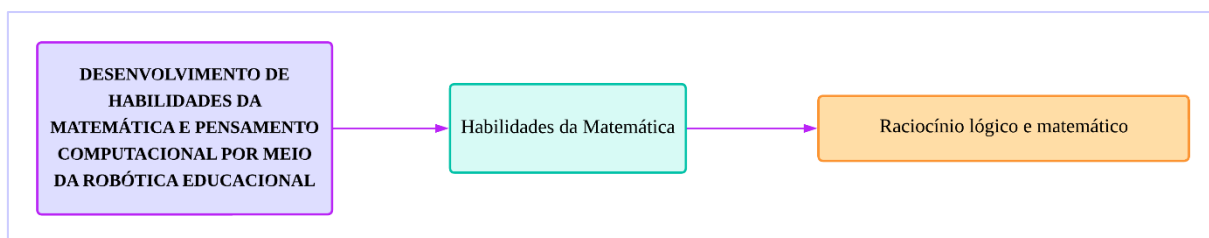
Ademais, a habilidade EF09MA16 também foi mobilizada, considerando que a mesma aborda a determinação do “ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular” (Brasil, 2018, p. 319).

6.3.1.5 Unidade de sentido “Raciocínio lógico e matemático”

A quinta unidade de sentido da subcategoria de análise “Habilidades da Matemática” foi chamada de “Raciocínio lógico e matemático”. Ela revelou a interação entre o pensamento lógico e a aplicação de conceitos matemáticos no contexto do experimento de ensino em robótica educacional.

Na Figura 88 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 88: Unidade de sentido “Raciocínio lógico e matemático” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.

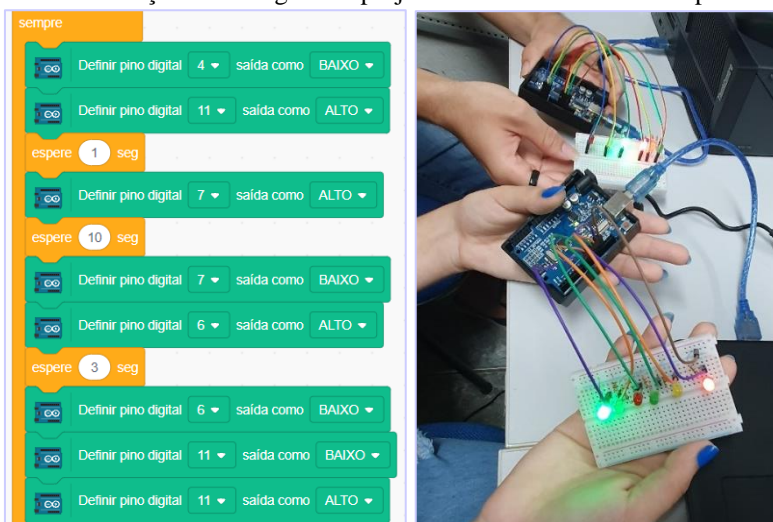


Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

Esta unidade de sentido evidencia como os estudantes mobilizaram habilidades da Matemática para o desenvolvimento de um raciocínio lógico e matemático na concepção e execução de projetos de robótica com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

Na Figura 89, mostramos o projeto simulando o funcionamento de dois semáforos de um cruzamento de duas vias e parte da codificação do projeto no *PictoBlox*. Nesta última podemos observar como os estudantes usaram um raciocínio lógico para garantir, via programação dos leds, a sincronização correta e cíclica dos sinais luminosos (leds).

Figura 89: Codificação e montagem do projeto de semáforo realizados pelos estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Este projeto de robótica com o *PictoBlox*, placa Arduino Uno e leds ilustra a forma como os estudantes empregaram o raciocínio lógico e o pensamento computacional no desenvolvimento de seus projetos, indo de encontro à habilidade da BNCC sobre “utilizar, propor e/ou implementar soluções [...] envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana” (Brasil, 2018, p. 475).

De modo geral, a programação implementada em todos os projetos, com o objetivo de garantir que o sistema/robô cumpra com a função para a qual foi planejado, exige a criação de algoritmos com instruções corretas, que por sua vez, requer um pensamento/raciocínio lógico e, em certos momentos, também matemático, como por exemplo no projeto 09 (subseção 5.13), projeto 10 (subseção 5.14) e projeto 11 (subseção 5.15).

Identificamos onze ocorrências dessa unidade de sentido na análise dos dados da pesquisa. A seguir, são apresentadas três delas extraídas das respostas apresentadas pelos estudantes quando questionados sobre as habilidades que consideraram ter desenvolvido durante as atividades com robótica:

“Pensamento mais rápido, raciocínio melhor, tentar desenvolver soluções para todos os problemas.” (EST 01 – “Roda de conversa”)

“Durante o curso, conseguimos desenvolver e aprimorar o raciocínio lógico e conhecimentos matemáticos.” (EST 09 – “Roda de conversa”)

“Eu desenvolvi/melhorei a lógica e raciocínio usando cálculos matemáticos.” (EST 04 – “Roda de conversa”)

Esses excertos evidenciam a percepção dos estudantes sobre a mobilização e/ou desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático dos estudantes durante as atividades e projetos de robótica com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

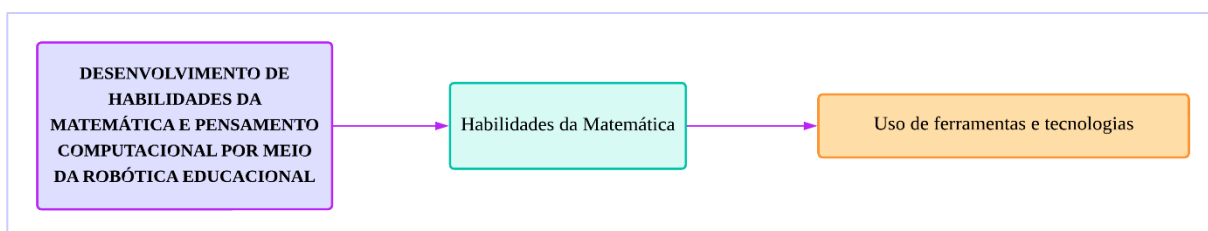
O estudante 01 afirma que sobre o desenvolveu um “pensamento mais rápido”, indicando que consegue pensar na resolução de problemas de forma mais lógica e rápida. Isso também pode indicar o desenvolvimento do pensamento computacional. O estudante 09 acrescenta também o desenvolvimento das habilidades relacionadas à área da Matemática. Já o estudante 04 destaca uma associação do desenvolvimento do pensamento lógico com o desenvolvimento de habilidades da Matemática, sugerindo que o processo de resolver problemas matemáticos favoreceu no desenvolvimento de um raciocínio mais lógico.

Para a BNCC, tanto o raciocínio lógico quanto o matemático, são fundamentais para o desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os para enfrentar desafios matemáticos e aplicar seus conhecimentos em diferentes contextos (Brasil, 2018, p. 531). Na Competência Específica 02 (para a Matemática), o documento deixa claro que é necessário “desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo” (Brasil, 2018, p. 267). Os excertos acima e os vários indícios encontrados e apresentados ao longo desta seção, apontam que a robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino pode contribuir para o desenvolvimento dessa competência.

6.3.1.6 Unidade de sentido “Uso de ferramentas e tecnologias”

A sexta unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada “Uso de ferramentas e tecnologias”. Ela evidencia o uso de ferramentas e tecnologias no contexto da robótica educacional, para a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos nos projetos de robótica desenvolvidos. Na Figura 90 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 90: Unidade de sentido “Uso de ferramentas e tecnologias” – Subcategoria “Habilidades da Matemática”.



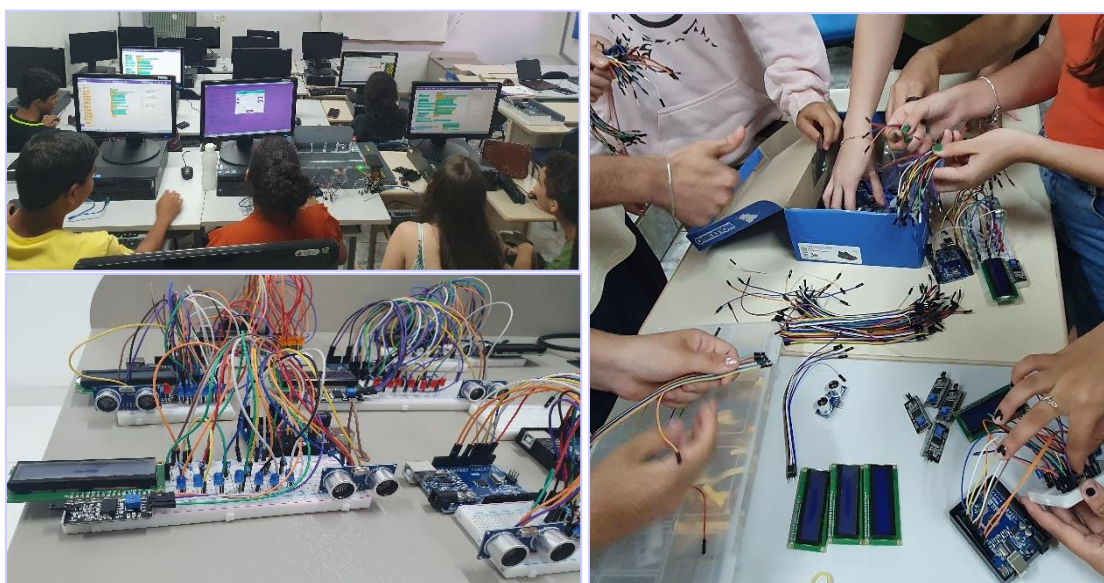
Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

Destacamos com essa unidade, a importância da utilização de componentes, dispositivos, *softwares*, ferramentas e outros recursos tecnológicos para mobilizar diversas habilidades, especialmente da Matemática e do pensamento computacional, além de promover uma aprendizagem mais significativa para os estudantes.

Os dados evidenciaram que tais recursos, além de facilitar a mobilização de conteúdos matemáticos, também estimularam o desenvolvimento de competências tecnológicas, ao compreender e aplicar esses conhecimentos em diferentes projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno.

Na Figura 91 podemos visualizar algumas ferramentas, recursos tecnológicos, componentes eletrônicos e/ou mecânicos, placas de prototipagem e *softwares* utilizados durante os encontros do experimento de ensino. As imagens também mostram estudantes engajados nas atividades de manuseio e aplicação desses recursos.

Figura 91: Algumas ferramentas e tecnologias utilizadas pelos estudantes nos encontros.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Com essa Figura, podemos observar os estudantes envolvidos no manuseio e na aplicação desses recursos, destacando a importância da sua participação direta na utilização das ferramentas tecnológicas para aprimorar sua compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos adjuntos ao pensamento computacional.

A experimentação é uma abordagem que favorece a aprendizagem dos estudantes e também está em consonância com as diretrizes da BNCC, que destaca “[...] a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional” (p. 528), e enfatiza a

necessidade dos estudantes dominarem habilidades tecnológicas para desenvolver sua capacidade na resolução de problemas contextualizados na Matemática (Brasil, 2018, p. 528).

Outro aspecto a ser destacado na proposta do uso da robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades da Matemática, em estreita relação com habilidades elencadas na BNCC, é a capacidade de “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, [...] torna-se fundamental para [...] produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria” (Brasil, 2018, p. 09).

As três ocorrências que seguem destacam a percepção dos estudantes com relação ao uso de ferramentas e tecnologias nos processos de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades da Matemática:

“Sim. Como a trena digital, envolvendo software para fazer medidas.”
(EST 05 – “Questionário”)

“Desenvolvi lógica com o uso de programas que facilitaram o entendimento.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

“O uso de programas para facilitar cálculos matemáticos.” (EST 03 – “Roda de conversa”)

Esses excertos foram extraídos das respostas dadas pelos estudantes quando foi perguntado sobre quais atividades e/ou projetos de robótica educacional do experimento de ensino eles consideravam serem possíveis de replicar em sala de aula. Como podemos observar nos trechos, foi enfatizado o uso de ferramentas e tecnologias digitais para contribuição do aprendizado da Matemática.

No primeiro excerto, o estudante 05 menciona o uso da trena digital e do *software* para programar e calcular medidas. Esse relato evidencia a aplicação direta de ferramentas tecnológicas, como o computador, o *PictoBlox* e os componentes eletrônicos, empregados nos projetos de robótica. Essas tecnologias foram utilizadas com a finalidade de integração da robótica educacional na mobilização de habilidades da Matemática e do pensamento computacional.

O segundo excerto, do estudante 10, destaca o desenvolvimento da lógica por meio do uso de programas, indicando uma compreensão aprofundada dos conceitos matemáticos facilitados pelo uso de tecnologias digitais. Já no terceiro excerto, do estudante 03, reconheceu-se a utilidade dos programas para facilitar cálculos matemáticos, embora haja menos detalhes sobre sua aplicação específica.

Esses relatos ressaltam a importância das tecnologias no contexto da robótica educacional para fortalecer o aprendizado e o raciocínio lógico dos estudantes. Conforme mencionado na BNCC, “os estudantes passam a dominar um conjunto de ferramentas que potencializa de forma significativa sua capacidade de resolver problemas, comunicar e argumentar; enfim, ampliam sua capacidade de pensar matematicamente.” (Brasil, 2018, p. 538).

Ao término das discussões dessa e das demais unidades de sentido da subcategoria de análise “Habilidades da Matemática”, constatamos que o uso da robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, pode possibilitar diversas contribuições para os processos de ensino da Matemática.

Os relatos dos estudantes, juntamente com as evidências apresentadas neste trabalho e as conexões com a BNCC, destacam a viabilidade e importância da robótica educacional nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional. Essas unidades de sentido demonstraram que a robótica educacional proporciona um ambiente enriquecedor para o desenvolvimento de habilidades matemáticas, pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e pensamento computacional.

6.3.2 Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”

A subcategoria “Habilidades do pensamento computacional” também foi definida com base nos objetivos da pesquisa. Buscamos entender como as atividades e/ou projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno promovem a mobilização e/ou desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional.

Segundo Jesus; Silveira; De Lima Palanch (2019, p. 70), o pensamento computacional é uma habilidade poderosa que pode abrir portas para estudantes compreenderem, estrategizarem e resolverem desafios de diversas áreas do conhecimento, incluindo matemática, ciências e linguagens. Assim, analisamos os dados do experimento de ensino para identificar como os projetos de robótica com *PictoBlox* e placa Arduino Uno ajudam a mobilizar os quatro pilares do pensamento computacional (Liukas, 2015; BBC *Learning*, 2015).

Cada um dos quatros pilares ou habilidades fundamentais do pensamento computacional (Abstração, Algoritmos, Decomposição e Reconhecimento de padrões) foram definidos como unidades de sentido desta subcategoria. Autores como Liukas (2015), BBC *Learning* (2015) e Brackmann (2017) destacam que esses pilares representam uma estrutura que capacita os indivíduos a abordarem problemas complexos de forma eficaz, dividindo-os em partes menores

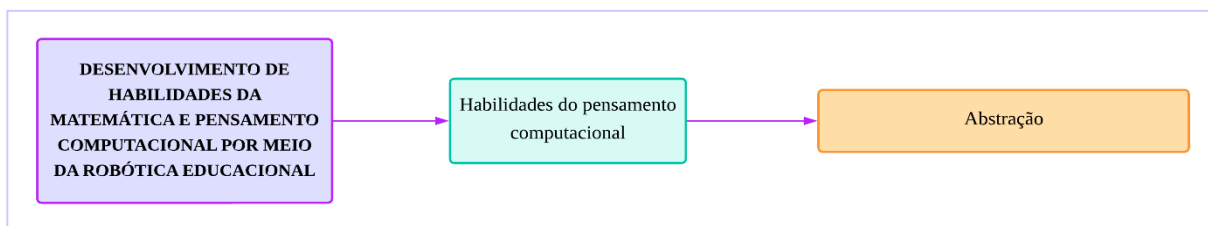
(decomposição), identificando regularidades (reconhecimento de padrões), simplificando conceitos complexos (abstração) e formulando soluções passo a passo (algoritmos).

6.3.2.1 Unidade de sentido “Abstração”

A primeira unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada de “Abstração”. Segundo Liukas (2015) e *BBC Learning* (2015), a abstração refere-se à capacidade de identificar e focar nos aspectos essenciais de um problema, ignorando detalhes irrelevantes. No contexto da robótica educacional, a abstração envolve a capacidade dos estudantes de representar conceitos complexos de forma simplificada e compreensível, para humanos ou para computadores.

Na Figura 92 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 92: Unidade de sentido “Abstração” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.



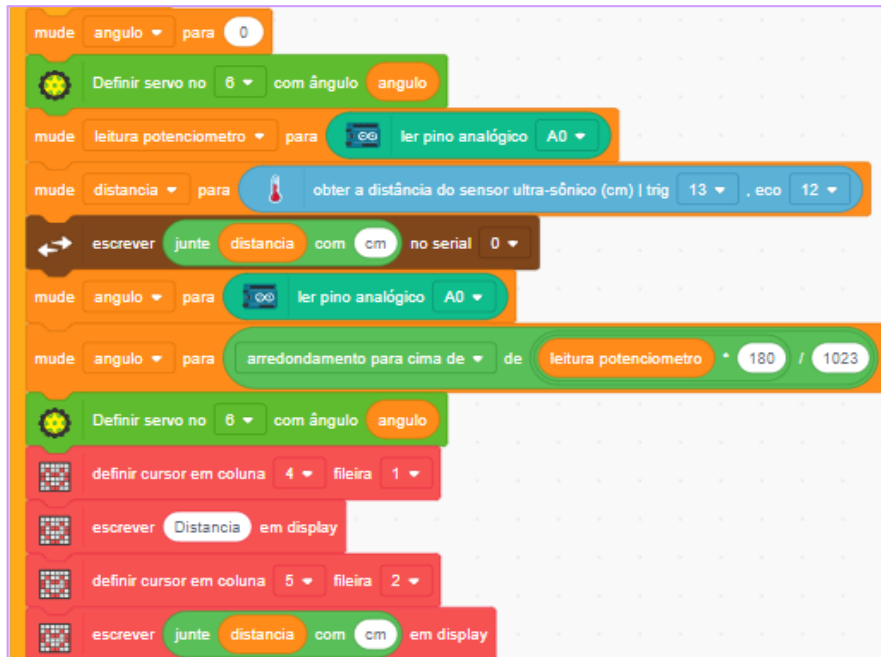
Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Ao explorarem os problemas de cada projeto de robótica educacional, os estudantes foram incentivados a pensar de forma ampla e também conceitual, buscando entender os princípios subjacentes aos problemas apresentados, ou seja, ao projetar e programar um projeto de robótica para realizar determinada tarefa, os estudantes precisam abstrair e criar uma sequência lógica de comandos para alcançar o objetivo desejado.

Na Figura 93 podemos observar uma parte da codificação realizada por uma dupla de estudantes para o seu projeto final (projeto 01 – subseção 5.17.1). O projeto consistia em um radar ultrassônico criado para detectar possíveis obstáculos. A programação demonstra o emprego da abstração por meio da definição de variáveis e da modelagem computacional que relaciona cada uma delas.

Neste sistema, o potenciômetro é usado para controlar a rotação no eixo de um servo motor, que faz girar e mudar a posição de um sensor ultrassônico. Esse sensor efetua medições da distância entre ele e objetos à sua frente. A modelagem abstrata do sistema é realizada usando a linguagem de programação visual do *PictoBlox*.

Figura 93: Parte da codificação que abrange a utilização da abstração.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

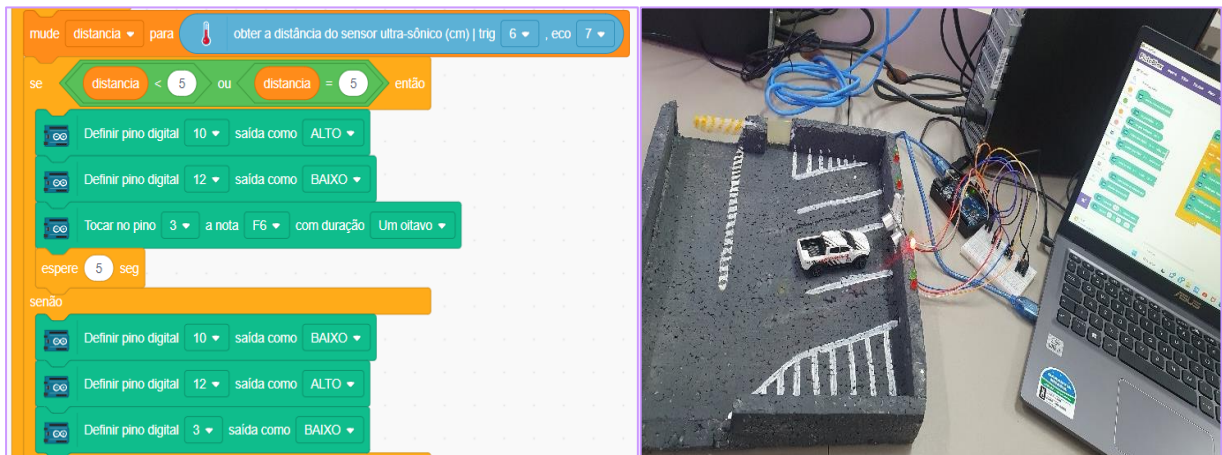
Por meio dessa linguagem, os estudantes conseguem criar representações simplificadas das interações entre os componentes físicos (potenciômetro, servo motor e sensor ultrassônico) e os processos lógicos (cálculo de distância, ajuste da posição do sensor e detecção de obstáculos). A abstração é evidenciada na forma como os estudantes definem variáveis que representam estados e valores importantes, como leitura do potenciômetro, ângulos de rotação e distância medida, e na maneira como organizam esses elementos em um fluxo lógico coerente.

No protótipo de estacionamento automatizado, utilizando o modelo computacional (projeto 08 – subseção 5.12), a abstração é claramente evidenciada por meio da codificação empregada para representar o funcionamento do protótipo desenvolvido pela dupla de estudantes, evidenciado na Figura 94. Nesse contexto, a habilidade de abstração se manifesta na capacidade dos alunos de simplificar e organizar logicamente os blocos de programação.

Os estudantes conseguem identificar e isolar os elementos essenciais do sistema, descartando detalhes complexos e menos relevantes, o que facilita a compreensão e representação do funcionamento do projeto. Através da abstração, eles definem variáveis e funções que encapsulam comportamentos e estados importantes, como a detecção de vagas disponíveis, o controle de entrada e saída de veículos, e a sinalização de ocupação.

A organização dos blocos de programação reflete um pensamento computacional estruturado, onde cada componente do protótipo é representado de maneira simplificada, mas eficaz, permitindo uma visão clara do fluxo de operação do sistema.

Figura 94: Parte da codificação e imagem de um protótipo de estacionamento realizado por estudantes.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Vale destacar que os projetos de robótica educacional utilizando o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, desenvolvidos durante o experimento de ensino, não apenas mobilizaram a habilidade de abstração, mas também contribuíram para o desenvolvimento da Competência Geral 02 para a Educação Básica (Brasil, 2018), uma vez que esses projetos proporcionaram um ambiente propício para “exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, [...] elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (Brasil, 2018, p. 09).

Ainda demonstrando o alinhamento com diretrizes da BNCC, mais especificamente sobre o conjunto de habilidades requeridas aos estudantes do EM, a robótica educacional com *PictoBlox* e a placa Arduino Uno demonstra promover condições favoráveis para que os estudantes deste nível de ensino consolidem “os conhecimentos desenvolvidos na etapa anterior” e agreguem “novos, ampliando o leque de recursos para resolver problemas mais complexos, que exijam maior reflexão e abstração” (Brasil, 2018, p. 471). E, por último, cabe destacar que a BNCC considera de suma importância o uso de “diversas ferramentas de *software* e aplicativos para compreender e [...] simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática;” (Brasil, 2018, p. 475).

Além da análise dos projetos de robótica educacional, consideramos nesta discussão desta unidade de sentido, as percepções dos estudantes sobre as habilidades do pensamento computacional mobilizadas durante o desenvolvimento dos projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno. A seguir, apresentamos dois excertos extraídos das respostas de perguntas sobre o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional durante o experimento de ensino:

“Sim, desenvolvi reconhecimento de padrões, decomposição, algoritmo e abstração.” (EST 10 – “Questionário”)

“O primeiro passo para fazer a numeração foi conectar a placa Arduino uno, e iniciar com o controle quando Arduino uno iniciar, após o seguinte comando 'iniciar display para DIN e selecionar o número 4 que seria o DIN na placa CS para 3 e CLK para 2, após começar com os comandos de fileira e coluna, para poder me ajudar coloquei o comando 'mostrar' e montei o desenho e após fui colocando os comandos da fileira e coluna até formar os números desejados, a cada número feito, coloquei o comando espere um determinado segundo, e após mostrar nada e esperar por meio segundo até começar o próximo número é foi assim que fiz minha sequência de números..” (EST 02 – “Google sala de aula”)

Essas falas dos estudantes, abordam alguns aspectos de como a abstração foi mobilizada e compreendida durante as atividades do experimento de ensino, juntamente com outras habilidades do pensamento computacional.

Por exemplo, o estudante 10 destaca o desenvolvimento de várias habilidades do pensamento computacional, incluindo o reconhecimento de padrões, decomposição, algoritmo e a abstração.

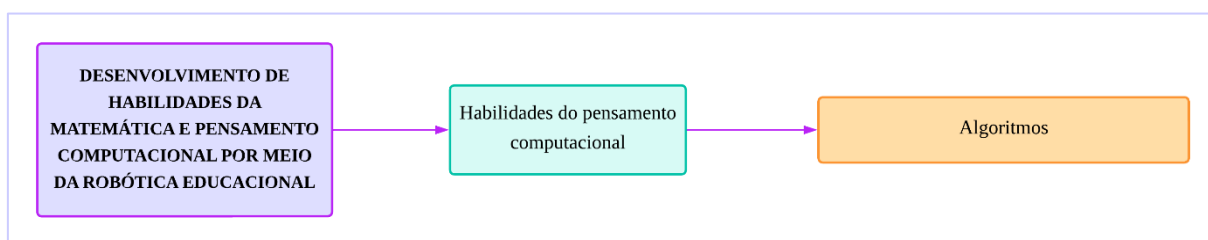
Já o estudante 02 oferece uma visão detalhada de como a abstração foi aplicada na prática. A capacidade de abstração é demonstrada quando o estudante organiza e simplifica a numeração usando comandos específicos. Ao conectar a placa Arduino Uno e configurar o *display* com os pinos DIN, CS e CLK, ela abstrai a complexidade do *hardware*, focando na lógica de exibição dos números. Comandos como ‘iniciar *display* para DIN’ facilitam a interação sem a necessidade de compreender os detalhes eletrônicos. A organização dos comandos de fileira e coluna para formar números evidencia a abstração, representando mentalmente o *display* como uma matriz de leds, onde cada número é formado por pontos específicos.

Portanto, em síntese, os projetos de robótica educacional utilizando o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, desenvolvidos durante o experimento de ensino, mobilizaram a habilidade de abstração e promoveram o desenvolvimento de competências fundamentais conforme estabelecido pela BNCC. Esses projetos criaram também, um ambiente que incentivou a curiosidade intelectual, a formulação e teste de hipóteses, e a resolução de problemas por meio da aplicação de conhecimentos de diferentes áreas. A abstração foi evidenciada na maneira como os estudantes organizaram e simplificaram processos complexos, criando representações eficazes para resolver problemas.

6.3.2.2 Unidade de sentido “Algoritmos”

A segunda unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada de “Algoritmos”. Segundo Brackmann (2017), os algoritmos são sequências lógicas de instruções projetadas para resolver problemas específicos de forma eficiente e organizada. Sob esta concepção é que analisamos os dados da pesquisa e constituímos essa unidade de sentido. Na Figura 95 é apresentado um esquema visual da relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 95: Unidade de sentido “Algoritmos” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.



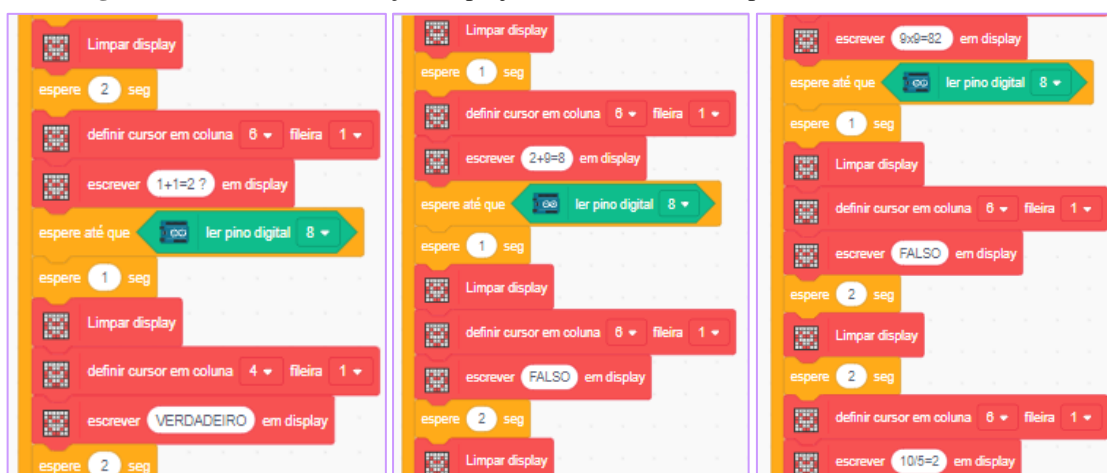
Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Ao mobilizar essa habilidade em projetos de robótica educacional, os estudantes podem ter a possibilidade de adquirir competências para a resolução de problemas, pensamento crítico e lógico em diferentes contextualizações. Isso também se alinha a BNCC que estabelece a habilidade EM13MAT405 fundamental aos estudantes do EM “utilizar conceitos iniciais de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática” (Brasil, 2018, p. 539).

Os projetos de robótica educacional utilizando o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno favoreceram o desenvolvimento de algoritmos. Para programar um robô (ou sistema eletrônico), os estudantes criaram algoritmos que segmentavam as tarefas em etapas, como ler sensores, tomar decisões baseadas nas leituras e executar ações apropriadas. O *software PictoBlox* se mostrou um recurso viável para iniciantes em programação, com sua interface visual baseada em blocos facilitando a compreensão dos princípios da programação. Essa abordagem permitiu que os estudantes se concentrassem na lógica subjacente sem precisar dominar imediatamente a sintaxe complexa, tornando a criação de algoritmos mais acessível para quem estava tendo suas primeiras experiências com programação.

Na Figura 96, apresentamos a codificação concebida pelos estudantes, exibindo partes do algoritmo criado por uma das duplas de estudantes para o projeto final (projeto 05 – subseção 5.17.5) de robótica educacional. Este projeto envolveu a criação de um quiz matemático com opções de respostas “verdadeiro” ou “falso”, implementado por meio do uso de *PictoBlox*, que controlava as ações de componentes eletrônicos conectados numa placa Arduino Uno.

Figura 96: Partes da codificação do projeto final 05 de uma dupla de estudantes.

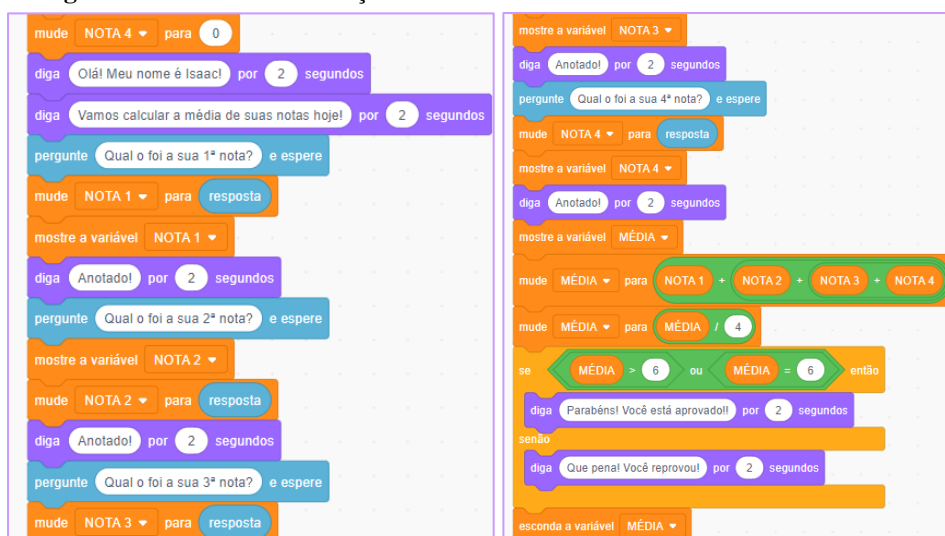


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Destacamos também o objeto digital “Calculadora de média aritmética de notas escolares” (atividade 08 – subseção 5.6) para evidenciar a criação de algoritmo. Nesta atividade, os estudantes implementaram um algoritmo para calcular a média de suas notas escolares de forma automatizada.

Essa atividade foi proposta pela pesquisadora, com o objetivo de exploração do *software PictoBlox* e mobilização de habilidades da Matemática, especialmente a habilidade EM13MAT316, que versa sobre a capacidade de “resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana)” (Brasil, 2018, p. 537). Entretanto, o desenvolvimento do objeto digital requereu e elaboração de um algoritmo no *PictoBlox*, favorecendo também o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional. Na Figura 97 são mostradas partes da codificação dos algoritmos implementados pelos estudantes durante a realizada dessa atividade.

Figura 97: Partes da codificação da atividade de média aritmética de notas escolares.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As imagens das Figuras 96 e 97, bem como as outras apresentadas na Seção 5 deste trabalho, nos proporcionam uma visualização das várias sequências de instruções lógicas implementadas para resolverem problemas específicos, evidenciando a aplicação prática dos conceitos de algoritmo, como controle de fluxo, *loops* e condicionais no contexto da robótica educacional.

Também é importante ressaltar que as atividades e os projetos de robótica se alinharam com Competência Geral 05 da BNCC, que destaca a importância de “utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva [...] ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas” (Brasil, 2017, p. 09).

Considerando as percepções dos estudantes sobre o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, destacamos três trechos, das 11 (onze) recorrências da unidade de sentido “Algoritmos”:

“Habilidades de pensamento computacional são difíceis de desenvolver, entretanto acho que pelo menos um pouco dessas habilidades eu desenvolvi.” (EST 03 – “Questionário”)

“Sim, por exemplo as atividades que conteve algoritmos.” (EST 01 – “Questionário”)

“Sim, algoritmos, reconhecimento de padrão, decomposição.” (EST 07 – “Roda de conversa”)

Como podemos observar, o estudante 03 externa que considera complexo o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional, mas também destaca que as atividades com robótica educacional favorecem esse desenvolvimento. Já os estudantes 01 e 07 elencam as habilidades que consideram ter desenvolvido ao longo do experimento de ensino, entre elas, a de algoritmos.

Em suma, os projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno ofereceram um contexto prático e envolvente para o desenvolvimento de algoritmos. Eles facilitaram a aprendizagem de conceitos de programação e promoveram habilidades críticas, como controle de fluxo, iteração, integração de sensores e atuadores, e a abstração.

6.3.2.3 Unidade de sentido “Decomposição”

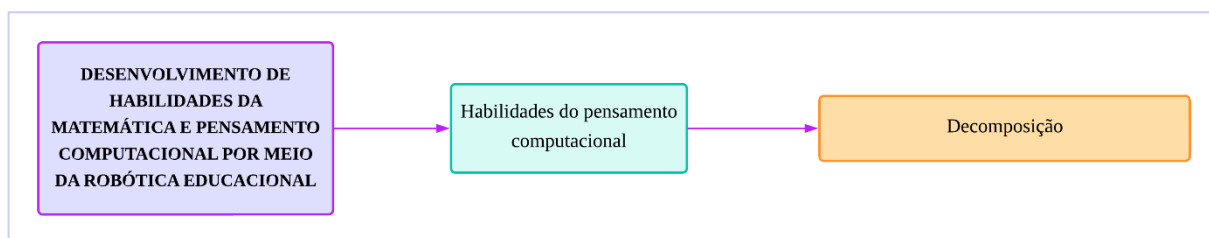
A terceira unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada de “Decomposição”. De acordo com Liukas (2015); *BBC Learning* (2015); Brackmann (2017),

essa habilidade envolve a capacidade de identificar padrões, separar elementos-chave e simplificar conceitos complexos em unidades mais simples.

Com esta unidade de sentido buscamos evidenciar como os estudantes mobilizaram habilidades de decomposição de problemas nos projetos de robótica educacional desenvolvidos no experimento de ensino.

As relações desta unidade de sentido com a subcategoria “Habilidades do pensamento computacional” e categoria de análise estão representadas no esquema da Figura 98.

Figura 98: Unidade de sentido “Decomposição” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

A habilidade de decomposição possibilita os estudantes a abordar problemas de maneira mais eficaz, permitindo-lhes desenvolver soluções passo a passo e construindo uma compreensão mais sólida dos problemas considerados complexos (*BBC Learning*, 2015, s.p). Ao promover atividades e/ou projetos de robótica educacional é possível perceber que os estudantes são instigados a decompor problemas maiores e mais complexos em partes menores e mais gerenciáveis.

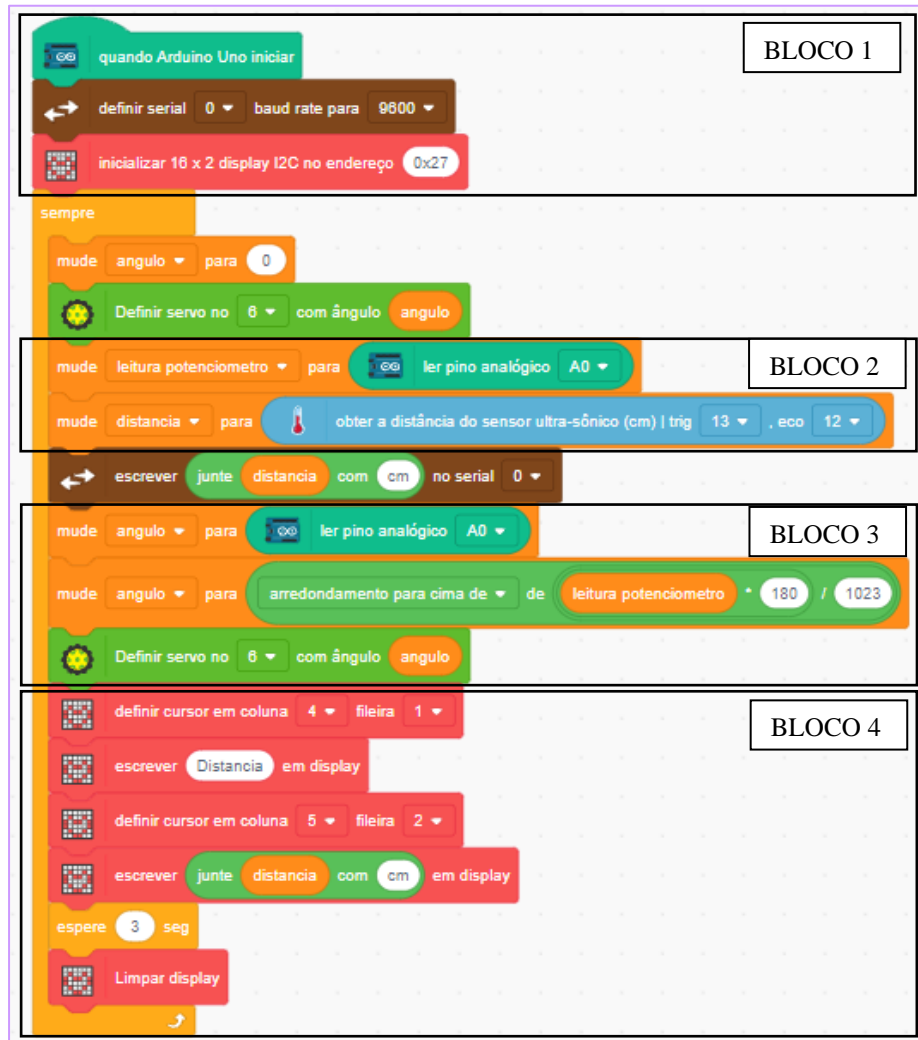
Evidências da mobilização da habilidade de decomposição são encontradas na modularização nos algoritmos de programação dos projetos de robótica, como por exemplo, no algoritmo mostrado a seguir na Figura 99.

Como será possível observar, o algoritmo é decomposto em quatro blocos fundamentais. O primeiro bloco é dedicado às instruções para a inicialização do algoritmo, do *display* LCD 16x2 e do monitor serial do *PictoBlox*. Essas instruções são fáceis para o funcionamento do sistema e devem ser realizado uma única vez e no início do processo. No segundo bloco, dentro do laço de reprodução do algoritmo, são feitas as leituras de um potenciômetro (por meio do pino analógico A0) e do sensor de distância, com a atribuição dos valores dessas leituras às variáveis “leitura potenciômetro” e “distância”.

O terceiro bloco contém a programação para converter o valor da leitura do potenciômetro em uma medida de ângulo e repassá-la ao servo motor, produzindo uma rotação em seu eixo conforme o ângulo informado. E o quarto e último bloco contém a programação

para o *display* LCD 16x2, exibindo as informações exigidas. Essa modularização do algoritmo demonstra como o problema foi decomposto em partes menores e mais gerenciáveis.

Figura 99: Algoritmo da programação do projeto final 01 (subseção 5.17.1)



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os algoritmos dos demais projetos também evidenciam, em maior ou menor grau a modularização da programação, ou seja, decomposição do problema.

Outras evidências da decomposição ocorreram de forma mais ampla, durante o planejamento e a definição de tarefas. Como os projetos foram desenvolvidos por duplas de estudantes, era perceptível durante as discussões entre eles, que eles dividiam o desenvolvimento do projeto em partes menores, para que pudessem executá-las separadamente, tornando o processo mais prático e gerenciável.

De modo geral, as principais atividades compreendiam a construção dos protótipos, a montagem do circuito eletrônico e a programação no *PictoBlox*. À medida que dificuldades

eram encontradas em algumas das etapas (módulos), essas etapas eram decompostas em partes ainda menores para uma melhor gestão do processo de resolução do problema.

Também podemos considerar nesta análise as percepções dos estudantes sobre o processo de decomposição. Ao longo do corpus da pesquisa foram encontradas 18 (dezoito) menções feitas pelos estudantes sobre a decomposição. A seguir, apresentamos três delas, extraídas das respostas dadas a pergunta: “Você acha que conseguiu desenvolver habilidades do pensamento computacional durante as atividades de robótica? Explique com exemplos.”:

“Sim. Como por exemplo no projeto do estacionamento porque meu grupo teve que dividir a montagem da maquete em várias partes menores.” (EST 04 – “Questionário”)

“Sim, em atividades muito difíceis, conseguimos separar etapas e fazer uma de cada vez para facilitar o processo e concluir mais rapidamente o projeto.” (EST 09 – “Questionário”)

“Sim, consigo separar em questões menores e resolver, consigo raciocinar rapidamente qualquer tipo de padrão estabelecido e o mais fácil, consigo descartar coisas inúteis e que não irei utilizar no momento.” (EST 06 – “Questionário”)

Esses relatos enfatizam a relevância da decomposição como habilidade do pensamento computacional para abordar problemas de forma sistemática, dividindo-os em partes menores e mais gerenciáveis.

No primeiro excerto, o estudante 04 menciona como a decomposição foi aplicada de forma prática em um projeto específico, no caso, o projeto do estacionamento. Ao dividir a montagem da maquete em partes menores, a dupla conseguiu lidar com a complexidade do projeto de maneira mais eficiente e organizada.

O segundo excerto, do estudante 09, destaca como a decomposição foi utilizada para lidar com atividades desafiadoras. Ao separar as etapas e realizar uma de cada vez, os participantes conseguiram simplificar o processo e concluir o projeto mais rapidamente. Evidenciando como a decomposição pode ser uma estratégia positiva para abordar problemas complexos de forma mais acessível.

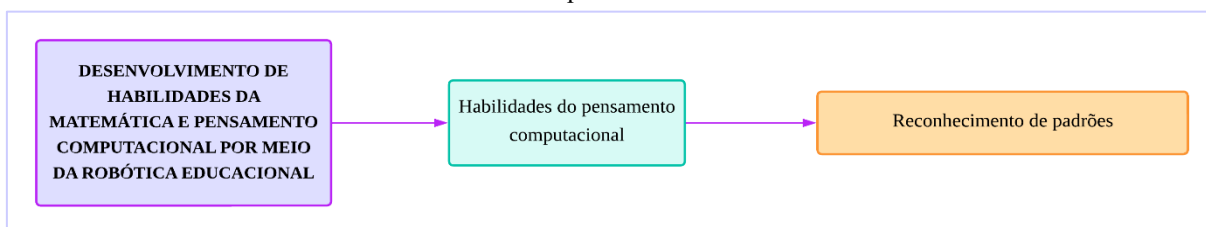
No terceiro excerto, o estudante 06 descreve como a decomposição lhe permitiu separar problemas em partes menores e resolver de forma mais fácil e rápida. Além disso, destaca a capacidade de eliminar informações irrelevantes, focando apenas no que é necessário para resolver o problema.

Portanto, esses dados refletem a compreensão dos estudantes sobre o pilar da decomposição do pensamento computacional e a aplicação prática dessa habilidade em diferentes situações. Na qual, sublinham a importância do pensamento reflexivo, a resolução de problemas e a compreensão de conceitos, demonstrando como essas habilidades são valiosas e aplicáveis em diversas áreas da vida.

6.3.2.4 Unidade de sentido “Reconhecimento de padrões”

A quarta unidade de sentido da subcategoria de análise foi chamada de “Reconhecimento de padrões”. Na Figura 100 é apresentado um esquema que ilustra a relação desta unidade de sentido com a subcategoria e categoria de análise à qual está vinculada.

Figura 100: Unidade de sentido “Reconhecimento de padrões” – Subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”.



Fonte: Elaborada pela autora no *Lucidchart* (2023).

Segundo Liukas (2015); Brackmann (2017), essa habilidade refere-se à capacidade de identificar regularidades e tendências em dados, problemas ou situações, permitindo aos estudantes compreender e interpretar informações de maneira sistemática.

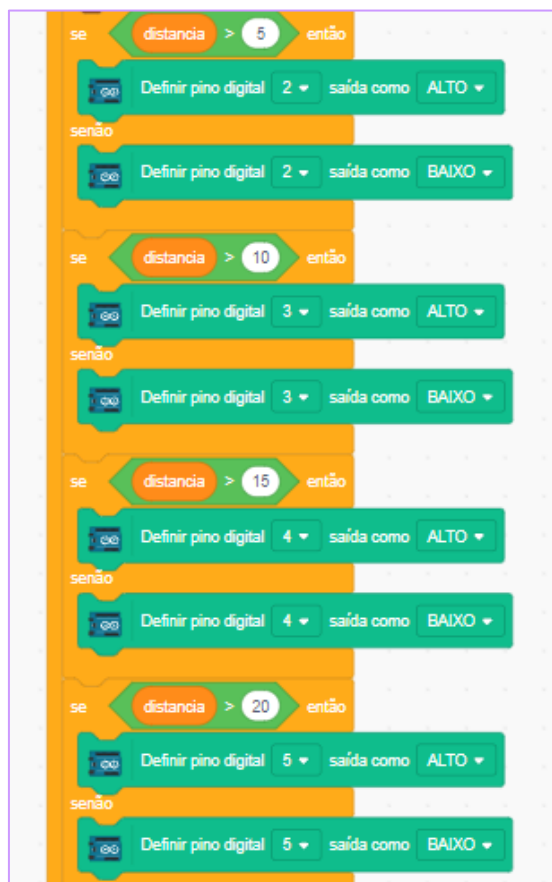
O reconhecimento de padrões está intrinsecamente ligado à Matemática, pois é fundamentada na identificação e aplicação de padrões. A BNCC destaca essa relação ao afirmar que “outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos” (Brasil, 2018, p. 271).

Referenciando novamente a BNCC, a Competência Específica 05 sublinha a importância do reconhecimento de padrões em Matemática, quando enfatiza a capacidade de investigação e a formulação de “conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias” (Brasil, 2018, p. 540).

Nos projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno, desenvolvidos com os estudantes no experimento de ensino, foi possível identificar diferentes situações em que o reconhecimento de padrão foi mobilizado.

Iniciamos com as situações observadas durante a programação dos sistemas robóticos. Alguns dos sistemas implementados possuíam padrões repetitivos de funcionamento, como por exemplo o projeto final 03 (subseção 5.17.3), de medição de nível. Neste projeto, a cada ponto preestabelecido atingido no nível de um recipiente, medido por um sensor de distância, um led era ligado. Na programação desse sistema, o mesmo processo é repetido para cada novo patamar atingido no nível do recipiente, indicando um padrão no algoritmo. Na Figura 101, podemos observar a repetição do padrão na programação desse sistema.

Figura 101: Partes de códigos da programação do projeto final 03 de uma dupla de estudantes.

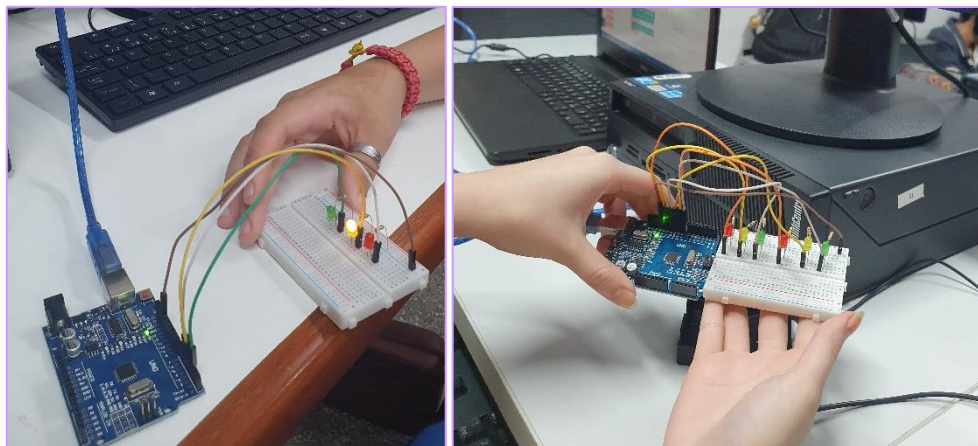


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nessa imagem é possível observar que a utilização de padrão de códigos em cada estrutura condicional “se – senão”, para ligar ou desligar leds de acordo com o valor da variável distância. A estrutura desse algoritmo demonstra que o padrão foi reconhecido pelos estudantes.

Além desse projeto, o reconhecimento de padrões também foi observado na montagem e, conseqüentemente, na programação dos projetos 01, 02 e 03. A Figura 102 ilustra o reconhecimento de padrões e o raciocínio lógico aplicados no projeto de um semáforo com encruzilhada. Neste projeto, os estudantes fazem uma associação do funcionamento dos leds com o funcionamento de um semáforo real, observando que há um padrão no ligar e desligar de certas cores.

Figura 102: Imagens de projetos que mobilizava principalmente o reconhecimento de padrões.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Assim como os projetos que utilizava o módulo de matriz de led 8x8 max – 7219, ou seja, os projetos 04, 05, 06 e 07 (seção 5) que para sua programação também envolvia raciocínio lógico e matemático, além de reconhecimento de padrões na montagem e codificação.

Os estudantes também consideraram que o reconhecimento de padrões foi mobilizado no desenvolvimento dos projetos de robótica educacional. No *corpus* da pesquisa, na parte que considera os textos extraídos das atividades, questionário e roda de conversa com estudantes, foram relacionados 12 (doze) excertos a esta unidade de sentido. Abaixo seguem três excertos extraídos das respostas dadas pelos estudantes a seguinte pergunta: qual atividade ou projeto que mais gostou e por quê?:

“O do semáforo, pois aprendi a mexer com luz de Led e com a placa Arduino uno, e o que eu aprendi nesse projeto ajudou a construir o próximo pois eu já sabia mexer com led.” (EST 12 – “Questionário”)

“Comecei conectando a placa no computador e na placa de led e depois, montei os números no 'mostras' para ter uma noção do que fazer, depois montei os números ligando led por led usando as colunas e linhas.” (EST 04 – “Google sala de aula”)

“Coloquei a marcação do número, eu fui anotando a fileira e a coluna no caderno, e a cada número que fiz essa anotação, fiz a programação utilizando os blocos da placa Arduino uno, e nos blocos fui alternando a fileira e a coluna, assim sucessivamente até acabar a sequência dos números.” (EST 05 – “Google sala de aula”)

No primeiro excerto, o estudante 12 destaca o aprendizado adquirido em um projeto anterior (ligando leds), onde teve a oportunidade de trabalhar com luzes led e a placa Arduino Uno para criar um semáforo. Ela reconhece que as habilidades desenvolvidas nesse projeto a ajudaram a construir o próximo. Ao observar o padrão de conexão dos leds e compreender sua

lógica de funcionamento, ela foi capaz de aplicar esse conhecimento em novos desafios, evidenciando como a experiência prévia influenciou positivamente na sua capacidade de reconhecer e aplicar padrões em diferentes contextos.

No segundo excerto, o estudante 04 descreve seu processo de montagem dos números em uma matriz de leds, onde ele conectou a placa Arduino Uno ao computador e à placa de led e, em seguida, montou os números ligando led por led, seguindo as colunas e linhas (do módulo de matriz de led). Demonstrando por meio desse relato, como ele identificou e aplicou os padrões na montagem dos leds para criar os números desejados.

Já no terceiro excerto, o estudante 05 menciona como utilizou de anotações para reconhecer e aplicar padrões ao programar a exibição de números em uma matriz de leds. Ele marcou/desenhou quais as fileiras e colunas seriam necessárias para a criação do projeto em um caderno e, a partir dessas anotações, programou a placa Arduino Uno no *software PictoBlox*, alternando entre fileiras e colunas para exibir os números sequencialmente. Esse método evidencia sua capacidade de reconhecer e aplicar padrões de forma sistemática e organizada, ou seja, pensar computacionalmente.

Os três excertos evidenciam que o reconhecimento de padrões foi mobilizado durante o desenvolvimento de atividades e projetos de robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno. Conjuntamente com os demais indícios, podemos afirmar que tal proposta é capaz de mobilizar e desenvolver as habilidades do pensamento computacional, além de estarem alinhadas com o que preconiza a BNCC sobre o desenvolvimento das “capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;” (Brasil, 2018, p. 474).

Ao longo das análises dos excertos dos estudantes e dos projetos de robótica desenvolvidos, ficou evidente como essas habilidades foram mobilizadas e quanto são importantes para a resolução de problemas complexos, sejam eles de natureza matemática ou não.

Como já destacado em diversos momentos, a BNCC reconhece a importância do pensamento computacional para a formação integral dos estudantes. Ao integrar o pensamento computacional com a robótica educacional, os estudantes são incentivados a pensar de forma mais abstrata, a decompor problemas complexos em tarefas mais simples, a reconhecer padrões e a desenvolver algoritmos para solucioná-los (Brasil, 2017, p. 09).

Através da aplicação e mobilização dessas habilidades, os estudantes desenvolvem uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos, ao mesmo tempo em que aprimoram suas habilidades de pensamento crítico, lógico e criativo. Além disso, a BNCC destaca a importância dessas habilidades para a educação do século XXI, preparando os estudantes para enfrentarem os desafios de um mundo cada vez mais tecnológico e digital.

Assim, com base em todos os aspectos discutidos neste trabalho, concluímos que a robótica educacional se destaca como um recurso poderoso para promover o desenvolvimento do pensamento computacional e matemático, capacitando os estudantes a se tornarem profissionais competentes e inovadores, preparados para enfrentar desafios tanto em suas vidas acadêmicas quanto em suas futuras carreiras.

6.4 Categoria 3: Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*

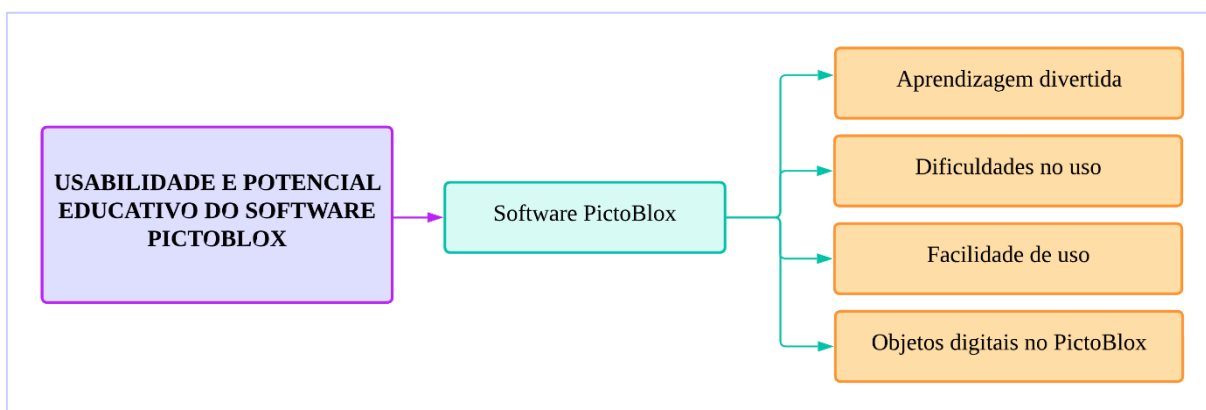
A terceira categoria que delineamos em nossa análise, foi intitulada “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”. Nesta categoria, a análise está centrada na avaliação da facilidade de uso e do potencial do *software PictoBlox* no contexto da robótica educacional. A usabilidade é um fator necessário para determinar a eficácia de qualquer ferramenta educacional, especialmente em ambientes nos quais os estudantes estão aprendendo novos conceitos, como programação visual e robótica educacional.

Quando uma ferramenta é fácil utilização, os estudantes podem concentrar-se mais na aprendizagem do conteúdo, ao invés de se preocuparem com obstáculos técnicos ou dificuldades de navegação. Isso pode aumentar o envolvimento dos estudantes, melhorar a retenção do conhecimento e, por fim, contribuir para um ambiente educacional mais produtivo.

Explorando essa categoria, a pesquisa busca identificar como os estudantes compreenderam e interagiram com o *PictoBlox*, avaliando a interface do usuário, a intuitividade do *software* e sua capacidade de facilitar o aprendizado de programação visual e robótica educacional. Além disso, a categoria visa compreender o potencial educacional do *PictoBlox*, analisando como ele contribui para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional. Com essa análise, podemos entender como o *PictoBlox* pode ser melhorado e otimizado na maximização dos benefícios no contexto educacional.

A Figura 103 representa de maneira visual e com cores esta categoria (lilás) incluindo sua subcategoria (verde) e unidades de sentido (laranja) correspondentes.

Figura 103: Categoria “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”.

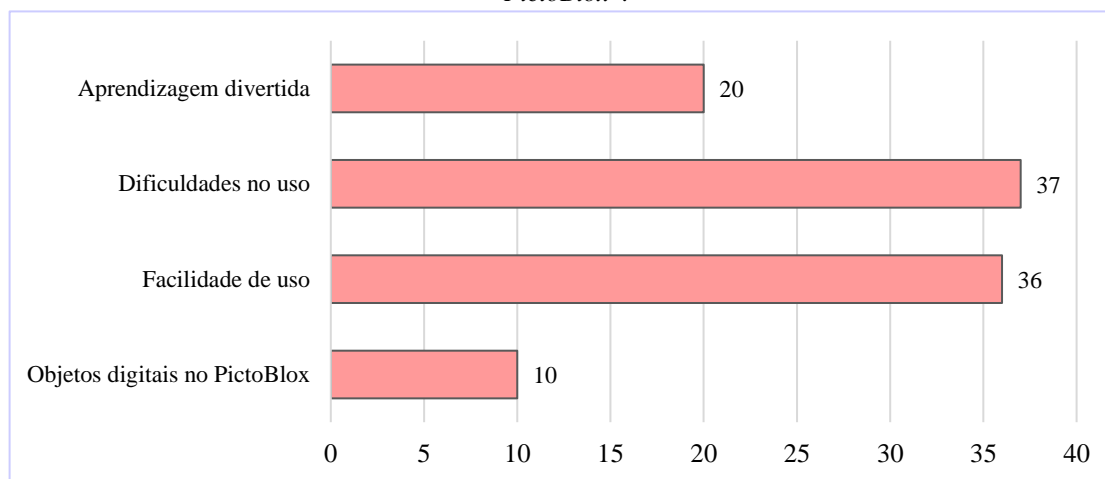


Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

Conforme mostrado na Figura 103, a categoria “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*” é composta por uma subcategoria e quatro unidades de sentido que emergiram durante o processo de análise do *corpus* da pesquisa.

E no Gráfico 03, é apresentada a frequência de ocorrência de cada uma dessas unidades de sentido em rosa.

Gráfico 03: Frequência das unidades de sentido referente a categoria “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Conforme podemos visualizar no Gráfico 03, a unidade de sentido “Dificuldades no uso” é a mais mencionada, com 37 (trinta e sete) menções, que apontam os desafios ou obstáculos enfrentados pelos participantes ao interagir com o *software PictoBlox*. A “Facilidade de uso” é a segunda unidade mais abordada, destacada 36 (trinta e seis) vezes, abordando as experiências dos participantes e a acessibilidade com o *PictoBlox*.

A “Aprendizagem divertida” foi mencionada 20 (vinte) vezes, mostrando que os participantes reconheceram ou valorizaram a componente lúdica e divertida no processo de

aprendizagem por meio das atividades e projetos de robótica criados com o *PictoBlox*. Quanto aos “Objetos digitais”, foi mencionado 10 (dez) vezes, mostrando uma possível atenção particular aos elementos visuais ou funcionais no *software*.

Na subseção a seguir, iremos abordar, individualmente, as quatro unidades de sentido relacionadas a esta categoria. Serão apresentados alguns excertos extraídos das falas dos estudantes, descritas em atividades, questionário ou na roda de conversa, para exemplificar os procedimentos utilizados no processo de articulação das produções com cada unidade de sentido.

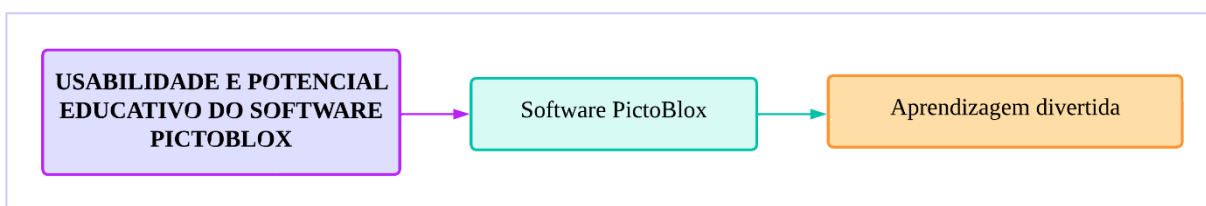
6.4.1 Subcategoria “*Software PictoBlox*”

A subcategoria “*Software PictoBlox*” também foi definida a partir dos objetivos da pesquisa. Para análise dessa subcategoria, foram associadas a ela quatro unidades de sentido que emergiram dos dados: “Aprendizagem divertida”, “Dificuldades no uso”, “Facilidade de uso” e “Objetos digitais no *PictoBlox*”

6.4.1.1 Unidade de sentido “Aprendizagem divertida”

Na unidade de sentido “Aprendizagem divertida”, cujas relações com a subcategoria e categoria de análise são mostradas na Figura 104, são consideradas as percepções dos estudantes quanto a ludicidade e atratividade do *software PictoBlox* no contexto da robótica educacional.

Figura 104: Unidade de sentido “Aprendizagem divertida” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

De acordo com Steampedia (2022, s.p.), a interface do *PictoBlox* é amigável e a funcionalidade de arrastar e soltar elimina a necessidade de memorizar sintaxe e regras, aspecto comum em linguagens de programação tradicionais que, muitas vezes, pode intimidar e gerar hesitação, especialmente em crianças e/ou adolescentes. Essa característica é relevante, pois a associação entre diversão e aprendizagem pode influenciar de maneira significativa a motivação e envolvimento dos estudantes nas atividades e projetos de robótica educacional, impactando positivamente o processo de mobilização de conceitos e habilidades específicas.

Ao longo do experimento de ensino, os estudantes tiveram a oportunidade de explorar o *PictoBlox* de maneira autônoma, experimentando novas funcionalidades e, conseqüentemente, aprimorando suas habilidades de programação. Com isso, as linguagens visuais desempenham um papel significativo, uma vez que se diferenciam das linguagens de programação profissionais ao apresentarem os comandos na forma de blocos, que são combinados para criar programas (Razzera Gajardo; Webber, 2021, p. 169 - 170).

Portanto, nessa unidade de sentido tem vinte citações nos dados analisados por meio do *software Atlas.ti*. A seguir, serão apresentadas algumas dessas contribuições:

“Achei legal de mexer e fácil, pois é um aplicativo muito didático e lúdico, você consegue desenvolver vários projetos.” (EST 06 – “Questionário”)

“Legal, pois é uma plataforma simples, mas apresenta muitas funções divertidas.” (EST 12 – “Questionário”)

“Muito prático, fácil de usar, legal e divertido.” (EST 05 – “Roda de conversa”)

“Achei divertido e legal, bem fácil para iniciantes usarem para programar.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

“Os pontos fortes são a facilidade na utilidade, é bem leve e divertido mexer com o pictoblox.” (EST 08 – “Google sala de aula”)

Essas opiniões convergem para os aspectos que tornam o *PictoBlox* atrativo e envolvente. Vários estudantes, como o estudante 06, destacaram a natureza didática e lúdica do *software*. Salientando a ideia de que o *PictoBlox* possibilita o aprendizado de conceitos de programação visual de maneira cativante e interessante.

Além disso, observa-se a ênfase dada pelo estudante 12 sobre a simplicidade do *PictoBlox*. Quando combinada com a oferta de funcionalidades atrativas e lógica, sugere uma abordagem acessível para usuários de todas idades, especialmente para aqueles que estão iniciando na programação.

O estudante 05 evidencia a praticidade e a facilidade de uso do *PictoBlox*, enfatizando a sua experiência positiva e a diversão associada ao *software* com sua usabilidade na criação de diversas programações para diferentes finalidades.

A apreciação pela diversão no processo de programação também é manifestada pelo estudante 10, que afirma ser “divertido e legal” para iniciantes aprenderem a programar

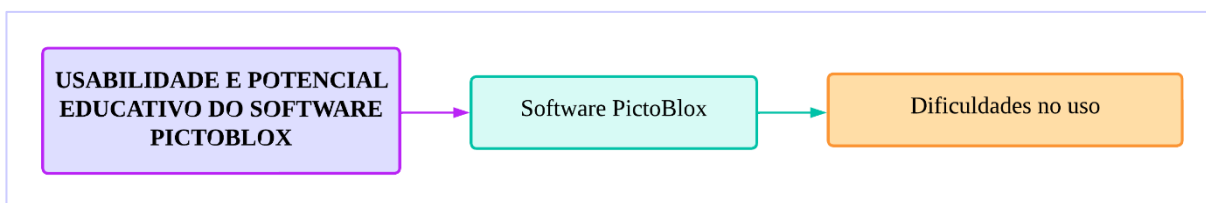
visualmente. O que de certa forma, motiva os estudantes e mantém o seu interesse durante esse processo de aprendizado. O estudante 08 ressalta os aspectos positivos na utilização e experiência do usuário ao programar no *PictoBlox*, destacando o ambiente amigável e intuitivo para desenvolver uma programação.

Esses relatos coletivos constroem uma narrativa positiva em torno da “Aprendizagem divertida” com o *PictoBlox*, reforçando sua eficácia no envolvimento com os estudantes, tornando o processo educativo, interessante e motivador.

6.4.1.2 Unidade de sentido “Dificuldades no uso”

A segunda unidade de sentido dentro dessa subcategoria, é intitulada como “Dificuldades no uso” e está apresentada na Figura 105.

Figura 105: Unidade de sentido “Dificuldades no uso” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

A unidade de sentido “Dificuldades no uso” destaca as eventuais barreiras e/ou desafios encontrados pelos estudantes ao interagir com o *software PictoBlox*, compreendendo as desvantagens percebidas e as áreas que podem necessitar de melhorias ou suporte adicional para otimizar a experiência do usuário. No entanto, o *PictoBlox* “capacita os alunos com educação tecnológica para construir e dar vida às suas ideias com codificação prática, inteligência artificial, aprendizado de máquina, internet das coisas, robótica, design de jogos e realidade virtual” (Stempedia, 2024, s.p).

Ainda que houve a apreciação geral pelo *PictoBlox*, alguns estudantes expressaram que enfrentaram dificuldades específicas durante o uso do *software*. Dificuldades essas, que variaram entre questões técnicas, compreensão de determinadas funcionalidades (blocos e extensões) ou na resolução de problemas específicos dentro do ambiente do *PictoBlox*.

Incluindo trinta e sete citações dos participantes da pesquisa nesta unidade de sentido, abaixo apresentamos cinco delas para análise e discussão:

“O *PictoBlox*, eu achei de primeira impressão que seria a coisa mais difícil do mundo, mas apenas é complexo e necessita de um tempo para aprender.” (EST 08 – “Questionário”)

“Minha principal dificuldade foi de entender o que cada comando da plataforma PictoBlox fazia.” (EST 02 – “Questionário”)

“É bom, pena que sua funcionalidade não é 100% usual, deu erro no meu projeto em que iria usar duas matrizes de led 8x8.” (EST 03 – “Roda de conversa”)

“Não conseguir interpretar corretamente alguns comandos do PictoBlox.” (EST 09 – “Roda de conversa”)

“Não consegui interpretar muito bem alguns comandos, por conta da falta de conhecimento do software no primeiro momento.” (EST 10 – “Roda de conversa”)

Os depoimentos dos estudantes em relação às dificuldades no uso do *PictoBlox* oferecem uma visão abrangente das percepções e desafios enfrentados durante a interação com o *software*.

Inicialmente, o estudante 08 destaca uma primeira impressão de extrema dificuldade, mas salienta que, com o tempo, a complexidade se torna mais compreensível. O que ressalta a importância do tempo de aprendizado e adaptação à complexidade percebida. Já o estudante 02 aponta a dificuldade principal na compreensão dos comandos do *software*, destacando a relevância de uma interface intuitiva e amigável para facilitar a compreensão.

O estudante 03 compartilha uma experiência em geral positiva, mas menciona uma limitação específica relacionada do *PictoBlox* a programação de duas matrizes de LED simultaneamente. Essa observação sugere possíveis áreas de aprimoramento na funcionalidade do *software*.

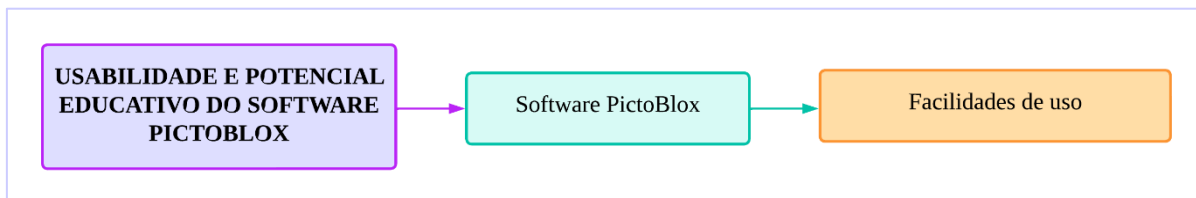
O estudante 09 menciona uma certa incapacidade de interpretar corretamente alguns comandos do *software*, destacando a possibilidade de mais clareza na apresentação de alguns elementos para a programação, melhorando ainda mais sua interface. Por fim, o estudante 10 também atribuiu a falta de interpretação de alguns blocos de comandos, ressaltando a inexperiência inicial e a importância de primeiramente explorar o *software PictoBlox* antes de desenvolver projetos de robótica educacional.

De modo geral, esses fragmentos de textos evidenciam que as dificuldades no uso do *PictoBlox* variaram desde desafios iniciais de percepção de complexidade até questões mais específicas relacionadas à interpretação de comandos e algumas limitações funcionais.

6.4.1.3 Unidade de sentido “Facilidades de uso”

A terceira unidade de sentido dentro dessa subcategoria, é intitulada como “Facilidades de uso” e está apresentada na Figura 106.

Figura 106: Unidade de sentido “Facilidades de uso” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

A unidade de sentido “Facilidades de uso” foi nomeada com base na frequência de comentários dos estudantes que ressaltaram aspectos positivos e experiências favoráveis relacionadas à facilidade de uso do *software*.

Emergindo da importância de compreender como os participantes perceberam a usabilidade do *PictoBlox* no contexto do desenvolvimento de projetos de robótica educacional, essa unidade de sentido analisa as facilidades, pontos fortes e destaca aspectos que podem influenciar na inserção do *software* como recurso digital na escola. Essa compreensão pode auxiliar na definição de estratégias futuras, para aprimorar ainda mais a experiência do usuário, e assegurar que o *PictoBlox* possa atender às necessidades e expectativas dos educadores e estudantes no contexto da programação visual e robótica educacional.

A interface do *PictoBlox* associa cada ação a uma cor, e os mecanismos para a codificação de jogos são simplificados, permitindo que os estudantes arrastem blocos de códigos para áreas específicas, destacando-se por ser altamente intuitivo e fácil de entender, mesmo para aqueles sem conhecimento técnico prévio (Uptodown, 2022, s.p.).

A análise dos dados incluiu um total de trinta e seis excertos relacionados a essa unidade de sentido, dos quais alguns estão descritos a seguir:

“Um ótimo software, fácil de mexer e compreender, códigos e comandos bem interessantes.” (EST 01 – “Questionário”)

“Eu achei o software de fácil utilização. Porque ele é muito intuitivo.” (EST 04 – “Questionário”)

“Achei legal de mexer e fácil, pois é um aplicativo muito didático e lúdico, você consegue desenvolver vários projetos.” (EST 06 – “Questionário”)

“Ao realizar os projetos, percebi a facilidade que o software pictoblox proporciona para quem o utiliza, tem uma variedade enorme de recursos sobre programação, além de poder se conectar a muitas placas de computador.” (EST 09 – “Questionário”)

“Muito prático, fácil de usar, legal e divertido.” (EST 05 – “Roda de conversa”)

Os estudantes participantes expressaram, de forma unânime, uma perspectiva positiva em relação ao *software PictoBlox*. O estudante 01 ressaltou a experiência como sendo ótima, evidenciando a facilidade de manipulação, compreensão e atratividade dos códigos e comandos presentes. Da mesma forma, o estudante 04 enfatizou a facilidade de utilização do *PictoBlox*, associando essa característica à sua intuição, apresentando uma interface intuitiva e fácil de compreender.

O estudante 06 destacou a facilidade de uso e a natureza didática e lúdica do *PictoBlox*, percebendo-o como uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento de vários projetos de maneira descomplicada. Para o estudante 09, a ênfase recai sobre a facilidade percebida durante a realização de projetos, destacando a abundância de recursos de programação e a capacidade de integração com várias placas de computador.

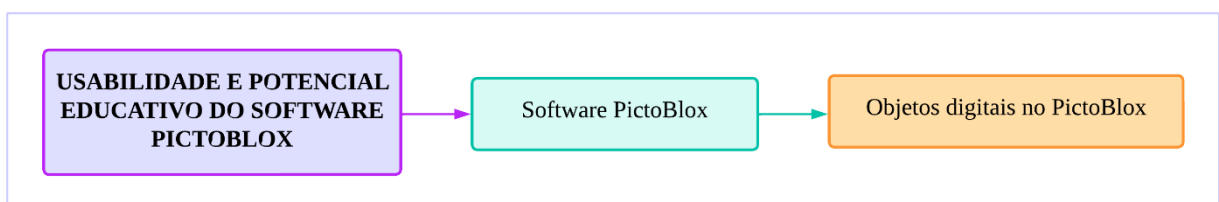
O estudante 05, por sua vez, resumiu sua experiência como prática, fácil, legal e divertida. Esses adjetivos refletem uma avaliação positiva da usabilidade do *PictoBlox*, destacando-o como uma ferramenta que facilita a programação e proporciona uma experiência agradável e divertida no desenvolvimento de projetos de robótica educacional.

Em conjunto, esses depoimentos evidenciam uma visão positiva e favorável dos estudantes em relação ao *PictoBlox*, percebendo-o como uma ferramenta eficaz, intuitiva e atraente para explorar diferentes conceitos e desenvolver projetos de maneira prática e lúdica.

6.4.1.4 Unidade de sentido “Objetos digitais no *PictoBlox*”

A quarta unidade de sentido dentro dessa subcategoria, é denominada como “Objetos digitais no *PictoBlox*” e está apresentada na Figura 107.

Figura 107: Unidade de sentido “Objetos digitais no *PictoBlox*” – Subcategoria “*Software PictoBlox*”.



Fonte: Elaborado pela autora no *Lucidchart* (2023).

A unidade de sentido intitulada “Objetos digitais no *PictoBlox*” aborda as perspectivas dos participantes sobre os objetos digitais produzidos durante o experimento de ensino, com objetivo de exploração do *software PictoBlox* e mobilização de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da programação visual. Foram considerados na análise os elementos digitais do *PictoBlox*, como: blocos de programação, extensões, interfaces gráficas ou outros elementos visuais para a criação de algoritmos e o desenvolvimento de projetos.

Na análise dos dados destacamos dez trechos relacionados a essa unidade de sentido e, os cinco mais significativos, são os que seguem:

“Do desenho com a caneta, na minha opinião foi o que mais me impressionou, achei bem da hora ter um pouco de matemática nele, foi isso.” (EST 03 – “Google sala de aula”)

“O labirinto automático, porque foi divertido e fácil de fazer.” (EST 04 – “Google sala de aula”)

“Gostei mais da do labirinto porque foi divertido fazer tudo passo a passo e depois que o projeto está pronto fica muito bom e divertido.” (EST 06 – “Google sala de aula”)

“O que eu gostei mais foi quando tivemos que fazer a nosso bonequinho andar sozinho pelo labirinto.” (EST 02 – “Google sala de aula”)

“Eu gostei mais do primeiro, de fazer o personagem andar sozinho por todo o percurso.” (EST 01 – “Google sala de aula”)

O estudante 03 expressou sua admiração pelo desenho com a caneta, destacando a presença de elementos matemáticos, o que indica uma apreciação pela combinação de visuais e conceitos matemáticos.

O estudante 04 achou o labirinto automático o mais divertido e fácil, destacando a importância da simplicidade e do aspecto lúdico na experiência. Da mesma forma, o estudante 06 também preferiu o projeto do labirinto, enfatizando a diversão no processo passo a passo e a satisfação ao ver o projeto finalizado. Por fim, tanto o estudante 02 quanto o estudante 01 apreciaram a capacidade de fazer um personagem percorrer o labirinto autonomamente, destacando a interação dinâmica e a capacidade de controlar o movimento do personagem como elementos interessantes.

As preferências dos estudantes destacam a importância de combinar elementos educacionais nos projetos, como a presença da Matemática, a facilidade de uso e a capacidade de interação dinâmica no *software PictoBlox* por meio da programação visual e a placa Arduino

Uno R3. Após a discussão das unidades de sentido, podemos concluir que, na categoria de análise “Usabilidade e potencial do *software PictoBlox*”, os estudantes enfatizaram os aspectos didáticos e lúdicos do *PictoBlox*, afirmando que este facilitou no aprendizado de programação.

O *software* foi elogiado por sua simplicidade e funcionalidades, que o tornavam acessível para iniciantes e aumentavam o envolvimento dos estudantes. A interface intuitiva e a facilidade de manipulação foram pontos destacados positivamente. Estudantes relataram uma experiência prática e agradável, enfatizando a simplicidade no uso do *software* para desenvolver projetos de robótica educacional. A facilidade de uso do *PictoBlox* foi associada à sua capacidade de integrar várias funcionalidades de maneira descomplicada, tornando a experiência de programação divertida e motivadora.

Apesar do *feedback* positivo, alguns estudantes enfrentaram dificuldades específicas, como a compreensão de comandos e a resolução de problemas técnicos. Alguns depoimentos destacaram a importância do tempo de adaptação e a necessidade de uma interface ainda mais intuitiva para superar esses desafios.

Os estudantes também apreciaram a criação de elementos digitais no *PictoBlox*, utilizando blocos de programação e interfaces gráficas que facilitavam na criação de algoritmos e o desenvolvimento de projetos. Em suma, esta categoria mostrou-se eficaz no envolvimento dos estudantes, tornando o processo de aprendizado de programação visual mais interessante e motivador, apesar de algumas dificuldades técnicas que podem ser melhoradas. As experiências relatadas pelos estudantes indicam que o *PictoBlox* é uma ferramenta intuitiva e acessível, capaz de enriquecer o ensino por meio da programação visual e da robótica educacional.

6.5 Síntese de análise das três categorias

O trabalho de análise dos dados desta pesquisa se concentrou em três categorias, cada uma considerando um dos impactos da robótica educacional com o uso do *software PictoBlox* e a placa de prototipagem Arduino Uno R3 em processos de ensino e aprendizagem da Matemática. Por sua vez, essas categorias se desdobraram em seis subcategorias, agregando vinte e cinco unidades de sentido, que delinearam um panorama abrangente das experiências dos participantes no experimento de ensino.

A primeira categoria “Robótica educacional com o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno”, proporciona compreensões sobre as contribuições e dificuldades enfrentadas pelos estudantes. A subcategoria “Contribuições da robótica educacional” destaca a promoção do aprendizado ativo, a colaboração e o trabalho em equipe, o desenvolvimento de habilidades

técnicas e o aumento do envolvimento e motivação dos estudantes nas atividades e/ou projetos de robótica educacional.

Com os resultados da análise das unidades de sentido da primeira categoria, podemos evidenciar que a robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno promove um aprendizado ativo, integrando habilidades da Matemática e do pensamento computacional que contribui no processo de ensino e aprendizagem. Foi possível observar também a colaboração e o trabalho em equipe, que facilita na realização das atividades e/ou projetos de robótica educacional por meio da troca de ideias e objetos de conhecimentos.

A experiência de programação visual no *PictoBlox* e a montagem dos projetos na placa Arduino Uno estimulam o desenvolvimento de habilidades técnicas, programação e robótica educacional, preparando os estudantes para os desafios contemporâneos. Através das atividades e projetos, a Matemática se apresenta como uma habilidade transversal, integrando-se com várias disciplinas.

Esses resultados, se assemelham aos de Silva e Javaroni (2022), que constataram que o uso da robótica e da programação, aliado a atividades de conteúdo matemático, facilita o estudo e a formação desses conceitos. Os autores ainda afirmam, que a robótica e a programação permitem que os estudantes façam conexões mentais entre o conhecimento já adquirido e o que está sendo desenvolvido.

Na subcategoria “Dificuldades da robótica educacional”, aponta para desafios, como obstáculos gerais nos projetos, questões técnicas e demandas relacionadas a recursos tecnológicos e componentes eletrônicos. Os estudantes enfrentaram alguns desafios na compreensão e aplicação de conceitos eletrônicos. Problemas com recursos tecnológicos e componentes destacaram a necessidade de investimentos em materiais de boa qualidade para evitar atrasos e possíveis frustrações nos estudantes. Sobre essas dificuldades, Campos (2017, p. 2118) afirma que precisamos considerar a “articulação entre a área de computação e educação. Não será possível fomentar propostas e práticas educativas concretas sem a integração da área de computação (robótica) com a educação”.

A terceira subcategoria, “Placa Arduino Uno em projetos de robótica educacional com *PictoBlox*”, destaca a importância da placa Arduino Uno na concepção de atividades e projetos de robótica educacional. Os estudantes avaliaram a placa Arduino Uno como uma ferramenta acessível, intuitiva e eficaz no desenvolvimento de projetos, o que, por sua vez, facilitou a mobilização de habilidades complementares, tais como eletrônica básica, montagem de componentes e resolução de curtos-circuitos.

Este achado está em consonância com a pesquisa de Silva e Silva (2020), que demonstrou que os estudantes apresentam maior facilidade em aprender conteúdos quando conseguem interagir concretamente com o código e os resultados observados. Destacando ainda, que essa interação promoveu uma melhor compreensão de cada parte do código e facilitou a identificação de erros, além de aumentar a motivação dos estudantes em utilizar a programação com a Arduino em projetos subsequentes.

A segunda categoria “Desenvolvimento de habilidades da Matemática e pensamento computacional por meio da robótica educacional”, proporciona um entendimento mais aprofundado das habilidades que foram adquiridas pelos estudantes com as atividades e/ou projetos de robótica educacional.

Na subcategoria “Habilidades da Matemática”, destacaram-se a consolidação de conceitos matemáticos, desenvolvimento de habilidades e competências matemáticas e a multidisciplinaridade. Podemos destacar também, uma variedade de contribuições que a robótica educacional, utilizando o *software PictoBlox* e a placa Arduino Uno proporciona aos estudantes de EM. Como por exemplo, na representação gráfica e manipulação de dados, os estudantes desenvolveram habilidades de análise e reconhecimento de padrões, essenciais tanto na Matemática quanto no pensamento computacional.

Assim como a pesquisa realizada por Antonio e Garbossa (2023), que afirmam que “a robótica pode ser uma ferramenta poderosa para incentivar os estudantes a aprender matemática de forma mais envolvente e prática”. Eles destacam ainda, que ao utilizar de robôs e/ou sistemas para mobilizar conceitos matemáticos, os estudantes podem experimentar e visualizar conceitos considerados abstratos em funcionamento, o que pode ajudá-los a entender melhor esses conceitos.

A subcategoria “Habilidades do pensamento computacional”, evidencia a mobilização dessas habilidades através de seus quatro pilares: abstração, algoritmos, decomposição e reconhecimento de padrões. A representação matricial e o raciocínio lógico em projetos de robótica educacional demonstram a aplicabilidade prática desses conceitos, preparando os estudantes para enfrentarem desafios do mundo real. Projetos de robótica educacional promovem a habilidade de abstração ao simplificar processos complexos, enquanto a decomposição de problemas em partes menores destaca o valor do pensamento reflexivo e da resolução de problemas.

Em um mapeamento sobre pensamento computacional e robótica educacional realizado por Rocha, Lara e Müller (2022), os resultados também apontam que ambos são métodos

eficazes para uma aprendizagem ativa, na qual os estudantes constroem conhecimentos de forma participativa. A robótica é destacada como uma excelente ferramenta para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Com a aplicação e mobilização dessas habilidades, os estudantes obtiveram uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos e computacionais, enquanto desenvolviam suas habilidades de pensamento crítico, lógico e criativo.

A terceira categoria “Usabilidade e potencial educativo do *software PictoBlox*”, concentra-se na experiência dos estudantes com o *software* e sua programação visual em blocos. A subcategoria “*Software PictoBlox*” denota conclusões que inclui a aprendizagem como uma experiência divertida, embora tenham surgido algumas dificuldades no seu uso.

Com os resultados da análise das unidades de sentido da terceira categoria, podemos afirmar que o *PictoBlox* foi bem apreciado pelos estudantes por proporcionar uma “aprendizagem divertida”, com um ambiente amigável e intuitivo que facilita na programação visual e motiva os estudantes em suas atividades. Como evidenciado na pesquisa de Torres, Aroca e Burlamaqui (2014), a programação visual permite trabalhar com vários exercícios e possibilidades de forma simplificada e intuitiva, sem comprometer o conteúdo original do tema abordado.

De forma semelhante, a pesquisa de Cardoso (2023) demonstrou que o pensamento computacional, a robótica educacional e a codificação visual no *PictoBlox* são recursos relevantes que garantem o protagonismo, a motivação e o divertimento dos estudantes.

Quanto às dificuldades no uso, os estudantes destacaram problemas relacionados à interpretação de comandos e à complexidade inicial do *software PictoBlox*. Cardoso (2023) também aponta dificuldades semelhantes quanto à complexidade inicial do *PictoBlox*, mas observa que isso resulta positivamente, pois a participação dos estudantes e o fato de serem desafiados contribui para o desenvolvimento deles em projetos futuros.

Em nossa pesquisa, para mitigar possíveis dificuldades, foi realizada inicialmente uma exploração do *PictoBlox* por meio da criação de objetos digitais, o que garantiu um melhor aproveitamento das suas capacidades nas atividades e projetos subsequentes. Apesar dessas dificuldades, muitos estudantes avaliaram o *PictoBlox* de maneira positiva, descrevendo-o como prático, fácil e divertido.

Portanto, podemos afirmar que a presente pesquisa oferece uma análise do uso da robótica educacional com o *PictoBlox* e da placa Arduino Uno, no contexto do ensino e aprendizagem da Matemática e habilidades do pensamento computacional.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal compreender as contribuições e dificuldades que emergem do uso da robótica educacional, utilizando o *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional com estudantes do EM. Para alcançar esses resultados e responder à questão que norteia este trabalho, realizamos um experimento de ensino com doze estudantes do EM de uma escola pública de Barra do Bugres – MT.

A questão que norteou este estudo foi: quais são as principais contribuições e dificuldades da robótica educacional, com o uso do *software* de programação visual *PictoBlox* e placa Arduino Uno, para o ensino da Matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional com estudantes do Ensino Médio?

Como os objetivos específicos da pesquisa incluem promover atividades e projetos de robótica educacional direcionados à mobilização dessas habilidades com o uso do *PictoBlox* e da placa Arduino Uno, e posteriormente, na identificação das habilidades desenvolvidas adjunto a análise das principais contribuições e dificuldades dos estudantes no decorrer do experimento de ensino em robótica educacional, no experimento de ensino, foram realizadas diversas atividades e projetos de robótica utilizando o *software PictoBlox* e placa Arduino Uno R3 (apresentadas na seção 5).

Por meio da análise dos dados produzidos nesse experimento de ensino, foi possível identificar inúmeras habilidades e competências da Matemática e do pensamento computacional que foram mobilizadas e desenvolvidas pelos estudantes (apresentadas e discutidas na seção 6), além de evidenciar as contribuições e algumas das dificuldades do uso da robótica educacional na perspectiva proposta.

Entre as principais contribuições dessa abordagem, destacam-se os seguintes aspectos: o aprendizado ativo; a colaboração e o trabalho em equipe; aplicação prática de objetos de conhecimentos da Matemática; a compreensão e uso de conceitos matemáticos; envolvimento e motivação dos estudantes nas atividades e projetos de robótica educacional; habilidades colaborativas; o desenvolvimento de habilidades técnicas em programação visual e eletrônica na montagem de circuitos.

No entanto, a pesquisa também identificou algumas dificuldades no uso desta abordagem em processos de ensino e aprendizagem, como: dificuldades na compreensão de alguns conceitos eletrônicos; problemas técnicos com componentes eletrônicos; a

disponibilidade e qualidade dos componentes eletrônicos utilizados na criação das atividades e projetos de robótica educacional.

Com o desenvolvimento das atividades e projetos de robótica educacional utilizando o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno, os estudantes tiveram a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos em contextos práticos, reforçando seu entendimento por meio da experimentação e da aplicação real.

A pesquisa evidenciou que o uso da robótica educacional aliado ao *software PictoBlox* e a placa Arduino Uno é eficaz no desenvolvimento de habilidades matemáticas e do pensamento computacional, alinhadas com o que preconiza a BNCC, assegurando sua relevância e aplicabilidade desta abordagem no contexto educacional.

Durante todo o experimento de ensino, estabeleceu-se um vínculo significativo com os estudantes. A interação constante e a troca de experiências promoveram um ambiente de aprendizado colaborativo e motivador. Essa relação foi essencial para superar os desafios e manter os estudantes envolvidos durante os encontros, especialmente considerando que todos estavam sendo introduzidos ao *software PictoBlox* e à programação visual pela primeira vez.

Outro aspecto a ser considerado em quanto ao uso da robótica educacional com o *PictoBlox* e placa Arduino Uno, é a seleção do conteúdo e o nível de dificuldade das atividades e projetos. Os participantes desta pesquisa eram estudantes do 1º ano e 2º ano do EM, e quando se têm um perfil variado, é importante manter o equilíbrio para tornar os projetos significativos sem gerar desmotivação.

Em relação ao uso do *software PictoBlox*, este se mostrou acessível e foi apreciado pelos estudantes por proporcionar uma “aprendizagem divertida”. O ambiente amigável e intuitivo facilitou a programação visual, motivando os estudantes no desenvolvimento de suas atividades e projetos de robótica educacional. A escolha deste *software* para a pesquisa, foi motivada precisamente por esses aspectos: sua interface intuitiva, o fato de ser gratuito e a capacidade de, em conjunto com a placa Arduino Uno, promover a integração de habilidades da Matemática e do pensamento computacional no contexto da robótica educacional.

Quanto a placa Arduino Uno, foi selecionada devido à sua acessibilidade, baixo custo e compatibilidade com uma ampla variedade de componentes eletrônicos, tornando-a uma ferramenta viável para ser implementada no ambiente escolar. Com essas características, facilitou na introdução dos conceitos de eletrônica e programação visual, tornando-a ideal para iniciantes e estudantes. Os estudantes a consideraram como “fácil de usar”, e sua integração

com o *software PictoBlox* ampliava ainda mais suas capacidades, estimulando a criatividade, o pensamento computacional e o movimento *maker* do “faça você mesmo”.

A análise dos dados e resultados evidenciou a abordagem adotada teve um impacto positivo na experiência de aprendizado dos estudantes, destacando a relevância do uso da robótica educacional com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno no ensino de Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional. Muitos estudantes relataram que a experiência lhes proporcionou uma nova perspectiva sobre a Matemática e a programação, percebendo essas disciplinas como mais acessíveis e aplicáveis. Além disso, a aquisição de novas habilidades técnicas e o desenvolvimento do pensamento computacional são aspectos que poderão beneficiar os estudantes em diversas áreas de suas vidas futuras.

Enquanto pesquisadora e mediadora do experimento de ensino em robótica educacional, essa etapa foi prazerosa e enriquecedora. Desenvolver e conduzir as atividades e os projetos de robótica educacional utilizando o *software PictoBlox* e a placa Arduino Uno para estudantes do Ensino Médio foi uma experiência transformadora, tanto em termos acadêmicos quanto profissionais.

Conseqüentemente, essas reflexões enriquecem as concepções sobre a implementação da robótica educacional em conjunto com o *PictoBlox* e a Arduino Uno no cenário educacional. As dificuldades mencionadas servem como estímulo para a contínua busca de estratégias ativas e eficientes que se alinhem à educação e à inserção das tecnologias.

Outras pesquisas também podem ser delineadas no futuro para ampliar e aprimorar o uso da robótica educacional para o ensino da Matemática. Entre essas sugestões, destacam-se: a realização de avaliações a longo prazo para investigar o impacto da robótica com o *PictoBlox* e a placa Arduino Uno no ensino de Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional; a análise da adaptação desse tema em ambientes de aprendizagem online; e a investigação das possibilidades de expansão da robótica educacional no contexto escolar.

Concluimos este trabalho com a convicção de que a robótica educacional, aliada ao *PictoBlox* e à placa Arduino Uno, atende às demandas educacionais contemporâneas. Abrimos um caminho que transcende fronteiras tradicionais da educação, superando barreiras convencionais nos processos de ensino. Além de desenvolver habilidades e competências fundamentais para a Educação Básica, a robótica educacional também prepara os estudantes para os desafios futuros, capacitando-os com as habilidades essenciais necessárias para enfrentar os desafios do século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Eliane Vigneron Barreto. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Revista vértices** (Campos dos Goitacazes), v. 10, n. 1-3, p. 63-71, 2008.

ALMEIDA, Maria Aparecida. Possibilidades da robótica educacional para a educação matemática. Trabalho de PDE Disponível em:< www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/363-4.pdf >. Acesso em: 09 jan. 2024, v. 25, 2007.

ALVES, Rafael Machado; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; DA FONSECA ELIA, Marcos. Duinoblocks: Desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 03, p. 126, 2014.

AMORIM, Jadson *et al.* Integrando as Plataformas App Inventor e Arduino na Construção de um Humanoide. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2016. p. 786-795.

ANTONIO, Edson Ruyz Junior; GARBOSSA, Renata Adriana. O uso da robótica para aprendizagem de matemática no ensino fundamental II. **Caderno Intersaberes**, v. 12, n. 44, p. 3-18, 2023.

ARAUJO, Ana Liz; ANDRADE, Wilkerson; GUERRERO, Dalton. Um mapeamento sistemático sobre a avaliação do pensamento computacional no brasil. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2016. p. 1147.

BARBOSA, Fernando da C. *et al.* Robótica educacional em prol do ensino de matemática. In: **Anais do XXI Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2015. p. 271-280.

BBC LEARNING, Bitesize. What is computational thinking?, 2015. Disponível em: < <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision> >. Acesso em: 26 jun. 2022.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

BLIKSTEIN, Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. **Education & Courses**, v. 1, 2008.

BOUCINHA, Rafael Marimon *et al.* Construção do pensamento computacional através do desenvolvimento de games. **RENOTE**, v. 15, n. 1, 2017.

BRACKMANN, Christian Puhmann. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. 2017. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRANDÃO, Edmilson Jorge Ramos; Teixeira, Canabarro. Software Educacional o Complexo Domínio dos Multimeios. **Passo Fundo, RS: Material didático, Universidade de Passo Fundo**, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CEB n. 4/98. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: MEC/CNE, 1998b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 04 de julho de 2022.

CAMAS, Nuria; MANDAJA, Mônica; RIBEIRO, Renata; MENGALLI, Neli. **Professor e cultura digital**: reflexão teórica acerca dos novos desafios na ação formadora para nosso século, 2013.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista ibero-americana de estudos em educação**, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017.

CARDOSO, Carlos Costa. Robótica educacional e pensamento computacional como uma metodologia para o ensino de algoritmos e programação. 2023. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2023.

CARNIELLO, Andreia; ZANOTELLO, Marcelo. Desenvolvimento de habilidades digitais na escola por meio da integração de jogos digitais, programação e robótica educacional virtual. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 176–198, 2020.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes; BLEY, Dgamar Pocrifka. Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, p. 21-40, 2018.

CAVALCANTE, Ahemenson; COSTA, Leonardo Dos Santos; ARAUJO, Ana Liz. Um estudo de caso sobre competências do pensamento computacional desenvolvidas na programação em blocos no Code. Org. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2016. p. 1117.

CONFORTO, Debora. *et al.* Pensamento computacional na educação básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 1, n. 1, 2018.

COUTO, Gabriel Militello. **Pensamento computacional educacional: ensaio sobre uma perspectiva libertadora**. 2017. 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) –Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

CRESWELL, John Ward. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto**. In: Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2010.

CRUZ, Sara; BENTO, Marco; LENCASTRE, José Alberto. TREINAMENTO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL USANDO PICTOBLOX: ESTUDO EXPLORATÓRIO COM ALUNOS DO PRIMÁRIO.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da Teoria a Prática**. Campinas: Papirus, 2001.

DA COSTA, Nielce Meneguelo Lobo; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 16, 2015.

DA SILVA, Iago Sinésio Ferris; DE FRANÇA, Rozelma Soares; FALCÃO, Taciana Pontual. Um Mapeamento de Recursos para Desenvolvimento do Pensamento Computacional. In: **Anais do VI Congresso sobre Tecnologias na Educação**. SBC, 2021. p. 41-50.

DE ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. **ProInfo: Informática e Formação de Professores** – Vol. 1; Brasília: MEC/ Secretaria de Educação à Distância, 2000.

DE ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. PENSAMENTO COMPUTACIONAL NAS POLÍTICAS E NAS PRÁTICAS EM ALGUNS PAÍSES. **Revista Observatório**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 202–242, 2019.

DE OLIVEIRA, Almir; GUEDES, Elloá. Uma Análise Comparativa de Kits para a Robótica Educacional. In: **Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação**. SBC, 2015. p. 110-119.

DE ROBÓTICA, Grupo. Introdução ao arduino. **Notas de aula, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**, p. 10, 2012.

DE SANTANA, Sivaldo Joaquim; OLIVEIRA, Wilk. Desenvolvendo o Pensamento Computacional no Ensino Fundamental com o uso do Scratch. In: **Anais do XXV Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2019. p. 158-167.

DE SOUZA, Maria Sylvania Marques Xavier; DE CASTRO, Juscileide Braga. O uso da Robótica no Ensino e na Aprendizagem da Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 5, n. 4, p. 55-76, 2022.

DULLIUS, Maria Madalena. TECNOLOGIAS NO ENSINO: POR QUE E COMO?. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 9, n. 1, 2012.

EDUSCRATCH. (2015). **Página do Scratch para apoio, formação e partilha de experiências na comunidade educativa**. Disponível em: < <http://eduscratch.dge.mec.pt/>>. Acesso em: 04 de agosto de 2022.

FELIX, Douglas Furtado; BILLA, Cleo Zanella; ADAMATTI, Diana Francisca. O ensino do pensamento computacional em séries finais do ensino fundamental: uma proposta embasada na neurociências. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 11, n. 1, p. 88-95, 2019.

GESSER, Gabriel José. **Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática**. 2022. 125 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis 2022.

GOMES, Cristiane Grava *et al.* A Robótica como facilitadora do Processo Ensino-aprendizagem de Matemática no ensino Fundamental. **Ensino de Ciências e Matemática IV- Temas e Investigações**. São Paulo: Editora UNESP Cultura Acadêmica. Disponível em: < <http://books.scielo.org/id/bpkg/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf> [GS Search] >, 2010.

GONÇALVES, Luiz Marcos Garcia; AROCA, Rafael Vidal. História do WRE. In: Workshop de Robótica Educacional, 5, 2014. São Carlos. **Anais...** São Carlos: Editora Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2014. p. 7-9.

JESUS, Angelo Magno; SILVEIRA, Ismar Frango; DE LIMA PALANCH, Wagner Barbosa. Desenvolvimento do Pensamento Computacional por Meio da Colaboração: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 27, n. 02, p. 69, 2019.

KENSKY, Vani. **Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas, Papirus, 2012.

KALINKE, Marco Aurélio. O uso da robótica educacional em atividades de matemática: o que dizem as dissertações do PPGFCET sobre esta temática. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 6, n. 3, p. 1-21, 2021.

KUCUK, Sevda; SISMAN, Burak. Padrões comportamentais de alunos e professores do ensino fundamental no ensino individual de robótica. **Computadores e Educação**, v. 111, p. 31-43, 2017.

LIBARDONI, Gláucio Carlos. **Oficina de Robótica no Ensino Médio como metodologia de construção de conhecimentos de Ciências Exatas**. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Porto Alegre: UFRGS, 2018 (Tese de Doutorado).

LIUKAS, Linda. **Hello Ruby: adventures in coding**. Feiwel & Friends, 2015.

LIMBERGER, Karen Martins; BRANDOLT, Thelma Duarte Delgado; BERTOGLIO, Diana Schuch. As funções da experimentação no ensino de Ciências e Matemática. **Revista ENCITEC**, v. 6, n. 2, p. 54-64, 2016.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, p. 264-282, 2004.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação matemática e Tecnologias Digitais: reflexões sobre prática e formação docente/Mathematics education and digital technologies: Reflexions about the practice in teacher education. **Acta Scientiae**, v.10, n. 1, p. 59-67, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados. In: **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. 2012. p. 277-277.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio *et al.* Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspecfiva**, v. 38, n. 143, 2014.

MARTINEZ, Sylvia Libow; Stager, Gary. Inventar para aprender. **Fabricação, ajustes e engenharia em sala de aula**. Torrance, Canadá: Construindo o Conhecimento Moderno, 2013. Torrance, CA.

MEC. Base Nacional Comum Curricular - Estudo Comparativo entre a Versão 2 e a Versão Final., 12. abr. 2017. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_Comparativo.pdf >. Acesso em: 08 de julho de 2022.

MEDEIROS, Juliana *et al.* Movimento Maker na Educação: creative learning, Fab Labs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, no ensino fundamental 2 (séries finais). 2018.

MEDEIROS, Rosimere Pereira; Softwares matemáticos: O uso de novos recursos tecnológicos para o processo de ensino e aprendizagem da matemática; **REBES** – Revista brasileira de educação e saúde; ISSN - 2358-2391; Pombal - PB, Brasil, v. 4, n. 3, p. 6-12, jul.-set., 2014.

MELLO, Gustavo Souza de. Placa Arduino na Aprendizagem Ativa de Matemática. In: **Congresso Internacional de Ensino de Matemática**, 7, 2017, Canoas. Anais do VII CIEM, Canoas, RS: Universidade Luterana do Brasil; 2017. p. 1-9.

MENDES, Karla Carollyne Pereira; BRAGA, Kayla Rocha. A ROBÓTICA NO PROCESSO DE ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Multidebates**, v. 7, n. 1, p. 45-51, 2023.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, out. 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 3. ed. Revisada e Ampliada. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

MORAN, José Manuel *et al.* **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, Priscila Rezende; FIDALGO, Fernando Selmar Rocha; DA SILVA COSTA, Evandro Alexandre. Mídias digitais no ensino da Matemática. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 5, n. 2, p. 56-70, 2020.

MOURA, Adriana Ferro; LIMA, Maria Glória. A Reinvenção da Roda: Roda de Conversa, um instrumento metodológico possível. **Universidade Federal da Paraíba. Revista Temas em Educação**, v. 23, n. 1, p. 95, 2014.

PAPERT, Seymour. Teaching Children Thinking, **Logo Memo nº 2**, 1971. Disponível em: < archive.org/stream/bitsavers_mitaiaimAI_471587/AIM-247_djvu.txt >. Acessado 05 de junho de 2022.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: repensando escola na era da informática**. Porto Alegre: Artemed, 2008.

PASSOS, Ramieri da Cunha. **Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do ensino fundamental II**. 2017. 134 f. Dissertação de

Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.

RAZZERA GAJARDO, Adolfo; WEBBER, Carine Geltrudes. Plataformas de programação para crianças: uma revisão sistemática da literatura. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 1, p. 166-179, 2021.

RIBEIRO, Célia Rosa; COUTINHO, Clara Pereira; COSTA, Manuel FM. A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no Ensino Básico. 2011.

RIBEIRO, Flávia Martins; PAZ, Maria Goretti. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos-FACOS/CNEC, Osório, Ano**, v. 2, p. 1-10, 2012.

SCANNAVINO, Katia Romero Felizardo; Nakagawa, Elisa Yumi; Fabbri, Sandra Camargo Pinto Ferraz & Ferrari, Fabiano Cutigi. **Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro. Elsevier. 2017.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

SILVA, Joseane; SILVA, Leonardo. MAPA: Módulo Avançado de Programação com Arduino, uma ferramenta de inicialização a robótica. In: **Anais da XX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe**. SBC, 2020. p. 301-310.

SILVA, Maria Aparecida; JAELSON, SILVA. Cultura maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do sesc ler Goiana. In: **XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação. Anais, Recife: SENAC**. 2018.

SILVA JUNIOR, Luiz Alberto; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. O software Atlas. ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 715-728, 2018.

SILVA, Hutson Roger; SILVA, Suselaine da Fonseca; SILVA, Jéssica Ramos da. Robótica e matemática na formação da cidadania: Associando números negativos e educação no trânsito. In: **VI WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL**. 2015.

SHUTE, Valerie J.; SOL, Chen; ASBELL-CLARKE, Jodi. Desmistificando o pensamento computacional. **Revisão de pesquisa educacional**, v. 22, p. 142-158, 2017.

SOUZA, Anderson R. de *et al.* A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, p. 01-05, 2011.

SOUZA, Eduardo Cardoso de. Programação no ensino de matemática utilizando Processing 2: Um estudo das relações formalizadas por alunos do ensino fundamental com baixo rendimento

em matemática. 2016. 188 f. : il. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.

STEAMPEDIA. **Introdução ao PictoBlox, 2022.** Disponível em: < <https://thestempedia.com/tutorials/getting-started-pictoblox> >. Acesso 08 de agosto de 2022.

STEAMPEDIA. **PictoBlox, 2022.** Disponível em: <<https://thestempedia.com/product/pictoblox/>>. Acesso 08 de agosto de 2022.

TORRES, Victor Paiva; AROCA, Rafael Vidal; BURLAMAQUI, Aquiles Filgueira. Ambiente de programação baseado na web para robótica educacional de baixo custo. **HOLOS**, v. 5, p. 252-259, 2014.

UPTODOWN. **PictoBlox, 2022.** Disponível em: < <https://pictoblox.br.uptodown.com/windows> >. Acesso 08 de agosto de 2022.

VALENTE, José Almeida. INTEGRAÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO CURRÍCULO DA EDUCAÇÃO BÁSICA: DIFERENTES ESTRATÉGIAS USADAS E QUESTÕES DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AVALIAÇÃO DO ALUNO | Valente | **Revista e-Curriculum**. e-Curriculum, [s. l.], v. 14, n. 03, p. 864–897, 2016.

VALLADARES, Licia. Os dez mandamentos da observação participante. **Revista brasileira de ciências sociais**, v. 22, p. 153-155, 2007.

WALTER, Silvana Anita; BACH, Tatiana Marceda. Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: inovando o processo de análise de conteúdo por meio do atlas. **Ti. Administração: ensino e pesquisa**, v. 16, n. 2, pág. 275-308, 2015.

WANZALA, Jimmy Nabende; ATIM, Michael Robson. Detector de semáforos sem fio baseado em IA usando classificação de imagem em aprendizado de máquina para reduzir acidentes de trânsito: um estudo de caso do tráfego rodoviário de Uganda. 2021.

WING, Jeannette Marie. Computational Thinking Benefits Society. **Social Issues in Computing**, 2014. Disponível em: < <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/> >. Acesso em: 16 jun. 2022

WING, J Jeannette Marie. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33, 2006.

WING, Jeannette. PENSAMENTO COMPUTACIONAL–Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2016.

ZANETTI, Humberto; BORGES, Marcos; RICARTE, Ivan. Pensamento computacional no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura brasileira. **In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE**. 2016. pág. 21.

ZILLI, Silvana do Rocio. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis.

APÊNDICE

Nesta seção serão apresentadas as Figuras 108 e 109, que contêm o parecer consubstanciado do CEP, aprovando esta pesquisa de mestrado.

Figura 108: Parecer consubstanciado do CEP para esta pesquisa.

	UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO - UNEMAT	
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa: Análise do uso da robótica educacional com a plataforma PictoBlox para o desenvolvimento de habilidades da Matemática e do pensamento computacional		
Pesquisador: ANDRESSA PIRES MARASSI		
Área Temática:		
Versão: 2		
CAAE: 65511222.3.0000.5166		
Instituição Proponente: UNEMAT		
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		
DADOS DO PARECER		
Número do Parecer: 5.895.412		

Fonte: Plataforma Brasil (2023).

Figura 109: Resultado do parecer consubstanciado do CEP para esta pesquisa.

Situação do Parecer: Aprovado
Necessita Apreciação da CONEP: Não
CACERES, 15 de Fevereiro de 2023
<hr/> Assinado por: Raul Angel Carlos Olivera (Coordenador(a))

Fonte: Plataforma Brasil (2023).