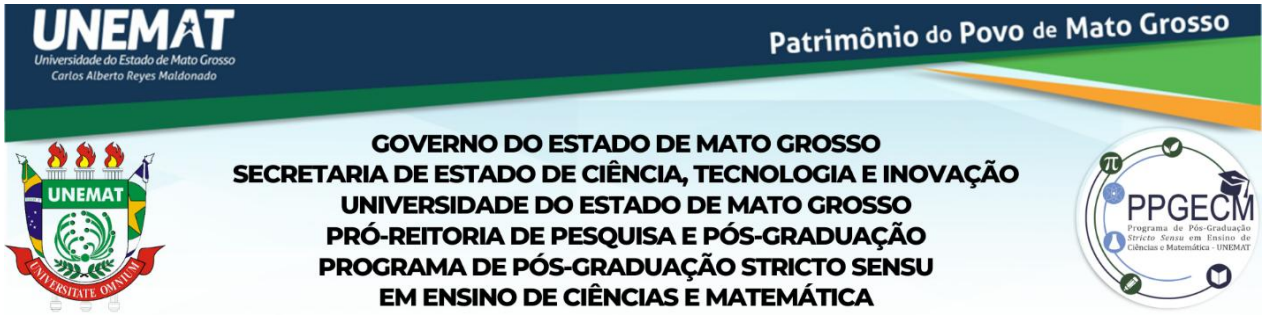


Ensino da Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da robótica com Placa Arduino e software PictoBlox

MARCELO LIMA PORTELA

Barra do Bugres, MT
2026

MARCELO LIMA PORTELA

Ensino da Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da robótica com Arduino e software PictoBlox

MARCELO LIMA PORTELA

Pesquisa apresentado 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/MT.

Orientador (a): Dr Diego Piasson

Linha de Pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

Barra do Bugres - MT
2026

MARCELO LIMA PORTELA

Ensino da Matemática e Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da Robótica com Placa Arduino e Software PictoBlox.

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: 05 de maio de 2026.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
DIEGO PIASSON
Data: 22/05/2026 11:23:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

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

gov.br Documento assinado digitalmente
MINEIA CAPPELLARI FAGUNDES
Data: 14/05/2026 17:18:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Minéia Cappellari Fagundes (PPGECM/UNEMAT)
Examinadora Interna

gov.br Documento assinado digitalmente
ADRIANA SOUZA RESENDE
Data: 13/05/2026 16:16:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Adriana Souza Resende (PROFMAT-SNP/UNEMAT)
Examinadora Externa ao Programa

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

P843e Portela, Marcelo Lima.
Ensino da Matemática e desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da robótica com Placa Arduino e software PictoBlox / Marcelo Lima Portela. - Barra do Bugres, 2026.
211f.: il.

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

1. Educação Básica. 2. Matemática. 3. Pensamento-Computacional. 4. Robótica Educacional. I. Piasson, Diego. II. Título.

UNEMAT / MTSCB CDU 51:004

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que até aqui tem me sustentado, guiado meus passos e permitido vivenciar esta experiência única. Foi nele que encontrei força, sabedoria e perseverança para superar os desafios desta caminhada.

À minha família, pelo apoio incondicional e por acreditar em meus sonhos. Em especial, à minha mãe, que sempre foi minha base, inspiração e maior exemplo de dedicação, coragem e amor. Sua presença constante tornou esta conquista possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diego Piasson, cuja presença foi muito além da orientação acadêmica. Sua escuta atenta, seus questionamentos precisos e sua orientação cuidadosa foram fundamentais para que esta pesquisa alcançasse maturidade e profundidade. Seu compromisso com o conhecimento deixou marcas que levarei por toda a minha trajetória.

À banca examinadora, composta pelas professoras doutoras Adriana Souza Resende e Minéia Capellari Fagundes, pelas valiosas contribuições e pelos apontamentos que enriqueceram significativamente este trabalho.

Aos doze estudantes participantes desta pesquisa, por aceitarem o desafio de aprender por meio da robótica educacional e compartilharem suas experiências. Estendo meus agradecimentos aos seus responsáveis, pela confiança e autorização para a realização deste estudo.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Campus de Barra do Bugres, pelos conhecimentos compartilhados e pelas experiências vividas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio ao desenvolvimento e à consolidação da pós-graduação *stricto sensu* no país, contribuindo para a formação acadêmica e científica.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), por promover uma educação pública, gratuita e de qualidade.

Por fim, agradeço a todos os educadores e educadoras que acreditam na educação como instrumento de transformação social. Que este trabalho possa contribuir, ainda que modestamente, para fortalecer essa missão e inspirar novas práticas e pesquisas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pilares do Pensamento Computacional 26
Figura 2: Tela de interação do Pictoblox 33
Figura 3: Etapas da ATD 49
Figura 4: As duas primeiras fases da ATD (Unitarização e Categorização) no Atlas.ti 51
Figura 5: Etapa três da ATD no Atlas.ti 52
Figura 6: Recorte do módulo 01 – Conhecendo o PictoBlox e Arduíno Uno 55
Figura 7: Mosaico de imagens mostrando os estudantes montando e programando o protótipo do semáforo inteligente. 58
Figura 8: Recortes do Módulo Polígonos no Módulo Matriz Max 7219 60
Figura 9: Recorte do módulo Braço Reflexivo 63
Figura 10: Recortes do módulo 05: Volume Dinâmico 66
Figura 11: Recortes do Módulo Umidade de solo 69
Figura 12: Recorte da Tabela e Gráfico produzido pelos alunos no Modulo 6 70
Figura 13: Recortes do projeto Jardim Autônomo 72
Figura 14: Recorte do Protótipo da estação meteorológica em funcionamento na parte externa da sala e dentro do laboratório de informática. 74
Figura 15: Recortes da programação do protótipo estufa 75
Figura 16: Dados coletados organizados em planilha eletrônica e representados por gráficos – Parte Interna 76
Figura 17: Protótipo Garra Dinâmica 78
Figura 18: Projeto Chancela de Pedágio 80
Figura 19: Garagem Automatizada 82
Figura 20: Projeto Guindaste Automatizado 83
Figura 21: print da aba Grupo de códigos do software Atlas.ti 86
Figura 22: Print da aba documento do Atlas.ti 87
Figura 23: Categoria 01: "Uso da Placa Arduíno Uno para o desenvolvimento de projetos de robótica Educacional” 88
Figura 24: Gráfico com as ocorrências da Categoria 01 89
Figura 25: Ocorrências das Unidades de Sentido da Subcategoria "Aspectos Tecnológicos e Operacionas" da categoria 01 90

Figura 26: Ocorrências das Unidades de Sentido da Subcategoria “Trabalho com Projetos de Robótica” 93
Figura 27: Categoria 02: Uso da Plataforma *PictoBlox* para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional 95
Figura 28: Ocorrências das Unidades de Sentido da Categoria 02 95
Figura 29: Categoria Percepções dos estudantes sobe o ensino de matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica 97
Figura 30: Unidade de Sentido "Equação do Primeiro Grau" 99
Figura 31: Estudante Programando, Cenário Virtual e programação da movimentação de um dos veículos do Módulo 02 100
Figura 32: Programação das variáveis e sensor módulo semáforo 102
Figura 33: Unidade de Sentido "Polígonos" 104
Figura 34: Recortes do Módulo 03 - Representação de um quadrado e suas diagonais 105
Figura 35: Programação da representação do quadrado e suas propriedades 106
Figura 36: Unidade de sentido "Grandezas diretamente proporcional" 108
Figura 37: Solução para o Braço Reflexivo 108
Figura 38: Rascunho de um estudante para chegar até a solução do problema 109
Figura 39: Unidade de sentido "Volume de blocos retangulares" 111
Figura 40: Protótipo e interface da programação desenvolvida por um aluno 112
Figura 41: Programação do dispositivo para fazer as leituras das medidas do objetivo e realizar o cálculo de volume 113
Figura 42: Unidas de Sentido "Gráficos e Tabelas" 115
Figura 43: Código elaborado para o sensor umidade de solo e dados apresentados uma planilha 115
Figura 444: Dados apresentados em diferentes gráficos 116
Figura 45: Unidade de sentido "Medidas de Tendência Central" 118
Figura 46: Dados Coletados no Ambiente Interno e Externo 118
Figura 47: Gráfico de linhas ilustrando os dados coletados 119
Figura 48: Unidade de sentido da Categoria 04 124
Figura 49: Unidade de Sentido “Abstração” 124
Figura 50: Código do projeto final Guindaste 126
Figura 51: Unidade de Sentido Decomposição 127
Figura 52: código do projeto chancela eletrônica 129
Figura 53: Unidade de sentido "Reconhecimento de Padrão" 131

Figura 54: código do projeto chancela eletrônica.....132
Figura 55: Parte do código do projeto Volume Dinâmico e Garra Dinâmica.....133
Figura 56: Unidade de sentido Algoritmo.....135
Figura 57: Códigos dos projetos finais elaborados pelos alunos.....136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:Fases das TD na Educação Matemática 22
Quadro 2: Organização dos módulos do curso de extensão 46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16
1.1 Organização da Pesquisa 18
1.2 Objetivos da Pesquisa 19
1.3 Questão Norteadora da Pesquisa 19
2. TEMAS DA PESQUISA 20
2.1 Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática 21
2.2 Pensamento Computacional: Uma Breve Síntese 24
2.3 Pensamento Computacional e o Ensino de Matemática 27
2.4 O Uso do Pictoblox Como Recurso Educacional 31
2.5 Robótica Educacional e o Construcionismo 35
2.6 O Ensino da Matemática Mediado pela Robótica Educacional 39
3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA 44
3.1 Caracterização da Pesquisa 44
3.2 Contexto da pesquisa 45
3.3 O Curso de Extensão 46
3.4 Instrumentos de Coleta de Dados 47
3.5 Técnicas de Análise de Dados 48
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 53
4.1 Projetos, Habilidades Matemáticas e do Pensamento Computacional 53
4.1.1. Módulo 01: Introdução à Plataforma PictoBlox e ao Arduino 54
4.1.2. Módulo 02: Projeto Semáforo Inteligente com Módulo Led 8mm tipo Semáforo 55
4.1.3. Módulo 03: Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219 59
4.1.4. Módulo 04: Braço Reflexivo 62
4.1.5 - Módulo 05: Volume Dinâmico 64
4.1.6 - Módulo 06: Umidade do solo 67
4.1.7. Módulo 07: Jardim Autônomo 71
4.1.8. Módulo 08: Estação Meteorológica 73
4.1.9. Módulo 09: Garra Dinâmica 77
4.1.10. Módulos 10, 11 e 12: Escolha e orientação para elaboração do projeto final 79
4.1.10.1 Projeto Chancela de Pedágio 79
4.1.10.2. Projeto Garagem Automatizada 81

4.1.10.3. Projeto Guindaste Automatizado.....83
4.2 Análise dos Dados.....84
4.2.1 Categoria 01: Uso da Placa Arduino para o desenvolvimento de projetos de Robótica Educacional.....87
4.2.1.1 Subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais” 90
4.2.1.1 Subcategoria “Trabalho com Projetos de Robótica”.....93
4.2.2 Categoria 02: Uso da Plataforma *PictoBlox* para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional.....94
4.2.3 Categoria 03: Percepções sobre o ensino de matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica.....96
4.2.3.1 Unidade de Sentido “Equação do Primeiro Grau” 99
4.2.3.3 Unidade de sentido “Grandezas diretamente proporcionais”.....107
4.2.3.4 Unidade de sentido “Volume de blocos retangulares”.....111
4.2.3.5. Unidade de Sentido “Gráficos e Tabelas”.....114
4.2.3.6 Unidade de Sentido “Medidas de Tendência Central”.....117
4.2.4 Categoria 04: Habilidades do Pensamento Computacional durante o desenvolvimento dos projetos de Robótica Educacional.....121
4.2.4.1 Unidade de Sentido “Abstração”.....124
4.2.4.2 Unidade de Sentido “Decomposição” 127
4.2.4.3 Unidade de Sentido “Reconhecimento de Padrão” 131
4.2.4.4 Unidade de Sentido “Algoritmo” 135
4.2.5 Robótica Educacional, Ensino de Matemática e Pensamento Computacional: potencialidades e desafios.....138
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....147
6. REFERÊNCIAS.....150
APÊNDICE A - E-BOOK: PICTOBLOX E ARDUINO UNO NA EDUCAÇÃO: PROPOSTAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....157

Sobre o E-Book: PictoBlox e Arduino uno na Educação……158
Plataforma PictoBlox……...160
Seção Arduíno Uno…….170
Integrando Componentes eletrônicos com Arduíno……171
Projeto 01: Semáforo Inteligente ……172
Projeto 02: Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219……..178
Projeto 03: Braço Reflexivo……183
Projeto 04: Volume Dinâmico…….188

Projeto 05: Umidade de solo……194
Projeto 06: Jardim autônomo……...198
Projeto 07: Estação Meteorológica……..202
Projeto 08: Garra Dinâmica…….206
Arquivos para Impressão…….210

RESUMO

O uso das tecnologias digitais está cada vez mais presente no cotidiano e, diante desse cenário, a sociedade contemporânea, em especial crianças e jovens em idade escolar, necessita desenvolver um conjunto de habilidades relacionadas à cultura digital. No contexto educacional, torna-se, portanto, imprescindível a adoção de novas estratégias de ensino que respondam a essas demandas. Entre tais estratégias, destaca-se a robótica educacional, que reúne características capazes de contribuir para o processo de ensino, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de competências e habilidades vinculadas à cultura digital. Nesse sentido, esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições e dificuldades do uso da robótica educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional e de conhecimentos matemáticos, a partir das percepções de estudantes do Ensino Fundamental do Centro Municipal de Ensino Joana Darc, localizado em Tangará da Serra – MT. A produção dos dados ocorreu por meio de um Curso de Extensão em Robótica Educacional desenvolvido inicialmente com a participação de 12 estudantes. Durante o percurso formativo, houve a desistência de três participantes, sendo duas decorrentes da dificuldade de acesso ao local das atividades em razão da ausência de transporte público e uma motivada pela mudança de cidade do estudante, totalizando nove concluintes. Para a produção dos dados, foram utilizados questionários, relatórios, entrevistas, fotografias, códigos e projetos. A investigação, de abordagem qualitativa, evidenciou as percepções dos participantes sobre a robótica educacional no ensino de Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional com a plataforma PictoBlox e a placa Arduino Uno. Os resultados indicaram que a robótica educacional favoreceu o protagonismo discente, o trabalho colaborativo e a aplicação prática de conceitos matemáticos, contribuindo para tornar a aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além disso, observou-se a mobilização dos pilares do pensamento computacional (abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e construção de algoritmos) durante o desenvolvimento dos projetos. Entre as principais dificuldades identificadas destacam-se o manuseio de componentes eletrônicos, problemas técnicos relacionados aos componentes e a necessidade de adaptação ao uso das tecnologias. Conclui-se que a robótica educacional constitui uma estratégia pedagógica promissora para o ensino de Matemática e para o desenvolvimento do pensamento computacional, contribuindo para a formação de estudantes mais autônomos, críticos e preparados para os desafios da cultura digital.

Palavras-chave: Educação Básica; Matemática; Pensamento-Computacional; Robótica Educacional.

ABSTRACT

The use of digital technologies is increasingly present in everyday life, and, in this context, contemporary Society, especially children and young people of school age, needs to develop a set of skills related to digital culture. In the educational context, it is therefore essential to adopt new teaching strategies capable of responding to these demands. Among such strategies, educational robotics stands out due to its potential to contribute to teaching and learning processes while fostering the development of competencies and skills associated with digital culture. In this regard, the present study aimed to analyze the contributions and challenges of educational robotics for the development of computational thinking and mathematical knowledge, based on the perceptions of elementary school students from the Centro Municipal de Ensino Joana Darc, located in Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. Data were produced through an Educational Robotics Extension Course initially attended by 12 students. During the course, three participants withdrew: two due to difficulties in accessing the activities because of the lack of public transportation, and one due to relocation to another city, resulting in a final group of nine participants. Data collection instruments included questionnaires, reports, interviews, photographs, programming codes, and projects. This qualitative study revealed participants' perceptions regarding the use of educational robotics in Mathematics education and in the development of computational thinking through the PictoBlox platform and the Arduino Uno board. The results indicated that educational robotics promoted student protagonism, collaborative work, and the practical application of mathematical concepts, contributing to more meaningful and contextualized learning experiences. Furthermore, the four pillars of computational thinking (abstraction, decomposition, pattern recognition, and algorithm design) were mobilized throughout the development of the projects. The main challenges identified included difficulties in handling electronic components, technical issues related to hardware, and the need to adapt to the use of digital technologies. It is concluded that educational robotics constitutes a promising pedagogical approach for Mathematics education and the development of computational thinking, contributing to the formation of more autonomous, critical, and digitally competent students prepared to face the challenges of contemporary society.

Keywords: Educational Robotics; Mathematics Education; Computational Thinking; Arduino Uno; PictoBlox.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o avanço das tecnologias digitais tem impulsionado transformações significativas nas práticas pedagógicas, sobretudo no ensino de Matemática. Nesse contexto, a robótica educacional desponta como uma estratégia inovadora, ao articular conceitos matemáticos, recursos tecnológicos e processos de resolução de problemas de forma integrada e contextualizada.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância de desenvolver, nos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, não apenas o domínio de conteúdos matemáticos, mas também competências relacionadas ao raciocínio lógico, à argumentação e à utilização de tecnologias digitais na construção do conhecimento. É nesse horizonte que se insere o pensamento computacional, compreendido como a capacidade de decompor problemas, reconhecer padrões, realizar abstrações e criar algoritmos para diferentes situações, estabelecendo pontes entre Matemática, programação e o cotidiano escolar.

A robótica educacional, também denominada robótica pedagógica, constitui-se em um ambiente de aprendizagem que utiliza robôs como elementos tecnológicos, incorporando conceitos científicos abordados na escola (Silva, 2010). Segundo o autor, a robótica pedagógica promove motivação, colaboração e construção de conhecimento, exigindo a aplicação de conceitos de diversas disciplinas para a criação de modelos robóticos – o que resulta em uma aprendizagem interdisciplinar. O trabalho em grupo é considerado fundamental, pois a colaboração favorece a análise e a resolução de problemas, ao mesmo tempo em que a autonomia é desenvolvida à medida que cada integrante assume responsabilidades (Silva, 2010). Além disso, a robótica educacional conecta o conhecimento escolar às habilidades digitais previstas pela BNCC (Brasil, 2017), possibilitando, inclusive, o desenvolvimento do pensamento computacional. Este, por sua vez, foi incorporado ao contexto escolar pela BNCC, devendo ser desenvolvido de forma transversal na educação básica. De acordo com o documento, envolve a capacidade de compreender, analisar, modelar e resolver problemas de forma sistemática, utilizando algoritmos (Brasil, 2017). Em uma perspectiva mais ampla, trata-se de uma habilidade essencial a todos, independentemente da área de atuação, assim como ler e escrever (Brackmann, 2017).

Essa concepção dialoga com as ideias de Vergnaud (1993), que questiona a forma como os conceitos matemáticos são apresentados na escola. Para o autor, é por meio das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança. Nesse sentido, propostas de ensino de Matemática mediadas pela robótica educacional podem se configurar

como alternativas viáveis para atribuir significado a tais conceitos na educação básica, visto que o desenvolvimento de estratégias e a resolução de problemas são dimensões intrínsecas à própria prática da robótica.

Neste viés, França, Pereira e Gama (2017) atestam que a robótica educacional aliada à Matemática torna o ensino mais interessante e dinâmico, além de envolver outros fatores importantes para a formação dos alunos, como, por exemplo, a capacidade de identificar/resolver problemas e trabalhar em equipe. Os autores ainda afirmam que a combinação entre a Matemática e a robótica permite a criação de diversas atividades, uma vez que a programação dos sistemas eletrônicos é versátil e depende apenas da criatividade do aluno ou professor. Dessa forma, a aprendizagem ocorre de forma significativa, pois o aluno interage com o assunto estudado: ouvindo, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando; tornando-se produtor de conhecimentos ao invés de mero receptor (Segur et al., 2015).

Para favorecer o uso da robótica por pessoas com pouco ou mesmo nenhum conhecimento em eletrônica e programação, têm surgido ambientes digitais como: Tinkcard[1], Scratch For Arduino[2] (S4A), PictoBlox e MBlock[3]. Essas plataformas permitem a programação de sistemas eletrônicos por meio do uso de placas eletrônicas de prototipagem e linguagem de programação visual, além de outras características que facilitam o desenvolvimento de robótica por leigos.

De acordo com Paredes e Lopes (2020), o uso de ambientes de programação visual facilita a compreensão de conceitos abstratos, permitindo que os estudantes visualizem a lógica por trás dos algoritmos e a relação entre diferentes operações matemáticas. Essa abordagem não apenas engaja os alunos, mas também torna o aprendizado mais significativo ao conectar teoria e prática.

Entre os ambientes de programação visual voltados ao desenvolvimento da robótica, destaca-se o software PictoBlox. Além de ser gratuito, apresenta uma interface simples, intuitiva e de fácil utilização, permitindo a programação acessível a diferentes públicos. O PictoBlox possibilita ainda a comunicação com diversas placas de prototipagem, entre elas, as da família Arduino, estruturadas em hardware e software abertos, de baixo custo (Arduíno, 2018) e amplamente reconhecidas por sua versatilidade na criação de sistemas eletrônicos e robóticos.

[1] https://www.tinkercad.com/
[2] https://s4a.cat/index_pt.html
[3] https://mblock.cc/

À luz dessas considerações, esta pesquisa teve como motivação compreender as contribuições da robótica educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional e para o ensino de Matemática, especialmente porque se trata de um tema em evidência, já contemplado pela BNCC como parte das habilidades e competências a serem trabalhadas na educação básica.

Nesta dissertação, propomos analisar as percepções de estudantes do Ensino Fundamental sobre as contribuições da robótica educacional em processos de ensino e aprendizagem da Matemática e do desenvolvimento do pensamento computacional, por meio do uso da plataforma PictoBlox.

Para alcançar os objetivos propostos, foi desenvolvido um Curso de Extensão que integra o uso do PictoBlox e da placa Arduino Uno em atividades de robótica educacional, com foco na mobilização de conhecimentos matemáticos e habilidades do pensamento computacional. Os dados produzidos (questionários abertos, entrevistas, códigos de programação e registros em imagens e vídeos) foram analisados à luz do método Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2016) por favorecer uma compreensão hermenêutica e fenomenológica dos resultados em seu contexto.

1.1 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta dissertação está dividida em 5 capítulos. Neste capítulo 1, é feita a introdução geral do trabalho, na qual contextualizamos e justificamos a pesquisa realizada, além de apresentar os objetivos almejados durante o desenvolvimento do material. No capítulo 2, são discutidos os temas da pesquisa a partir de uma breve introdução sobre as tecnologias digitais no ensino de Matemática, as definições do PC seus 4 pilares e também é apresentado a sua relação com a Matemática. Neste momento, analisamos obras de referência que sustentam esta investigação. Introduzimos a plataforma PictoBlox como ferramenta pedagógica, relacionamos a robótica ao construcionismo e discutimos, por fim, as contribuições da robótica educacional para o ensino de matemática.

No capítulo 3, apresentamos as metodologias e os procedimentos da pesquisa. Nele, foram feitas: a categorização da pesquisa, a apresentação e caracterização dos sujeitos pesquisados, a apresentação dos instrumentos de produção de dados e discutido o método de análise. No capítulo 4, foi realizada a apresentação do Curso de Extensão, especificando, módulo a módulo, as ações construídas e o que se pretendia com cada ação.

Na sequência do capítulo, apresentamos as análises preliminares dos dados produzidos. Por fim, no capítulo 5 discutimos nossas considerações finais, com o intuito de responder ao

objetivo geral da pesquisa e também vislumbrando a possibilidade de embasar outros estudos sobre o tema.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar as potencialidades e os desafios do uso da robótica educacional, com placa de prototipagem Arduino Uno e plataforma de programação visual PictoBlox, em processos de ensino da Matemática e de desenvolvimento do pensamento computacional, nos anos finais do Ensino Fundamental.

Os objetivos específicos foram:

- Discutir as principais contribuições apontadas pelos estudantes durante o uso da placa Arduino UNO e da plataforma PictoBlox para o desenvolvimento de projetos de robótica;
- Compreender as percepções dos estudantes sobre o ensino da Matemática durante o desenvolvimento de projetos de robótica com o uso da placa Arduino UNO e da plataforma PictoBlox;
- Analisar de que forma são mobilizadas as habilidades do Pensamento Computacional durante o desenvolvimento de projeto de robótica com uso da placa Arduino UNO e do PictoBlox.

1.3 QUESTÃO NORTEADORA DA PESQUISA

Que contribuições e dificuldades emergem da utilização da robótica educacional, com a placa Arduino Uno e a plataforma PictoBlox, em processos de ensino da Matemática e desenvolvimento do pensamento computacional nos anos finais do Ensino Fundamental?

2. TEMAS DA PESQUISA

A inserção do pensamento computacional vem ganhando espaço nas discussões nos últimos anos em virtude do desenvolvimento e da expansão da Ciência da Computação e de sua apropriação pelas mais diversas Ciências, em especial, pela sua incorporação aos processos educacionais, sobretudo com a referenciação feita pela BNCC.

Esse desenvolvimento é fruto de um longo processo histórico que envolve engenharia, ciência, designer e a própria educação como beneficiários diretos dessa transformação, conforme destaca Navarro et al., (2024). Assim, o pensamento computacional permite mudanças na compreensão do mundo, partindo de um novo paradigma. Em outras palavras, ele estimula pensar no mundo mediante as ferramentas e técnicas que o computador nos oferece, racionalizando os processos naturais, sociais e artificiais.

Atualmente, dissociar a escola das Tecnologias Digitais não é mais possível. Nesse sentido, os ambientes tecnológicos devem estar presentes no processo de ensino e aprendizagem dos nossos estudantes, por meio da articulação de novas alternativas metodológicas, concomitante ao desenvolvimento dos planos pedagógicos e bases curriculares dos respectivos sistemas de ensino.

Nas palavras de Cordeiro (2002),

> A utilização das tecnologias embasadas em metodologias ativas pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem de forma mais eficaz e autônoma, com foco no desenvolvimento humano em todas as suas vertentes voltadas principalmente para a realidade na qual vivenciamos (Cordeiro, 2002, p. 5).

Essa realidade se apresenta para os professores como desafiadora, uma vez que as estratégias devem ser adotadas partindo das necessidades dos alunos, cada vez mais diversos e heterogêneos, em um mundo permeado por contradições e desigualdades sociais, incluindo a desigualdade digital.

Diante desse contexto, torna-se necessário aprofundar a compreensão teórica sobre os elementos que fundamentam esta pesquisa. Para isso, a presente seção está organizada em seis eixos temáticos que dialogam diretamente com os objetivos do estudo. Inicialmente, discutem-se as tecnologias digitais no ensino de Matemática, com foco em suas contribuições para a mediação da aprendizagem nesse campo. Em seguida, apresentam-se os principais conceitos e abordagens do pensamento computacional, tanto em sua formulação geral quanto em suas articulações com o ensino de Matemática.

Na sequência, são discutidas as bases teóricas da robótica educacional, com ênfase no construcionismo de Seymour Papert e sua relevância para metodologias ativas e centradas no

estudante. Em seguida, a plataforma PictoBlox é apresentada como recurso pedagógico, evidenciando seu potencial para articular programação, robótica e ensino de Matemática, e são apresentados estudos que apontam desafios e possibilidades para a prática docente no ensino de Matemática.

2.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

As tecnologias digitais (TD) têm sido amplamente empregadas nas mais diversas esferas da sociedade, com destaque, de forma intencional, para o âmbito educacional (Zorzo et al., 2020). A incorporação das TD na educação tem viabilizado o desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas, caracterizadas por construções criativas, dinâmicas e adaptáveis, que fomentam vivências de pensamentos, comportamentos e ações inovadoras. Essas práticas contribuem para avanços socialmente relevantes no atual cenário de desenvolvimento humano (Kenski, 2003).

Nesse contexto de transformações, tomamos como referência para apresentar as fases do uso das TD na Educação Matemática as ideias de Borba, Silva e Gadanidis (2014) que apresentam quatro fases do uso das TD na Educação Matemática, também abordadas por Borba, Souto e Canedo Junior (2022), que acrescentam uma quinta fase ao modelo.

A primeira fase, iniciada na década de 1980, foi marcada por estudos envolvendo computadores, calculadoras simples e científicas, além do uso do software LOGO[4]. A segunda fase, surgida nos anos 1990, foi caracterizada pelo acesso e popularização dos computadores pessoais. Com essa popularização, surgiram novas tecnologias voltadas à representação gráfica de funções, como calculadoras gráficas e softwares educacionais de múltiplas representações de funções, a exemplo do Derive, Winplot e Graphmatica, que permitiram a exploração de funções por meio da experimentação.

A terceira fase, no início dos anos 2000, foi definida pela influência da internet, que passa a transformar e ser transformada pelas pessoas, dando origem à Educação Matemática online. Nessa etapa, recursos como e-mails, chats e fóruns começaram a ser amplamente explorados. A quarta fase, emergente em 2014, tem como principal característica a ampla disponibilidade de internet rápida e de qualidade, possibilitando a integração de vídeos, comunicadores on-line com telepresença (como o Skype), ambientes virtuais de aprendizagem,

[4] A linguagem Logo é uma linguagem de programação educacional criada para favorecer o desenvolvimento do pensamento lógico e da resolução de problemas por meio de comandos simples e gráficos, como o desenho com a “tartaruga”.

aplicativos, objetos virtuais de aprendizagem, celulares inteligentes e outras tecnologias portáteis.

A quinta e mais recente fase emergiu em 2020, de forma abrupta, em decorrência da pandemia da COVID-19. A exigência do distanciamento social impôs à educação o desafio de reinventar, em curto prazo, seus modos de ensinar e aprender, promovendo a adoção intensiva de ambientes digitais. Nesse cenário, destacaram-se o uso de plataformas de videoconferência e a realização de transmissões ao vivo (lives) como estratégias pedagógicas centrais para a manutenção dos vínculos escolares e da continuidade das aprendizagens.

A seguir, apresenta-se uma tabela que sintetiza as principais características das cinco fases do uso das tecnologias digitais na Educação Matemática, evidenciando os contextos, recursos tecnológicos e abordagens pedagógicas que as caracterizam.

Quadro 1: Fases das TD na Educação Matemática

Fases	**Tecnologias**	**Natureza ou base tecnológica das atividades**	**Perspectivas ou noções teóricas**	**Terminologia**
Primeira fase (1985)	Computadores; calculadoras simples e científicas.	LOGO Programação.	Construcionismo; micromundo.	Tecnologias informáticas (TI).
Segunda fase (1990)	Computadores (popularização); calculadoras gráficas.	Geometria dinâmica (Cabri Géomètre, Geometricks); múltiplas representações de funções (Derive, Winplot, Graphmatica); jogos educativos.	Experimentação; visualização e demonstração; conectividade; ciclo de aprendizagem construcionista; seres-humanos-com-mídias.	TI; software educacional; tecnologia educativa.
Terceira fase (1999)	Computadores, laptops e internet.	Teleduc; e-mail; chat; fórum; Google.	Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem.	Tecnologias da informação e comunicação (TIC).
Quarta fase (2004)	Computadores; laptops; tablets; telefones celulares; internet rápida.	GeoGebra; objetos virtuais de aprendizagem; vídeos; YouTube; Skype; AVAs; aplicativos móveis; redes sociais.	Multimodalidade; interatividade; aprendizagem em rede; performance matemática digital.	Tecnologias digitais (TD); tecnologias móveis e portáteis.
Quinta fase (2020)	Plataformas de videoconferência; lives; ambientes virtuais de aprendizagem; redes sociais; celulares; produção	Uso massivo de plataformas digitais síncronas e assíncronas; transmissões ao vivo (lives); produção de	Resiliência pedagógica; adaptação emergencial; reconfiguração do espaço-tempo escolar; ensino	Tecnologias digitais emergenciais; ensino remoto; ensino híbrido.

	de vídeos; simulações.	conteúdo digital; ensino remoto emergencial.	híbrido emergencial.	

Fonte: Adaptado de Borba, Silva e Gadanids (2015, p. 43)

Pode-se observar que o uso das Tecnologias Digitais (TD) no ensino de Matemática passou por diferentes fases de evolução, cada uma marcada pela incorporação de novos recursos e possibilidades pedagógicas. Ao longo desse percurso, destacam-se o uso de calculadoras gráficas, computadores, softwares de geometria dinâmica, portfólios digitais, jogos digitais, automatização de processos, aulas virtuais, produção de vídeos, simulações, realidade virtual, bem como atividades de planejamento, programação, organização e desenho.

Tais recursos ampliam significativamente as formas de ensinar e aprender Matemática, revelando grande potencial para o desenvolvimento cognitivo e crítico dos estudantes. Nesse contexto, a presente pesquisa insere-se na quarta e na quinta fases desse processo evolutivo, ao articular o uso de plataformas digital, simulação com protótipos e a programação de dispositivos eletrônicos com a placa Arduino Uno no ensino de Matemática e desenvolvimento do pensamento computacional.

Pode-se notar que a Robótica Educacional (RE) está presente desde a primeira fase de inserção das Tecnologias Digitais (TD) no ensino de Matemática, marcada pelo uso da linguagem LOGO, estendendo-se até a quinta fase, caracterizada por profundas transformações pedagógicas. Nesse percurso histórico, a RE amplia gradativamente suas possibilidades didáticas, consolidando-se como uma prática que adentra o contexto escolar de forma sistemática e integrada aos processos de ensino e aprendizagem.

Atualmente, percebemos que pesquisas registram movimentos de uso da RE na Educação Básica. Um desses movimentos se caracteriza por utilizá-la como recurso tecnológico para o ensino de áreas de conhecimento específicas, como a matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional e, o outro, por configurar a robótica como disciplina do currículo.

O detalhamento desses movimentos depende da compreensão de como um e outro vêm sendo investigados e analisados no contexto da Educação. Com este trabalho, buscamos contribuir com o debate científico ao investigar como a Robótica Educacional, por meio do uso da placa de prototipagem Arduino Uno e da plataforma de programação visual PictoBlox, pode atuar nos processos de ensino da Matemática e no desenvolvimento do Pensamento Computacional, especificamente nos anos finais do Ensino Fundamental.

2.2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL: UMA BREVE SÍNTESE

Nos últimos anos, a Educação Matemática tem concentrado seus esforços na investigação e na aplicação de metodologias de ensino que favoreçam o desenvolvimento da autonomia dos estudantes em sala de aula. Nesse cenário, o Pensamento Computacional (PC) tem se destacado como uma habilidade essencial a ser promovida desde a educação básica, por seu potencial de estimular o raciocínio lógico, a criatividade e a capacidade de resolução de problemas.

Um ponto inicial que sustenta essa discussão é a inclusão do Pensamento Computacional na BNCC, homologada em 2017, inicialmente vinculado ao componente curricular de Matemática. Além disso, em 2022, foi homologado o complemento da BNCC, denominado “Computação Complemento à BNCC”, com a finalidade de estabelecer diretrizes para a integração da Computação na Educação Básica.

Entre os eixos apresentados por esse documento, destaca-se o Pensamento Computacional, que é associado a diferentes objetos de conhecimento e habilidades organizados por ano de ensino. Dessa forma, a BNCC Computação propõe uma visão de formação integral dos estudantes em relação ao tema, abrangendo todas as áreas do currículo. Ao incorporar o Pensamento Computacional (PC), a BNCC enfatiza a importância de desenvolver competências que extrapolam o conteúdo matemático tradicional, promovendo uma formação interdisciplinar e abrangente.

O termo “Pensamento Computacional” não foi introduzido pela BNCC, trata-se de uma concepção que já vinha sendo explorada em diferentes contextos educacionais no Brasil e em outras partes do mundo, antes de sua inclusão no documento. Ao longo desta seção, serão apresentadas algumas das principais concepções sobre o PC, reconhecendo-se que ainda não há uma definição única e formalmente consolidada do termo. Diversos pesquisadores têm proposto interpretações distintas, mas que se mostram convergentes quanto aos fundamentos e objetivos educacionais que envolvem o desenvolvimento dessa competência.

Embora o termo “pensamento computacional” tenha se difundido amplamente a partir da publicação de Jeannette Wing em 2006, ele já havia sido utilizado por Seymour Papert em 1980. Em sua obra *'Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas'*, Papert empregou o conceito para discutir a cultura computacional e o papel transformador da tecnologia na educação infantil (Papert, 1980, p. 182). Contudo, naquele período não houve repercussão.

Em 2006, o termo voltou a ganhar destaque e repercussão na comunidade acadêmica com a publicação de um artigo por Wing. Em seus estudos, a autora apresentou diversas

definições para conceituar o termo. Em seu primeiro artigo, definiu o Pensamento Computacional como a integração entre o pensamento crítico e os Fundamentos da Computação, configurando-se como uma metodologia voltada à resolução de problemas de forma estruturada e sistemática.

Em outra publicação, Wing (2007) explica que o Pensamento Computacional "baseia-se nos fundamentos da Matemática, porém, é limitado pela física do equipamento em um nível inferior" e, ao mesmo tempo, "utiliza a base da Engenharia desde a interação com o mundo real, porém permite a construção de mundos virtuais sem a necessidade de se preocupar com as limitações físicas". Em 2010, Wing redefiniu o Pensamento Computacional como os "processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções", de modo que pudessem ser representadas e executadas por um agente de processamento de informações, humano ou máquina. Posteriormente, Wing (2014) reforçou que o Pensamento Computacional envolve "a formulação de um problema e [...] sua solução ou soluções eficazmente", passíveis de realização por uma máquina ou por uma pessoa.

Em 2015, o Google for Education definiu o termo Pensamento Computacional (PC) como "uma abordagem usada para solução de problemas utilizando o que se sabe sobre Computação". Essa definição é bastante similar à fornecida pela Sociedade Real do Reino Unido (Furber, 2012), que o descreve como "o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos cerca e aplicar ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para compreender e argumentar sobre sistemas e processos naturais e artificiais".

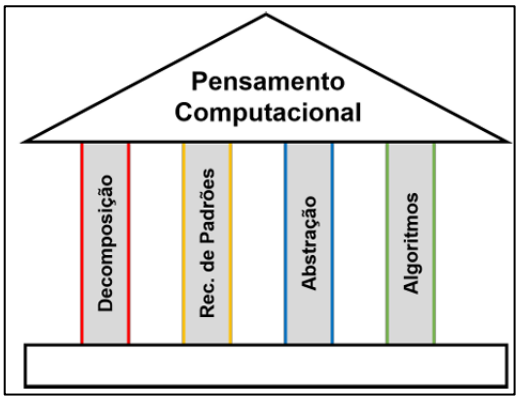
Brackman (2017) na sua tese descreveu o termo PC como,

> O Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (Brackman, 2017, p. 29).

Nesse contexto, o autor apresenta quatro pilares fundamentais que são desenvolvidos na aplicação do Pensamento Computacional, os quais também são discutidos e aprofundados por diversos outros pesquisadores da área. Esses pilares não são trabalhados de forma isolada, mas

sim, de maneira integrada, e, juntos, constituem a habilidade do Pensamento Computacional, conforme ilustrado na Figura 1, abaixo.

Figura 1: Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Brackman, 2017, p. 33.

Tal habilidade estrutura-se a partir de quatro pilares fundamentais, sendo eles a decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e construção de algoritmos, os quais se articulam de forma indissociável e não obedecem a uma ordem linear ou hierárquica no processo de resolução de problemas. Na seção seguinte, será apresentado um desses pilares de forma mais detalhada e articulando, suas relações com o ensino de Matemática.

Homologada em 2017, a Base Nacional Comum Curricular trouxe uma inovação nas habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos, destacando o Pensamento Computacional. De forma sucinta, definiu o pensamento computacional como habilidade que "[...] envolve as 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, 2017, p. 474).

Inicialmente, a BNCC não apresentou um currículo detalhado com as habilidades e os objetos de conhecimento, mas destacou as habilidades do Pensamento Computacional correlacionadas à disciplina de Matemática, como ilustra o trecho a seguir.

> Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem 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 (Brasil, 2017, p. 271).

Conforme observado, a BNCC menciona o desenvolvimento do Pensamento Computacional vinculado às unidades temáticas da área de Matemática. Já o documento

“Computação Complemento à BNCC”, apresenta o PC como uma habilidade transversal a ser desenvolvida no âmbito da Computação, estruturando um currículo com habilidades específicas para cada ano de ensino.

Com isso, o desenvolvimento do PC deixa de ser responsabilidade exclusiva de uma única disciplina, passando a integrar a formação geral do aluno e podendo ser trabalhado em qualquer área do conhecimento. A seguir, são apresentadas reflexões oriundas de pesquisas que discutem a relação entre o Pensamento Computacional e o ensino de Matemática, evidenciando suas contribuições teóricas e implicações pedagógicas.

2.3 PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA

O PC, como já foi citado anteriormente, é definido por Wing (2006) como uma metodologia que envolve resolução de problemas, abstração, compreensão do comportamento humano e que é conceituação e não programação. Ademais, o modo de pensar de um Cientista da Computação pode ser utilizado em muitas outras áreas além da Informática.

A relação entre o Pensamento Computacional e o ensino de Matemática, por exemplo, tem ganhado espaço nas investigações acadêmicas, revelando resultados promissores. Honda et al. (2022) destacam essa conexão ao proporem uma sequência didática com uso da plataforma Scratch para criação de jogos digitais, voltada a estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

A proposta integrou, de forma lúdica e colaborativa, habilidades matemáticas e computacionais, permitindo aos alunos explorar conteúdos como proporção, localização espacial e algoritmos, além de desenvolver raciocínio lógico, abstração e resolução de problemas. Os resultados indicam que a inserção de jogos digitais no ensino de Matemática constitui uma estratégia eficaz para fomentar o Pensamento Computacional e potencializar a aprendizagem.

Ainda nesse sentido, Corrêa (2020) desenvolveu uma prática que consistiu em uma sequência didática com licenciandos em Matemática, que utilizaram o software Scratch para programar figuras geométricas, como triângulos escalenos e quadrados.

A atividade integrou conceitos de Pensamento Computacional e Pensamento Algébrico, promovendo o uso de variáveis, comandos de repetição e representação geométrica. Os resultados indicaram que a programação em blocos reduziu erros conceituais e favoreceu o desenvolvimento de habilidades como abstração, decomposição e automação, evidenciando a eficácia da prática na formação inicial de professores.

Marques et al. (2017) estabeleceram conexões significativas entre habilidades da área da Matemática e competências associadas ao Pensamento Computacional (PC), destacando a convergência entre os dois campos, especialmente no contexto da Educação Básica. Os autores identificam quatro eixos principais dessa articulação.

O primeiro eixo, a Regularidades de sequências, reconhecimento de padrões e padrões de processos: habilidades como identificar irregularidades, compreender regras de formação e construir sequências favorecem a percepção de estruturas subjacentes aos problemas matemáticos, ao mesmo tempo em que desenvolvem a capacidade de generalização e reconhecimento de padrões, elementos fundamentais para o Pensamento Computacional.

O segundo eixo, a Resolução de problemas e algoritmos: os autores apontam que a interpretação de símbolos e códigos matemáticos, bem como a execução de operações aritméticas, requerem a definição de sequências lógicas de ações, aproximando o raciocínio matemático da construção algorítmica. Esse processo contribui para o desenvolvimento da abstração e da sistematização do pensamento, aspectos essenciais tanto para a aprendizagem matemática quanto para o Pensamento Computacional. Nesse sentido, a elaboração de algoritmos para operações básicas da Matemática envolve passos e níveis de abstração que contribuem para a compreensão e sistematização do raciocínio algébrico (Marques et al., 2017, p. 316).

O terceiro eixo, a Composição e decomposição de números, problemas e processos: a decomposição é descrita pelos autores como um dos pilares do Pensamento Computacional, pois permite dividir problemas complexos em partes menores e manejáveis. Essa habilidade é igualmente valorizada no ensino de Matemática, especialmente no trabalho com a composição e decomposição de números naturais, o que favorece a compreensão das propriedades do sistema de numeração decimal.

Por fim, o quarto eixo, a Coleta, organização e análise de informações: segundo os autores, a leitura e interpretação de dados em tabelas e gráficos, bem como a coleta de informações, são habilidades comuns tanto à Matemática quanto à Computação. Eles ressaltam que a gestão de dados, sejam do mundo físico ou digital, exige estratégias de organização, ordenação e busca, competências que podem ser estimuladas desde os anos iniciais da escolarização. Conforme afirmam,

> Computadores geralmente são necessários para encontrar informações em grandes coleções de dados. A computação se preocupa em desenvolver maneiras rápidas e eficientes de se fazer isso. Estas estratégias podem começar a ser trabalhadas desde as séries iniciais, envolvendo estratégias de organização (como ordenação e busca) e coleta de dados, bem como incluindo diferentes estruturas (Marques et al., 2017, p. 317).

Diante dessas aproximações, os autores defendem que há uma relação bidirecional entre a Matemática e o Pensamento Computacional: a Matemática pode servir como meio para desenvolver competências computacionais, ao passo que o Pensamento Computacional pode oferecer novas estratégias para fortalecer a aprendizagem matemática.

A abstração é uma das competências fundamentais do Pensamento Computacional e estabelece vínculos diretos com a construção do conhecimento matemático. Para Barcelos (2012), desenvolver essa habilidade é essencial para que os estudantes não se limitem à repetição de fórmulas ou à resolução mecânica de exercícios. O autor defende que o papel do professor é proporcionar condições didáticas que favoreçam o desenvolvimento da capacidade de abstrair, tanto por meio de representações simbólicas como de diferentes formas de expressão.

Nessa mesma direção, Valente et al. (2017) argumentam que a elaboração de modelos computacionais demanda abstração lógico-matemática, uma vez que envolve processos estruturados de representação e generalização de ideias. Assim, o raciocínio matemático torna-se indispensável para a construção de soluções computacionais. Uma das interfaces mais evidentes entre os dois campos é o uso de algoritmos, que integram tanto os conteúdos matemáticos quanto as práticas computacionais.

Nesse sentido, Silva e Silveira (2020, p. 9) destacam que algoritmos podem ser explorados em atividades de Pensamento Computacional, como na resolução de divisões extensas ou em processos de fatoração, evidenciando sua relevância para a aprendizagem matemática.

Outro ponto de convergência entre Matemática e Pensamento Computacional é o reconhecimento de padrões. Barcelos e Silveira (2012) observam que esse aspecto está presente em práticas que envolvem a formação de sequências numéricas, as quais são frequentemente exploradas com o apoio de ferramentas computacionais. Os autores mencionam, por exemplo, o trabalho de Mor e Noss (2008), que descrevem atividades pedagógicas em que estudantes elaboram algoritmos para identificar regularidades em sequências. A construção dessas regras, inicialmente expressas por meio de algoritmos, é posteriormente representada em linguagem matemática, favorecendo a consolidação do conhecimento.

Dessa forma, temos indícios de que as habilidades promovidas pelo Pensamento Computacional dialogam diretamente com os conteúdos e práticas da Matemática. Essa relação é recíproca: ao mesmo tempo em que a Matemática contribui para o desenvolvimento de competências computacionais, o Pensamento Computacional oferece novas abordagens para a aprendizagem matemática, ampliando as possibilidades pedagógicas no contexto da Educação

Básica. Tratando-se, portanto, de uma articulação pedagógica promissora, que pode enriquecer as práticas de ensino nos anos iniciais e fomentar uma formação mais integrada e contemporânea dos estudantes.

No atual cenário educacional, a integração entre o Pensamento Computacional e o ensino de Matemática tem impulsionado o desenvolvimento e a aplicação de diversos recursos pedagógicos. Entre esses recursos, destaca-se o uso de plataformas de programação visual, que vêm conquistando espaço relevante na Educação Matemática por seu potencial de promover aprendizagens mais significativas e contextualizadas.

Nesse contexto, Albertoni (2020) realizou um mapeamento das pesquisas cadastradas no banco de teses e dissertações da CAPES, abrangendo o período de 1994 a 2019. A análise revelou o uso de uma ampla gama de tecnologias aplicadas ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional, incluindo plataformas como Software Brink Mobil, Software Arduino, LOGO, S4A (Scratch for Arduino), Robolab, ROBO PRO, LEGO Mindstorms (RCX, NXT e EV3), Funsoftware e Ardublock.

Os resultados evidenciaram, de forma consistente, os efeitos positivos da incorporação dessas ferramentas no processo de ensino aprendizagem, destacando avanços tanto no domínio de conteúdos matemáticos quanto no desenvolvimento de habilidades computacionais.

Ainda nesse sentido, Silva et al. (2024) realizaram uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de analisar a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ensino da Matemática, com ênfase na promoção do Pensamento Computacional. O estudo identificou diversas abordagens pedagógicas e recursos digitais – entre eles softwares educativos, aplicativos móveis e plataformas on-line que contribuem para essa integração.

Dentre os recursos analisados, a plataforma Scratch destacou-se como uma ferramenta de grande potencial. Segundo os autores, sua utilização possibilitou aos alunos desenvolverem projetos que modelavam situações do cotidiano, envolvendo temáticas como probabilidade, padrões numéricos e análise de dados estatísticos.

Além disso, os estudantes foram incentivados a criar animações e simulações, favorecendo a exploração de estruturas matemáticas por meio de atividades práticas e criativas. Os autores concluíram que o Scratch se mostrou “uma ferramenta fluida e com a competência necessária para incorporar o pensamento computacional ao ensino de matemática, oferecendo aos estudantes uma vivência prática e estimulante na compreensão de conceitos matemáticos desafiadores”.

Corroborando com essa perspectiva, Moretti (2019), em uma pesquisa com produções animadas elaboradas por estudantes, verificou que ambientes computacionais com propostas

abertas favoreceram a mobilização de diferentes dimensões do Pensamento Computacional. O autor destaca que tais práticas convergem com os princípios do construcionismo defendido por Papert (1988), ao proporcionar ao aluno um papel ativo na construção do conhecimento.

Na mesma direção, Medeiros e Wunch (2019) desenvolveram um estudo com alunos do Ensino Fundamental II, que participaram de competições de robótica utilizando as plataformas Scratch (S4A) e Arduino. Os resultados indicaram que essas atividades, além de despertarem o interesse dos estudantes, funcionaram como instrumentos facilitadores para a introdução e compreensão de conceitos matemáticos mais complexos. Como afirmam os autores, "[...] ficou evidenciado o caráter motivador que as atividades de robótica proporcionam ao processo de aprendizagem e que podem, por sua vez, servir de facilitador para a introdução de conceitos mais complexos".

Diante dessas evidências, observa-se que as plataformas de programação visual têm se consolidado como estratégias didáticas promissoras na articulação entre Matemática e Pensamento Computacional. Este estudo, inserido nesse campo de investigação, propõe a utilização da plataforma PictoBlox como ferramenta pedagógica voltada ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento de competências associadas ao Pensamento Computacional. A seção a seguir apresenta uma descrição detalhada dessa plataforma.

2.4 O USO DO PICTOBLOX COMO RECURSO EDUCACIONAL

Como já dito anteriormente, o uso de aplicativos, softwares e outros recursos computacionais vem crescendo ao longo da última década, principalmente nas disciplinas voltadas ao campo das Ciências Exatas e da Natureza, como é o caso do ensino de matemática abordado nesta pesquisa.

É notável que a contribuição dos softwares educativos tem se expandido cada vez mais no cotidiano da sala de aula, e, no que tange o ensino de Matemática, Pacheco e Barros (2013) relatam que uma dinamização do processo de construção do conhecimento é constituída a partir do uso desse tipo de recurso educacional. Os autores ainda chamam a atenção para o fato de que o próprio desenvolvimento cognitivo é estimulado, uma vez que a nova metodologia de ensino gera curiosidade e inquietação dos alunos.

Em outro estudo, Silva e Nunes (2019) enfatizam a importância do uso de softwares educacionais no ensino de matemática porque eles permitem que o educando interaja com os objetos em construção. Um exemplo disso pode ser visualizado "[...] no estudo dos conteúdos envolvendo principalmente Geometria e Funções os alunos necessitam, às vezes, de um modelo

visual para a compreensão das especificidades destes temas, os quais, com o uso de softwares, poderiam ser bem melhor trabalhados, facilitando o aprendizado." (Silva; Nunes, 2019, p. 3).

Diante desses apontamentos, observamos que um dos softwares que podem oferecer uma contribuição ao ensino de matemática é o Pictoblox. Esse software de programação gráfica por ser didático em sua compreensão, ele acabou sendo considerado "[...] o companheiro ideal para dar o primeiro passo no mundo da programação." (STEMpedia[5], s.d[6], *online*).

Mas o que difere o Pictoblox de outros softwares de programação educacional?

> 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 (STEMpedia, s.d, *online*).

Pelo trecho acima, extraído do tutorial de uso do Pictoblox, esse software não exige que o educando possua um conhecimento aprofundado de programação, como é recorrente nos softwares mais "tradicionais". O que se espera é que o aluno tenha atenção ao problema posto no conteúdo abordado pelo docente e desenvolva as habilidades lógicas mediante a configuração e/ou uso do programa mediado pelo uso da tecnologia – mais precisamente os smartphones.

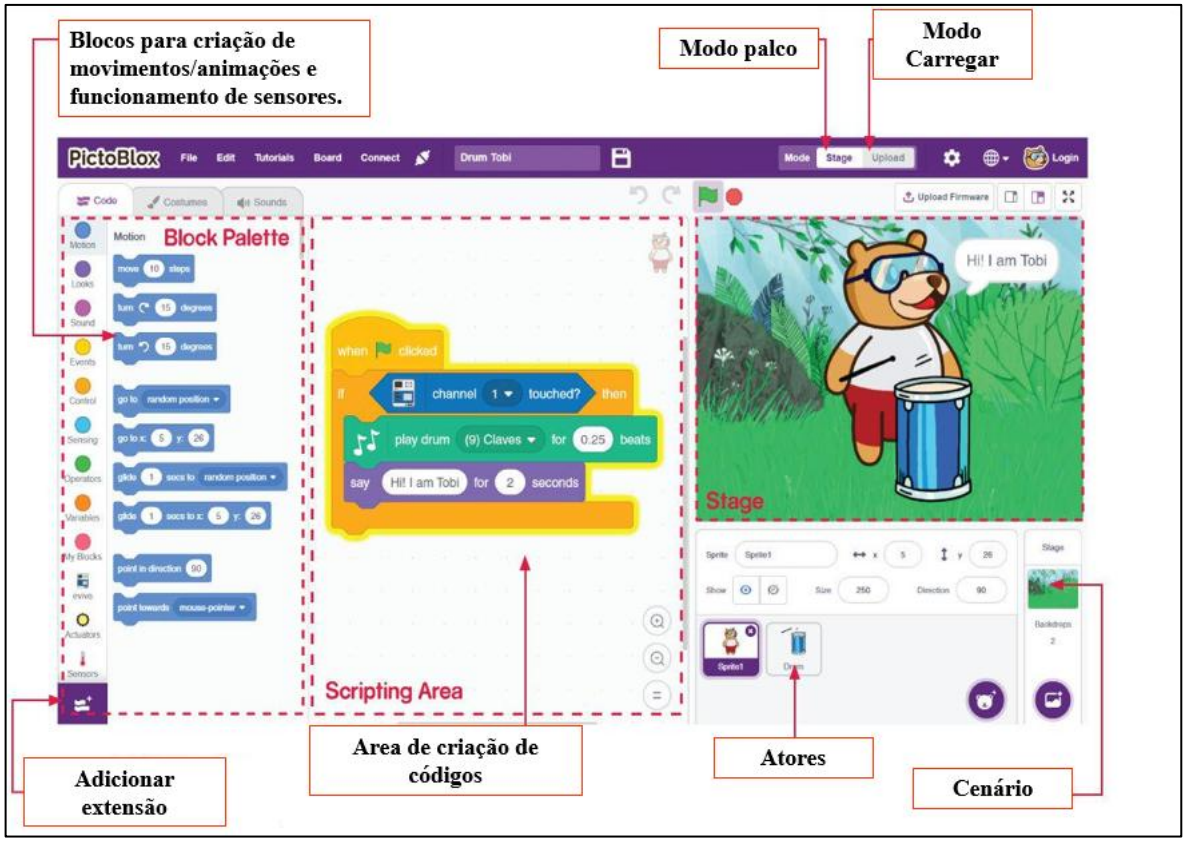
Apesar de nesta pesquisa o enfoque ser dado ao uso do Pictoblox nos aparelhos celulares, é válido ressaltar que ele possui operacionalidade no Windows, Mac OS, Linux e iOS, além do Android, por meio do Google Play Store. Abaixo, é possível visualizar na Figura 2 a principal tela de interação do software e alguns dos seus elementos básicos.

---

[5] Site oficial em que o setup do software, bem como as informações oficiais são depositadas, entre elas, o tutorial de uso. Para maiores informações, ver: https://thestempedia.com/tutorials/getting-started-pictoblox/.

[6] A sigla s.d corresponder a sem data.

Figura 2: Tela de interação do Pictoblox



Fonte: https://thestempedia.com/tutorials/getting-started-pictoblox/.

Os elementos para o desenvolvimento do programa são: Ator, palco, blocos e roteiro. Para que seja possível compreender melhor a lógica de uso do programa, descreveremos a seguir esses quatro elementos. O primeiro, "Sprites", diz respeito ao personagem que vai operacionalizar as ações que cada comando específico [blocos] vai designar. De acordo com o tutorial, "[...] O urso que você vê na imagem é um ator. Seu nome é Tobi. Ele será seu amigo de codificação no PictoBlox!" (STEMpedia, s.d, *online*).

O segundo elemento, "Palco", esse campo na cor verde, é onde o ator vai se movimentar ou realizar outras ações de acordo com os comandos que receber. O palco pode receber diversas configurações, desde as que interagem diretamente com o sprite até aquelas que criam modificações ou cenários no palco (STEMpedia, s.d,).

O segmento "área de criação de códigos" é o terceiro elemento do Pictoblox que atua diretamente na configuração das operações. Ele possui formato de quebra-cabeças e funciona mediante os comandos. De acordo com o Tutorial, cada peça [...] é usada para escrever programas simplesmente arrastando e soltando-os um abaixo do outro na área de script." (STEMpedia, s.d, *online*). Além disso, é válido ressaltar que os blocos servem para escrever os códigos, o que diminui consideravelmente a possibilidade de escrever um código errado como acontece, por exemplo, na linguagem de programação de cunho "tradicional".

O quarto e último elemento é a “Paleta de blocos”, ela se localiza geralmente à esquerda da tela, na guia ‘Código’, e para cada tipo de configuração há uma paleta de blocos, e nela, há também uma especificidade de comandos, como se pode confirmar a partir do Tutorial “[...] Ele consiste em diferentes paletas, como Movimento, Som e Controle. Cada paleta possui blocos diferentes que executam funções especificadas pelo nome da paleta.” (STEMpedia, s.d, *online*).

À luz do que foi apresentado até o momento, é possível constatar que o PictoBlox se configura como um software de fácil compreensão, uma vez que utiliza programação em blocos visuais, apresenta uma interface intuitiva e possui organização clara, fatores que reduzem a complexidade da sintaxe e favorecem o foco na lógica. Ademais, mostra-se passível de uso no ensino de Matemática nos anos finais da educação básica. Diante desse cenário, a seguir, passam-se a discutir alguns caminhos para compreender o referido programa como um recurso educacional.

Em uma pesquisa realizada por Torres et al. (2021), em um cenário de readequação dos processos de ensino e aprendizagem no mundo pós COVID, eles perceberam que está cada vez mais latente a produção do conhecimento tendo como aporte as experiências dos alunos. Com base nisso, defendemos nesta pesquisa que o conhecimento adquirido fora dos muros da escola não é capaz de se constituir enquanto arcabouço científico sem que se tenha um apoio que ajude a lapidar esse saber.

É neste sentido que acreditamos que

> trazer propostas como a Robótica Educacional e o Pensamento Computacional para a sala de aula da Educação Básica pode ampliar o interesse dos estudantes e melhorar o aprendizado, fazendo com que eles desenvolvam aptidões diferenciadas e mais adequadas à realidade atual e ao futuro, em um mundo com uma presença cada vez maior de tecnologias digitais, de modo a que desenvolvam meios de conseguir enfrentar os desafios do meio escolar e da sociedade em geral (Oliveira, 2022, p. 19).

Essa afirmação de Oliveira (2022) corrobora com a perspectiva de outros autores sobre o assunto, como é o caso de Ferreira et al., (2020), que acredita que é possível trabalhar conteúdos como probabilidade e estatística, álgebra, cálculo, lógica e aritmética, entre outros, como é o caso dos “[...] conceitos de álgebra linear, de métodos numéricos e o teorema de Keeler.” (Ferreira et al., 2020, p. 598).

No entanto, é importante ressaltar que a associação do pensamento computacional, da robótica educacional e do uso de softwares, como é o caso do Pictoblox, ainda é muito prematura no Brasil e, na maioria das vezes, se restringe ao Ensino Básico. É preciso, portanto, ampliar o uso desses programas também para a formação inicial e continuada de professores

para que haja uma ampliação e eficiência dos novos recursos metodológicos no ensino de matemática.

Portanto, o uso do Pictoblox como recurso educacional pode ser um fator promissor no que tange o ensino de Matemática e suas respectivas associações ao pensamento computacional e a robótica educacional, uma vez que ele preza pelo protagonismo do educando e visualiza o seu espaço de inserção social como um ponto de mediação para a construção do saber.

2.5 ROBÓTICA EDUCACIONAL E O CONSTRUCIONISMO

Conforme discutido nos tópicos que antecederam esta seção, a sociedade moderna vem se modificando ao longo dos anos e as novas demandas têm surgido em caráter social e educacional nas diferentes áreas do conhecimento. Isso não é diferente na realidade do ensino de Matemática, seja na educação básica ou na graduação. O pensamento acerca do ensino tem se distanciado da esfera cristalizada, ou seja, como se sempre existisse um modelo ou fórmula pronta, e passando a ser questionado, principalmente na esfera prática, e considerado como algo que está em constante construção.

Essa perspectiva da contínua construção possibilita que o ensino de Matemática passa a ter novas paisagens e tensões, que antes se instauravam entre a teoria e prática no modelo "tradicional", e deixe de ser uma disciplina que se apoia em poucos recursos didáticos, uma vez que o processo de ensino e aprendizagem será regado por segmentos presentes no cotidiano do educando, como é o caso das tecnologias educacionais (Menezes, 2021).

É no contexto das inovações metodológicas e da incorporação de novas tecnologias à prática pedagógica que a Robótica Educacional (RE) tem se aproximado progressivamente do ensino de Matemática. Antes de aprofundar essa discussão, é fundamental delimitar o conceito de robótica educacional adotado neste trabalho, bem como apresentar um breve panorama histórico sobre a origem do termo Robótica Educacional, com base em definições de diferentes autores e estudos, à luz da teoria construcionista de Seymour Papert[7].

De acordo com Marcão (2017), a robótica educacional configura-se como um ambiente de aprendizagem em si, comparável a um laboratório, no qual os estudantes atuam de forma ativa e significativa. Nesse espaço, a construção do conhecimento ocorre por meio da interação direta com os processos que compõem a RE, como a programação e o controle de artefatos robóticos, promovendo o engajamento prático dos alunos.

[7] Seymour Aubrey Papert (1928–2016), matemático e cientista da computação, lecionou no MIT e foi o idealizador da abordagem construcionista. Influenciado por Jean Piaget, Papert criou a linguagem de programação Logo e desenvolveu a teoria do *constructionism*o.

Felcher *et al.* (2019, p. 14) complementam essa perspectiva ao afirmar que a robótica educacional "se insere como uma opção com perspectivas interessantes, mas ainda não muito exploradas". Essa constatação justifica a presente pesquisa, que busca compreender de forma mais profunda as possibilidades de mediação pedagógica da RE no ensino de Matemática.

Ortiz (2010) compreende a robótica educacional como um ambiente que integra a construção e o controle de dispositivos robóticos com o uso de tecnologias digitais, permitindo a reelaboração de conhecimentos previamente adquiridos por meio de uma espiral ascendente de aprendizagem. A proposta envolve a concepção, implementação e automação de artefatos que interagem com o ambiente, favorecendo o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Alimisis e Kynigos (2009) defendem que a robótica educacional, quando fundamentada na abordagem construcionista, promove a aprendizagem centrada no aluno, por meio da experimentação e da manipulação de objetos concretos. Para os autores, mais do que estimular os processos mentais individuais (como no construtivismo), a RE dá ênfase à construção física de modelos, tornando visível o pensamento e proporcionando experiências de aprendizagem mais significativas.

Em consonância, uma revisão recente publicada em 2023 define a Robótica Educacional como uma ferramenta pedagógica com potencial para contribuir com o ensino e a aprendizagem, principalmente em razão de seu caráter interdisciplinar, de sua capacidade de gerar engajamento e de seu potencial motivador.

Sob outra perspectiva, Eguchi (2014) destaca que a RE pode ser compreendida como uma metodologia ativa que possibilita aos estudantes desenvolverem habilidades associadas ao pensamento crítico, à criatividade, à resolução de problemas e ao trabalho colaborativo, especialmente em projetos interdisciplinares envolvendo ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM).

Diante das múltiplas concepções apresentadas, observa-se que, embora em momentos distintos, todas as definições convergem ao evidenciar o papel ativo, criativo e investigativo da Robótica Educacional. Neste contexto, a definição adotada nesta pesquisa converge com Marcão (2017) ao compreender a robótica educacional como um ambiente de aprendizagem ativo e, ao mesmo tempo, com Felcher et al. (2019), ao reconhecê-la como uma proposta pedagógica promissora, ainda pouco explorada, mas com significativo potencial educativo.

Tais perspectivas estão alinhadas à proposta teórica do *construcionismo*, formulada por Papert, que valoriza o aprender fazendo e defende que o conhecimento se constrói de forma mais eficaz quando os alunos estão engajados na criação de artefatos significativos, apropriando-se criticamente da tecnologia para transformar ideias em ações concretas.

Segundo Santos e Silva (2020), Seymour Papert, matemático de formação, trabalhou com Jean Piaget entre 1959 e 1964, período em que direcionou seus estudos para compreender “crianças, a natureza do pensamento e como as crianças se tornam pensadores” (Papert, 1985, p. 244).

Após esse período, transferiu-se para Cambridge, onde passou a atuar no MIT, que descreveu como um “mundo urbano de cibernética e computadores” (Papert, 1985, p. 244). Nesse novo ambiente, voltou-se ao estudo da natureza do pensamento e à investigação sobre como fazer máquinas pensarem.

Ainda assim, manteve vivo o interesse pela aprendizagem infantil. Embora reconhecesse a contribuição de Piaget, ao demonstrar que crianças aprendem mais quando não são diretamente ensinadas, criticava a ausência de proposições práticas sobre “como criar condições para que mais conhecimento pudesse ser adquirido pelas crianças através desse maravilhoso processo de ‘aprendizagem piagetiana’” (Papert, 1985, p. 252).

Diante desse cenário, Papert passou a desenvolver duas ideias centrais que viriam a fundamentar sua primeira obra e a orientar sua trajetória na criação de um ambiente computacional voltado à aprendizagem.

> 1) Mudanças significativas em padrões de desenvolvimento intelectual acontecerão através da mudança cultural; e 2) o mais provável condutor de mudanças culturais potencialmente relevantes no futuro próximo é a presença cada vez mais difundida do computador (Papert, 1985, p. 252).

Baseado nesses propósitos, Papert iniciou em 1967, o desenvolvimento da linguagem de programação LOGO, projetada para ser acessível às crianças, mas com o poder das linguagens profissionais, como C, C++ ou Python. A intenção era proporcionar aos iniciantes, mesmo sem domínio da Matemática, a possibilidade de programar e criar, aproximando-se do pensamento computacional de maneira intuitiva.

Embora a Matemática ocupasse posição central em seus estudos e experiências, Papert (1985) destacou outras contribuições do ambiente LOGO, como o fortalecimento da autonomia frente às tecnologias, a aproximação com ideias científicas e a construção de modelos intelectuais. O autor ressalta que, ao utilizar essa linguagem, as crianças exploram seu próprio modo de pensar, compreendem que o conhecimento se organiza em contínuos e não em respostas absolutas, reconhecem o professor como parceiro na aprendizagem e transferem experiências cotidianas para a construção de teorias científicas.

Essas contribuições dialogam diretamente com as críticas de Papert ao modelo escolar tradicional, ainda presente em muitos contextos. Ele questiona a cultura da rotulação dos

estudantes por aptidões como “matemáticos” ou “não matemáticos”, a separação rígida entre áreas do conhecimento e o ensino baseado na memorização mecânica, que desconsidera o sentido do conteúdo para o aprendiz.

Com o objetivo de superar tais limitações, Papert não apenas criou uma linguagem, mas concebeu um ambiente de aprendizagem: o LOGO, que integrava a linguagem à chamada tartaruga cibernética. A primeira versão (1968-1969) ainda não possuía interface gráfica, mas já permitia a criação de jogos, manipulação de linguagem e poesia concreta (Papert, 1985, p. 26).

A versão mais conhecida, entretanto, envolveu a Tartaruga, representada tanto na tela quanto como objeto físico manipulável, segundo a Fundação LOGO (2015). Essa tartaruga se tornou um “objeto-de-pensar-com”, central na proposta pedagógica construcionista.

Além da Tartaruga-Geométrica, Papert desenvolveu diversos micromundos voltados a aprendizagens tanto curriculares quanto extracurriculares. Entre os conceitos fundamentais desses ambientes, destaca-se a “filosofia do *debugging*”, na qual as crianças são incentivadas a identificar e corrigir seus próprios erros, em vez de simplesmente apagar o programa.

Essa abordagem rompe com a lógica escolar tradicional que associa o erro ao fracasso, ressignificando-o como uma oportunidade de reflexão sobre pensamentos, ações e conceitos. A partir dessas ideias, Papert formulou sua filosofia educacional, o Construcionismo, definida por ele como uma “reconstrução pessoal do Construtivismo” de Jean Piaget (Papert, 1994, p. 127).

Para aprofundar a compreensão da teoria do Construcionismo idealizada por Papert, tomaremos como referência as contribuições de Valente (1991), que discute esse enfoque teórico em diálogo com o uso dos objetos-de-pensar no processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, Valente (1991) observa que o Construcionismo de Papert “é diferente do instrucionismo no sentido em que a ênfase é no aprendizado e não no ensino”, enfatizando a necessidade de criar condições que favoreçam a construção do conhecimento pelo próprio aluno.

O autor destaca ainda dois elementos essenciais para a efetivação dessa proposta pedagógica: “a ação física ou mental do aprendiz e o ambiente onde está inserido”, os quais se tornam centrais na criação de experiências significativas de aprendizagem.

> O ambiente deve ser o mais interessante possível, a fim de poder ser apropriado pelo aprendiz. Deve ser rico em atividades, conceitos e coisas para serem feitas. O ambiente deve ser constantemente motivador e interessante, cabendo ao professor a tarefa para que isso realmente aconteça (Valente, 1991, p. 57).

Para Valente, o professor deve atuar como facilitador do processo de aprendizagem, identificando as capacidades cognitivas dos alunos e propondo atividades adequadas ao seu nível de desenvolvimento. Para isso, é necessário dispor de recursos que viabilizem tais experiências, como a metodologia LOGO, que exemplifica bem essa abordagem. O autor ainda afirma que o computador como esta ferramenta versátil para acomodar os diferentes interesses e capacidades intelectuais de seus usuários.

Nesse sentido, Santos e Silva (2010) elenca as principais características propostas na teoria do construcionismo proposta por Papert

> a) Criar ambientes (micromundos) verdadeiramente interessantes, apropriados para o aprendiz; b) Disponibilizar aparatos que tornem o ambiente interessante e estimulem os indivíduos a construírem o conhecimento, como o computador;
> c) Proporcionar experiências reais que façam sentido para o aprendiz;
> d) Garantir que os indivíduos executem ações físicas ou mentais de modo que se tornem construtores do próprio conhecimento;
> e) Garantir que o aluno tome consciência do conhecimento envolvido na atividade realizada (Silva; Santos, 2010, p. 6).

O Construcionismo, portanto, configura-se como uma filosofia de aprendizagem de natureza prática, originada a partir do ambiente LOGO. Esse ambiente inspirou o desenvolvimento de diversas outras ferramentas, aplicadas tanto em contextos escolares quanto não escolares. Sua principal contribuição reside em oferecer suporte à construção do conhecimento por meio do uso do computador e da programação, concebidos como objetos para pensar e refletir sobre conceitos. Na sequência, a próxima seção discutirá os fundamentos teóricos que evidenciam a importância da Robótica no ensino de Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional.

2.6 O ENSINO DA MATEMÁTICA MEDIADO PELA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Com base nos fundamentos do Construcionismo e nas experiências pedagógicas mediadas por tecnologias digitais, a Robótica Educacional tem se consolidado como uma estratégia potente para o ensino da Matemática, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental. Ao articular a construção de artefatos com a resolução de problemas autênticos, a RE promove a aprendizagem ativa, significativa e contextualizada, possibilitando que os estudantes desenvolvam habilidades matemáticas em diálogo com competências do pensamento computacional. Essa abordagem amplia as formas de interação com os conteúdos curriculares e desafia o aluno a atuar como protagonista do próprio processo formativo.

Diante disso, partilhamos das noções de Santos e Silva (2020) em que acredita que o ambiente proporcionado pela RE agrega elementos de outras áreas que possibilitam, por sua vez, uma aprendizagem multidisciplinar. Nesse sentido, o educando não vai focar apenas no

processo de resolução de questões, por exemplo, mas terá um olhar mais aguçado para o processo de aprendizagem constituído pelo ambiente educacional. Assim, aspectos como "planejamento", "execução" e "reflexão" farão parte do seu trabalho.

Em um mapeamento sistemático sobre o ensino de matemática na robótica educacional, Albertoni et al (2020, p. 468) pôde-se identificar que "[...] a RE vem sendo utilizada com a proposta da resolução de problemas, investigação matemática, jogos e modelagem. Estas podem ser relacionar entre si em atividades contextualizadas envolvendo relações entre a teoria e a prática com o uso de conceitos matemáticos." Percebe-se, com isso, que o processo de ensino e aprendizagem da matemática tem sido permeado por aspectos metodológicos diversificados devido a profusão da RE.

A partir da revisão feita por Albertoni et al (2020), foi possível compreender também algumas preocupações concernentes ao assunto

> existe uma preocupação em relação à contextualização das atividades propostas e amparadas nas teorias utilizadas. Além disso, foi possível identificar também que em muitas vezes elas se completam e no decorrer das atividades são evidenciadas. Para tanto, buscando apresentar como a RE vem sendo utilizada, quando proposta para o ensino de conceitos matemáticos na Educação Básica, o MS revelou que estratégias metodológicas são incorporadas nas práticas e que os aspectos teóricos são importantes para elaboração e condução das atividades. Assim, este estudo revelou que ao aproveitar situações-problema que a RE oferece e ao utilizar a Matemática para buscar soluções, pode assim surgir uma estratégia que direciona os encaminhamentos metodológicos para uso deste recurso (Albertoni et al., 2020, p. 468).

Entre as preocupações mencionadas acima, tem-se um olhar mais sensível principalmente à questão das situações-problema, uma vez que elas corroboram para a elaboração e aperfeiçoamento dos recursos metodológicos. A partir dessa aproximação entre as novas metodologias e a elaboração de situações-problema, podemos constatar dois pontos essenciais que giram em torno do ensino de matemática.

O primeiro aspecto lembra a tendência do "faça você mesmo", discutida por Raabe e Gomes (2018) e que pensa a questão do protagonismo dos alunos frente à construção do conhecimento, e, no que diz respeito também ao desenvolvimento desses indivíduos enquanto sujeitos sociais capazes de desenvolver autonomia. Um segundo ponto que consideramos de grande relevância do uso da RE no ensino de Matemática é pelo fato de que ela proporciona uma aproximação entre a realidade palpável e a construção do conhecimento.

> O uso da Robótica Educacional permite que os alunos vivenciem tais conceitos como algo que faz parte de seu dia a dia, e que a partir dessa experiência os alunos começam a ver um significado para o aprendizado da disciplina Matemática. Porém, a proposta do uso da robótica não se restringiu apenas para Matemática, em razão de que, em muitos trabalhos, os pesquisadores relatam situações nas atividades de experimentos, tais como desenvolvimento do raciocínio lógico, disciplina, trabalho colaborativo, entre outras. Para além dessas conclusões, observamos nos relatos o uso do dispositivo

> robótico como um instrumento cultural mediador nos processos de ensino e aprendizagem, cujo objeto são conceitos matemáticos (Galvão, 2018, p. 52).

Por meio da leitura de Galvão (2018), fica evidente que há uma preocupação em construir significados para o aprendizado no ensino de matemática. Além disso, enfatizou-se a noção de que o uso da robótica educacional não é limitado, pois pode interagir com diferentes campos do conhecimento o que proporciona a ampliação da construção do conhecimento matemático multidisciplinar.

Em uma pesquisa mais recente, Gesser (2022) apontou que a robótica, em si, é uma área multidisciplinar, pois é possível trabalhar com conceitos de outras áreas do conhecimento atrelados à matemática. Seus argumentos baseiam-se também na perspectiva de que a integração da tecnologia com a pedagogia do ensino de matemática, pode constituir novos espaços de conexões entre o conhecimento, as tecnologias cotidianas e a realidade do aluno.

Além disso, com base nos estudos do mesmo autor, por meio da interdisciplinaridade proporcionada pela RE, o aluno se desloca do lugar passivo no processo de ensino e constrói um papel de protagonista na integração do conhecimento. Pensando nesse aspecto do protagonismo, González e Burlamaqui (2022) com essa noção ao afirmarem que

> Na atualidade, o maior desafio da educação é dar ao aluno a oportunidade de se expressar livremente e de fazer suas próprias investigações e descobertas. No contexto da Educação Infantil, observamos que as práticas investigativas e criativas que promovem a livre expressão das crianças estão no cerne do aprendizado, posto que elas são sujeitos que aprendem nas interações que vivenciam, construindo sua identidade pessoal e coletiva por meio das brincadeiras, da imaginação... (González; Burlamaqui, 2022, p. 3).

Nesse sentido, um outro fator que demonstra relevância do uso da robótica educacional no processo de ensino de matemática é a configuração lúdica que essa interação possui. Conforme ressalta González e Burlamaqui (2022, p. 4), a RE é conhecida "[...] por incitar as percepções das crianças, provocando uma aprendizagem criativa, a qual envolve um espiral composto por etapas em que as crianças poderão aprender a desenvolver suas próprias ideias..."

Se antes o estudo dos conceitos matemáticos e das fórmulas se caracterizava como algo chato, difícil e enfadonho, a partir da inserção da robótica educacional, a aprendizagem ganhou um aspecto motivador e até mesmo acessível aos que tem determinada rejeição ao conteúdo do ensino de matemática.

Isso se deu porque a RE tem como uma de suas principais características a manipulação de materiais, fator esse que torna a atividade no mínimo lúdica e motiva os alunos a interagirem com os aplicativos ou robôs. Além disso, "O robô também pode ser entendido como um artefato

cognitivo que os alunos utilizam para desenvolver e expressar suas próprias ideias, bem como ‘um objeto-para-pensar-com’...” (Gesser, 2022, p. 89).

Corroborando com as discussões em torno da inserção da robótica educacional no ensino de Matemática, Andrade (2018) apresenta uma discussão que endossa a relevância da RE no respectivo campo de ensino. Para a autora, os últimos anos tem sido um desafio para o ambiente educacional como um todo, principalmente para àquelas disciplinas que demandam uma maior assimilação por parte dos educandos.

Nesse sentido, muitas vezes “Em razão da abordagem técnica, a falta de ferramentas que amparem os professores a enfatizar determinados tópicos destas disciplinas é um elemento impactante no processo de ensino - aprendizagem.” (Andrade, 2018, p. 27). Isso faz com que os alunos se sintam desestimulados e muitas vezes até queiram deixar a escola. Tal fator se dá principalmente pela dificuldade de conectar o conhecimento ao cotidiano.

Diante desse cenário, as novas ferramentas educacionais têm proporcionado um efeito positivo frente ao desamparo que o ensino básico vem sofrendo com relação ao desenvolvimento educacional. De acordo com Andrade (2018, p. 27), “[...] a robótica tem se sobressaído como uma ferramenta para motivar os estudantes no estudo das mais diversas áreas do conhecimento, em espacial, a das ciências e matemática.”

A autora argumenta ainda a necessidade que o ambiente educacional tem de acompanhar as diferentes mudanças que acontecem no seio social, no universo tecnológico e no cotidiano do público que é atendido pelo espaço escolar, pois só será possível “[...] instrumentalizar-se com uma base sólida de conhecimentos, técnicas e métodos de ensino irão permitir-lhe o crescimento, a adaptação e a participação ativa...” se o perfil e as necessidades da comunidade estudantil for visualizada e respeitada durante o processo educacional (Andrade, 2018, p. 28).

Em um trabalho publicado por Andrade e Binotto (2020, p. 3) em que elas trabalharam com o LEGO ZOOM, enfatizaram que “[...] A etapa da contextualização possibilita aos alunos estabelecer um vínculo entre os seus conhecimentos cotidianos e os novos que serão adquiridos.” Ou seja, constitui-se por meio disso uma ponte entre o processo de construção do conhecimento científico com aqueles que permeiam o cotidiano das crianças e jovens. Esse fator é de suma importância porque ajuda a criar no educando uma noção de que aquilo que se aprende na escola servirá ao seu cotidiano.

Nesse papel de protagonista da construção do conhecimento, percebe-se que por meio dos movimentos exigidos pelo processo educacional mediado pela RE, as crianças do ensino básico se portam muitas vezes como “cientistas”, uma vez que eles precisam organizar, avaliar e testar as hipóteses de suas questões-problema.

Diante desses diferentes aspectos discutidos até aqui, é possível afirmar que a robótica educacional tem oferecido novas perspectivas educacionais ao ensino de matemática, principalmente no que tange à utilização de robôs e de softwares mediados pelo smartphones com tecnologia Android.

Essa aproximação com a RE pode ser percebida também como uma virada epistemológica do pensar o ensino de matemática principalmente nos anos iniciais – que são caracterizados como uma das etapas mais difíceis de se trabalhar os conceitos básicos de qualquer área de ensino.

Considerando os atuais movimentos de inserção de novas tecnologias e a necessidade de tornar o processo educativo mais próximo das vivências concretas dos educandos, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar, esta pesquisa propõe investigar o ensino de Matemática e o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da Robótica Educacional, com a utilização da placa Arduino e do software PictoBlox.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Nesta seção, expomos o caminho metodológico utilizado nesta pesquisa. Inicialmente, delineamos a opção metodológica adotada e, em seguida, apresentamos o ambiente e os sujeitos da pesquisa. Também apresentamos os procedimentos de constituição, organização e análise dos dados.

Por envolver seres humanos, a pesquisa em questão foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNEMAT, conforme registro CAAE: 79301324.4.0000.5166, o qual emitiu o Parecer 6.831.780, favorável à realização da pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as potencialidades e os desafios do uso da robótica educacional, com Arduino Uno e do PictoBlox, no ensino de Matemática e no desenvolvimento do Pensamento Computacional nos anos finais da Educação Básica, adotando um delineamento metodológico voltado à compreensão do fenômeno em seu contexto educacional.

Os procedimentos metodológicos deste estudo se alinham com a abordagem qualitativa da perspectiva de Godoy (1995) e Bogdan e Biklen (1994). Para Godoy (1995, p. 21) a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes. Já Bogdan e Biklen (1994, p. 11), ressaltam que a pesquisa qualitativa "enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais".

Neste contexto, os autores apresentam cinco características a respeito da pesquisa qualitativa

> 1) Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal (Bogdan; Biklen, 1994, p. 11)
> 2) A investigação qualitativa é descritiva (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48)
> 3) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos (Bogdan; Biklen, 1994, p. 49)
> 4) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva (Bogdan; Biklen, 1994, p. 50)
> 5) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994, p. 50)

A investigação qualitativa, conforme Bogdan e Biklen (1994), caracteriza-se pelo estudo de fenômenos em seu contexto natural, com o pesquisador como principal instrumento.

Ainda segundo os autores, ela é descritiva, valoriza o processo mais que os resultados, e adota uma análise indutiva, construindo interpretações a partir dos dados coletados.

Na pesquisa qualitativa o significado é central, pois busca compreender a perspectiva dos participantes. Nesse sentido, Godoy (1995) ressalta que esse tipo de pesquisa “ilumina” o dinamismo interno das situações, frequentemente invisível a observadores externos.

Ainda no campo de caracterização, esta pesquisa pode ser classificada como de natureza exploratória, pois visa produzir mais informações sobre o objeto de estudo e levantar hipóteses que possam gerar estudos posteriores (Meirinhos; Osório, 2016). Os procedimentos metodológicos a serem dados se alinham ao da Pesquisa Participante, a qual busca compreender e se aprofundar no fenômeno estudado por meio da exploração das perspectivas dos participantes (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

3.2 CONTEXTO DA PESQUISA

O curso foi desenvolvido no formato de atividade de extensão universitária, no formato de curso presencial. Teve como público-alvo estudantes do 7º e 8º ano do Ensino Fundamental do Centro de Ensino Joana Darc, situado no município de Tangará da Serra – MT.

A escolha desta instituição se deu por ser o local de atuação do pesquisador, o que facilitou o acesso ao laboratório de informática e ao público participante do curso. As inscrições foram disponibilizadas especificamente para as turmas dos 7º e 8º anos, permitindo a participação voluntária dos estudantes interessados no contraturno escolar.

O curso teve início com a participação de doze estudantes, sendo três matriculados no 7º ano e nove no 8º ano do Ensino Fundamental. Em relação à identidade de gênero, metade dos participantes se identificaram como sendo do sexo feminino e a outra metade do sexo masculino. As idades variaram entre 12 a 14 anos. Esses participantes são referenciados, ao longo do texto, somente pelos códigos de aluno 01 à aluno 12.

Dos 12 que iniciaram o curso, apenas três não concluíram o curso. Um deles mudou de cidade durante o período de execução do curso, e os outros dois desistiram por dificuldades de translado devido à falta de transporte.

As atividades e projetos do curso foram conduzidas nas instalações do Centro Municipal de Ensino Joana Darc. Todas as atividades foram desenvolvidas e organizadas pelo pesquisador, aproveitando os recursos disponíveis, como laboratórios equipados com computadores, acesso à internet e datashow. Os kits eletrônicos e materiais de papelaria utilizados nos projetos foram fornecidos pelo pesquisador e autor deste trabalho.

3.3 O CURSO DE EXTENSÃO

O curso foi desenvolvido de forma 100% presencial, com uma carga horária de 60 horas, distribuídas em 12 módulos divididos em quatro meses. As aulas do curso foram distribuídas em 15 segundas-feiras dia, distribuídas no segundo semestre do ano de 2024, com carga horária de 4 horas cada encontro. O Quadro 02 detalha as atividades desenvolvidas durante o curso.

Quadro 2: Organização dos módulos do curso de extensão

Data	Módulo	Atividade executada
05/08 e 12/08	01	Apresentação do curso e exploração da plataforma
19/08	02	Semáforo Inteligente
26/08	03	Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219
02/09	04	Braço Reflexivo
09/09	05	Volume Dinâmico
16/09	06	Umidade do solo
23/09	07	Jardim Autônomo
30/09	08	Estação Meteorológica
04/10	09	Garra Dinâmica
14/10	10	Escolha e orientação para elaboração do projeto final
21/10	11	Monitoria individual sobre a confecção dos protótipos
04/11, 11/11 e 18/11	12	Culminância do experimento

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O curso teve início no mês de agosto, logo após o recesso escolar do meio do ano, e foi estruturado em 12 módulos sequenciais. Cada módulo foi cuidadosamente planejado com o objetivo de aprofundar os conhecimentos adquiridos no anterior, promovendo uma progressão gradual no uso dos recursos e ferramentas disponíveis. Além disso, a cada novo módulo, foram introduzidos sensores distintos, com o intuito de explorar de forma ampla as potencialidades da plataforma utilizada no curso.

O Módulo 01 teve caráter introdutório, uma vez que grande parte dos cursistas estava tendo, pela primeira vez, contato com o uso do computador, com a placa Arduino e com um ambiente de programação em blocos. Nesse contexto, abordaram-se aspectos fundamentais do uso do computador, como ligar e desligar o equipamento, criar pastas, salvar e abrir arquivos, acessar o software PictoBlox e realizar a conexão com a placa Arduino. Ainda neste primeiro módulo, os estudantes participaram da criação de objetos digitais, como forma de explorar a interface do PictoBlox e se familiarizar com suas funcionalidades básicas, por meio de uma atividade lúdica e introdutória.

Os Módulos 02 a 09 foram dedicados à exploração dos sensores eletrônicos que seriam utilizados ao longo do curso. As atividades desenvolvidas nesses módulos foram elaboradas considerando os conteúdos previstos no currículo escolar, de modo a promover uma articulação

entre os conceitos da matemática e o uso das tecnologias digitais, proporcionando aos alunos experiências de aprendizagem contextualizadas e significativas.

Já os Módulos 10 a 12, foram destinados à elaboração e ao desenvolvimento do projeto final dos cursistas. Neste momento, os estudantes aplicaram os conhecimentos construídos ao longo do curso para idealizar, prototipar e programar dispositivos com base em situações-problema. A etapa final culminou na apresentação dos projetos para a comunidade escolar, promovendo um espaço de socialização, reconhecimento e valorização do processo de aprendizagem dos alunos.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Durante o curso, diversos instrumentos de coleta de dados foram utilizados, dependendo da etapa em que a pesquisa estava sendo desenvolvida. Foi aplicado um questionário com questões objetivas a fim de analisar os conhecimentos prévios dos participantes sobre o tema da pesquisa e, ao final do curso, outro questionário aberto para capturar algumas impressões sobre o desenvolvimento de habilidades durante o curso.

Com base na classificação proposta por Nogueira (2002), os questionários podem assumir diferentes formatos, cada um com finalidades e características específicas, que devem ser escolhidos conforme os objetivos da investigação, a natureza do problema de pesquisa e o perfil do público-alvo.

Nessa perspectiva, os questionários abertos apresentam a vantagem de permitir que os participantes se expressem livremente, sem limitações prévias nas respostas, o que favorece a obtenção de dados mais ricos, subjetivos e contextualizados. Esse tipo de instrumento é particularmente útil em pesquisas exploratórias, pois possibilita captar percepções, opiniões e experiências pessoais, ampliando a compreensão sobre os fenômenos investigados.

Já os questionários assistidos, envolvem a presença do pesquisador no momento da aplicação, o que permite esclarecer dúvidas, garantir o preenchimento correto e conduzir o processo de forma mais controlada. No entanto, é necessário atentar-se para possíveis interferências na autonomia do respondente, o que pode afetar a espontaneidade das respostas.

Considerando os objetivos da pesquisa e o perfil dos participantes, optou-se pelo uso de questionários abertos e assistidos, uma vez que os cursistas apresentavam pouca familiaridade com produções escritas formais e tecnologias digitais, sendo a mediação do pesquisador fundamental para garantir a compreensão das questões e a livre expressão das respostas.

Além disso, os questionários abertos possibilitaram uma escuta mais sensível e aprofundada das experiências vivenciadas pelos estudantes ao longo do curso, respeitando suas

singularidades e ampliando a qualidade interpretativa da análise qualitativa dos dados. Dessa forma, a escolha metodológica adotada buscou assegurar a coerência entre os instrumentos utilizados e os princípios da pesquisa qualitativa em educação. Ressalta-se que todos os instrumentos de coleta de dados estão armazenados na nuvem[8] podendo ser acessado por qualquer usuário a qualquer momento.

De forma complementar, a pesquisa contou com outros instrumentos de coleta de dados, tais como registros fotográficos, gravações em vídeo, códigos desenvolvidos pelos alunos durante as atividades e um caderno de campo elaborado pelo pesquisador.

3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

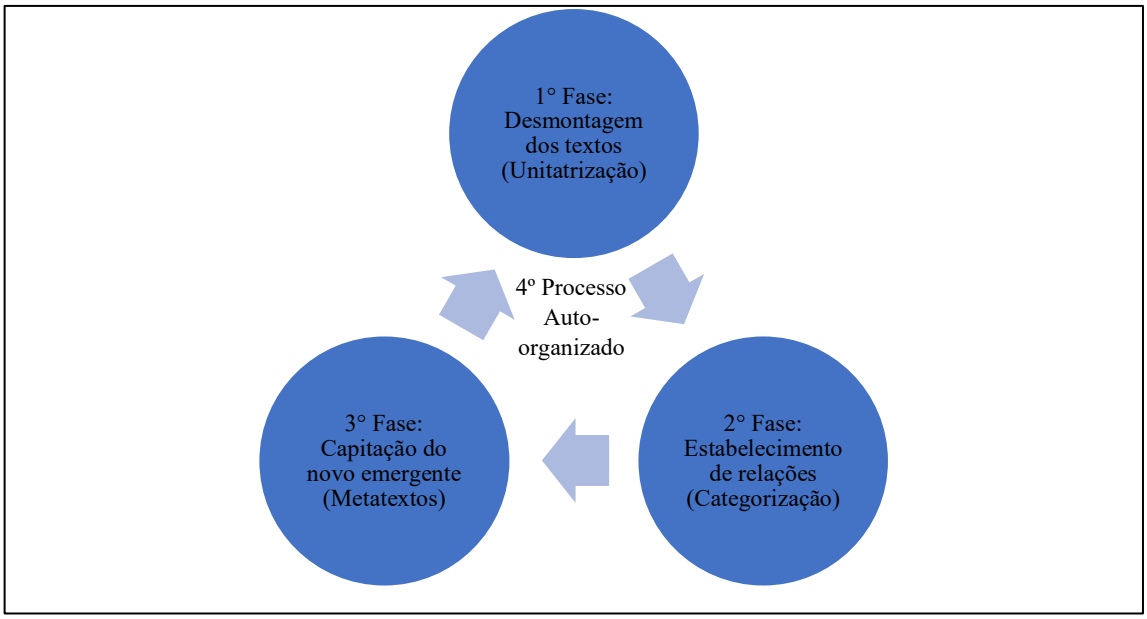
Para a análise dos dados produzidos nesta pesquisa, adotamos procedimentos com base na Análise Textual Discursiva (ATD), apresentada por Moraes e Galiazzi (2016). Essa abordagem metodológica fundamenta-se na construção de significados a partir de materiais textuais, os quais são compreendidos como portadores de sentidos que emergem da interação entre o sujeito e o texto.

Segundo os autores, a ATD reconhece que os dados não são meramente objetivos ou neutros, mas carregam marcas da subjetividade dos participantes e do contexto em que foram produzidos, exigindo do analista uma postura interpretativa e reflexiva. Nesse sentido, o processo analítico envolve a desconstrução e reconstrução dos textos, com vistas à produção de novas compreensões que contribuam para a explicitação dos fenômenos investigados.

A ATD é organizada em quatro focos, sendo eles: Desmontagem dos textos; Estabelecimentos de relações; Capitação do novo emergente e um processo auto-organizado, sendo os três primeiros focos são os mais importantes e o quarto permeia todo o percurso, a Figura 3 ilustra as fases da análise textual discursiva.

[8] Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/14-UiqOg0paNcu7SsGU3dCTbv4ihDZ5Sx?usp=drive_link

Figura 3: Etapas da ATD



Fonte: Próprio autor (2024)

A primeira fase, denominada *desmontagem dos textos*, ou *unitarização*, consiste na leitura atenta e detalhada dos textos, com o objetivo de fragmentá-los em unidades significativas que remetam diretamente aos fenômenos estudados. Essa etapa visa identificar elementos essenciais nos discursos dos participantes, preservando sua integridade sem perder de vista a complexidade do material.

Na segunda fase, o *estabelecimento de relações*, também chamado de *categorização*, busca organizar as unidades obtidas na etapa anterior em conjuntos que compartilhem significados comuns. Essas unidades de base são então agrupadas, dando origem a categorias que permitem identificar padrões e relações entre os dados analisados.

A terceira fase, conhecida como *captura do novo emergente*, caracteriza-se por uma imersão profunda nos materiais analisados, permitindo que novas compreensões, mais amplas e integradas, emerjam da interação entre os dados e o olhar do pesquisador. É a partir dessa síntese interpretativa que se constrói o metatexto, uma produção textual reflexiva que representa a compreensão final do fenômeno estudado, resultante da articulação das fases anteriores.

A última etapa, denominada *processo auto-organizado*, refere-se à integração harmônica e dinâmica das três fases anteriores, desmontagem dos textos, estabelecimento de relações e captura do novo emergente. É dessa articulação orgânica entre as etapas que surgem as compreensões mais elaboradas sobre os fenômenos investigados.

> [...], um processo auto-organizado de construção de compreensão em que os entendimentos emergem a partir de três componentes: a desconstrução dos textos do

> "corpus", a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários; a categorização; o capitar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 34).

Em consonância com os pressupostos da Análise Textual Discursiva, utilizou-se o software ATLAS.ti como ferramenta de apoio ao processo analítico. Concebido para pesquisas qualitativas nos campos social e linguístico, o programa oferece suporte à organização do corpus, à codificação das unidades de sentido, ao estabelecimento de relações entre categorias e à interpretação de dados textuais, favorecendo a sistematização das etapas investigativas sem substituir o olhar hermenêutico do pesquisador (Ariza et al., 2015).

O *software* permite gerenciar e analisar diferentes tipos de documentos como textos (tais como questionários, entrevistas, relatórios de observação, documentos, cartas, dentre outros), imagens (fotos, desenhos e outros), áudios (de entrevistas, reuniões, etc...) e vídeos (reuniões, gravações de entrevistas, dentre outros) (Walter; Bach, 2015).

No site do Atlas.ti, é possível baixar a versão teste, podendo ser usada por 14 dias (e após o período de teste é limitada a 10 documentos, com um total de até 100 páginas), e também realizar a aquisição de uma licença. Ariza et al., (2015), afirma ainda que o suporte do software inclui lhe dar com grandes quantidades de textos, bem como gerenciar anotações, conceitos e estruturas complexas inerentes ao processo de interpretação de texto.

O software apresenta uma série de recursos que podem ser verificados no manual do usuário[9], dentre essas, destacam-se: Unidade Hermenêutica, Documentos Primários, Citação, Codificação, Códigos, Comentários, Notas, Famílias, Superfamílias, Redes de Categorias e Nuvem de Palavras. Ariza et.al (2015), realizou um estudo que objetivou analisar a articulação entre a Análise Textual Discursiva e o Atlas.ti a partir da pesquisa de resumos e dissertações e teses, e identificou que

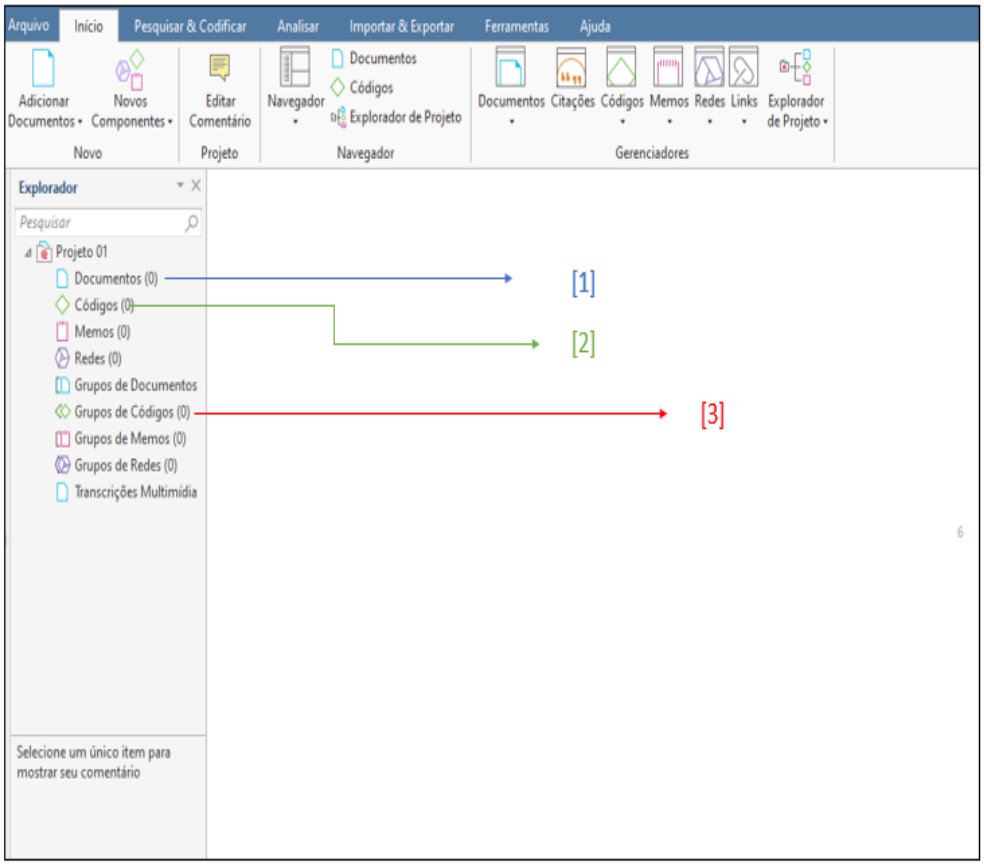
> Do exposto em relação ao exercício de articulação entre ATD e o software ATLAS.ti foi possível interpretar as informações descritas nos resumos de teses e dissertações de modo intenso e detalhado, permitindo chegar à melhor compreensão do que é esse fenômeno de fazer pesquisa nos Programas de Pós-Graduação. A utilização do software ATLAS.ti permitiu relacioná-lo aos fundamentos de ATD. Considera-se que o software ATLAS.ti é potencialmente significativo para ser usado com a metodologia de ATD. [...] Contribui para a análise também por suportar diferentes formatos de arquivos (Ariza, et. al., 2015, p. 18-19).

Sendo estes os motivos que nos levaram a implementar o software Atlas.ti em nossa pesquisa. Contudo, vale ressaltar que o pesquisador é o autor do processo e uma ferramenta pode facilitar o gerenciamento dos arquivos, mas não decide por ele (Ariza et al., 2015). Com

[9] ATLAS.ti 9 Windows - User Manual (atlasti.com)

isso, usaremos o software Atlas.ti nas fases da ATD, utilizaremos três camadas de acordo com a hierarquia apresentada abaixo (figura 4).

Figura 4: As duas primeiras fases da ATD (Unitarização e Categorização) no Atlas.ti

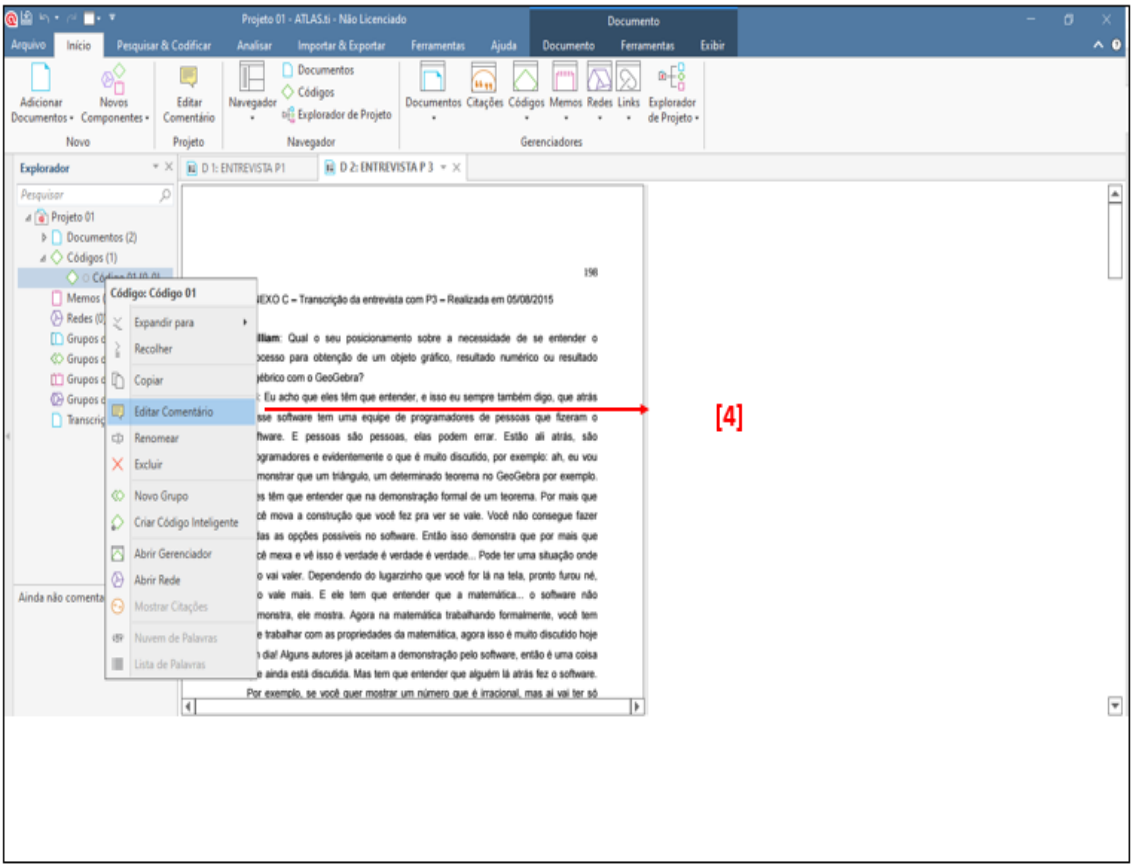


Fonte: Elaborada pelo autor baseada no Atlas.ti versão 9.1.5 (2024)

Conforme ilustrado na Figura 4, o número [1] indica os documentos que são o corpus da pesquisa. Já o número [2] representa os códigos criados, compreendidos na ATD como unidades de sentido, nas unidades de base que serão combinados e classificados (número [3]) gerando assim sistemas de categorias, etapa conhecida na Análise Textual Discursiva como estabelecimento de relações.

E para a criação dos metatextos, pode ser utilizado para auxiliar o recurso de "comentário" do *Atlas.ti*, exposto na Figura 5 abaixo.

Figura 5: Etapa três da ATD no Atlas.ti



Fonte: Elaborada pelo autor baseada no Atlas.ti versão 9.1.5 (2024)

Na Figura 5, o número 4 indica os comentários que podem ser utilizados para realizar interpretações preliminares relativas as unidades de bases e aos sistemas de categorias presentes na etapa dois da ATD. Tais anotações foram ser cruciais para a elaboração dos metatextos (textos interpretativos) que serão utilizados na análise dos dados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Na seção a seguir, apresentamos a forma como o curso foi desenhado, de modo a explicitar quais eram os objetivos de cada módulo e como eles se articularam com o ensino de Matemática e desenvolvimento do pensamento computacional e também ao longo da proposta formativa.

A descrição das etapas busca apresentar uma compreensão clara da intencionalidade pedagógica que orientou a organização do curso, evidenciando o papel de cada módulo na construção progressiva das competências matemáticas e computacionais pretendidas. Ressalta-se que todas as atividades mencionadas nas subseções, bem como o módulo descrito, encontram-se disponíveis para acesso em ambiente de armazenamento em nuvem[10].

Primeiramente, detalhamos os módulos em sua concepção, apresentando suas finalidades, conteúdos mobilizados e habilidades esperadas. Esse movimento permite compreender não apenas o percurso de ensino e aprendizagem planejado, mas também os caminhos que sustentaram a coleta e análise dos dados da pesquisa.

Após a apresentação dos módulos, passamos à discussão dos resultados obtidos, destacando como os estudantes responderam às propostas, quais aprendizagens foram evidenciadas e de que maneira os objetivos da investigação foram contemplados. Assim, a leitura dessa seção busca articular o desenho metodológico do curso às análises realizadas, oferecendo uma visão integrada entre o planejamento, a execução e os resultados alcançados.

4.1 PROJETOS, HABILIDADES MATEMÁTICAS E DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Nesta seção, são apresentados os projetos desenvolvidos durante o curso de extensão em Robótica Educacional, organizados no Apêndice A (p. 157) e destinados à composição de um futuro E-Book, que integraram o uso da placa Arduino UNO e da plataforma PictoBlox ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento do pensamento computacional. Cada projeto é apresentado com seus respectivos objetivos de aprendizagem, bem como as habilidades matemáticas e os pilares do pensamento computacional que mobilizou durante sua execução.

[10] Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/14-UiqOg0paNcu7SsGU3dCTbv4ihDZ5Sx?usp=drive_link

Os projetos foram planejados de forma sequencial, de modo a favorecer o avanço gradual na compreensão dos conceitos e na autonomia dos estudantes frente à programação e à construção dos protótipos.

Nos apêndices deste trabalho, encontram-se os materiais complementares que detalham cada projeto, incluindo a descrição das etapas de montagem, a lista de componentes necessários e instruções gerais para sua implementação em sala de aula, possibilitando a replicação e adaptação das atividades por outros docentes.

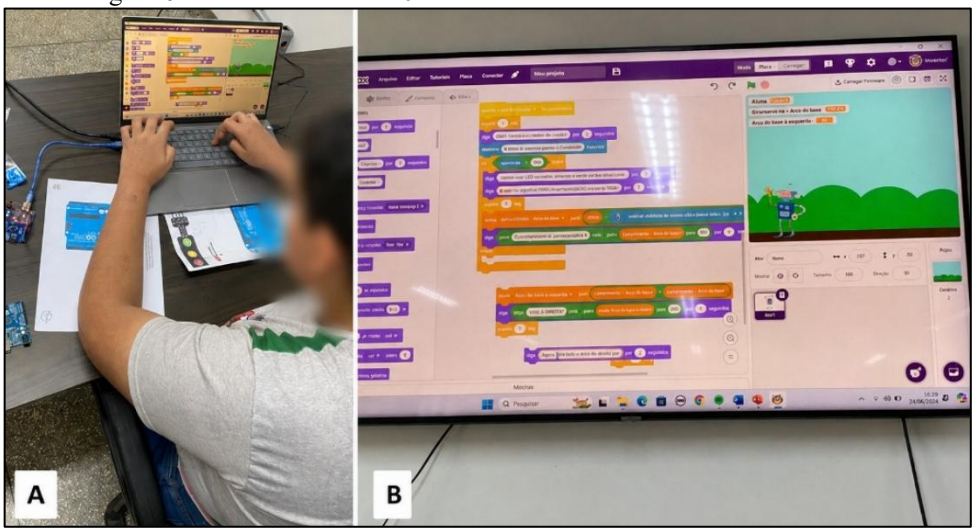
4.1.1. Módulo 01: Introdução à Plataforma PictoBlox e ao Arduino

O Módulo 01 teve como objetivo introduzir os estudantes ao uso do computador, da placa Arduino UNO e do ambiente de programação em blocos PictoBlox, estabelecendo os fundamentos necessários para o desenvolvimento dos módulos seguintes.

Considerando que muitos cursistas estavam tendo o primeiro contato com essas ferramentas, as atividades iniciais concentraram-se no desenvolvimento de habilidades básicas de informática, como ligar e desligar o computador, salvar e abrir arquivos, criar e organizar pastas, acessar o software e realizar a conexão com a placa Arduino.

Para tornar o processo mais dinâmico, foi proposta uma atividade lúdica de criação de objetos digitais, permitindo aos estudantes explorar a interface do PictoBlox, manipular blocos iniciais e ganhar confiança na plataforma. Essa produção já envolveu o uso da placa Arduino e a programação de um LED e Leitura de distância com um sensor ultrasônico; a Figura 6 ilustra esse momento, com um aluno (Figura 6 - A) desenvolvendo parte das atividades e, ao lado, a programação exibida na TV (Figura 6 - B).

Figura 6: Recorte do módulo 01 – Conhecendo o PictoBlox e Arduíno Uno



Fonte: arquivo pessoal (2024)

Com o auxílio de uma televisão (Figura 6 – B), foi possível realizar as programações de forma coletiva: o professor arrastava os blocos e explicava cada etapa, enquanto os alunos reproduziam simultaneamente as ações, compreendendo o funcionamento dos comandos. Em determinado momento, um dos estudantes foi convidado a criar uma programação própria e apresentar aos colegas o que desenvolveu, explicando quais blocos utilizou e qual foi sua lógica de construção.

Assim, este módulo caracterizou-se como etapa introdutória, destinada à ambientação tecnológica, mas que também marcou o início da articulação com objetivos pedagógicos mais amplos. Já nessa fase, os estudantes começaram a ter contato com conceitos matemáticos como variáveis e operações aritméticas, ao mesmo tempo em que mobilizaram os pilares do pensamento computacional abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo.

4.1.2. Módulo 02: Projeto Semáforo Inteligente com Módulo Led 8mm tipo Semáforo

O Módulo 02 (Apêndice, p. 171), intitulado Semáforo Inteligente, consiste em um sistema de sinalização viária, cujo funcionamento está fundamentado na variação do tempo de abertura e fechamento dos sinais em função do fluxo de veículos. Diferentemente dos modelos convencionais, que operam com temporizações fixas, esse sistema estabelece uma relação de

proporcionalidade entre grandezas (quantidade de veículos e tempo de sinalização), permitindo ajustes dinâmicos em tempo real.

O projeto de robótica proposto visava à construção de um protótipo capaz de simular um sistema inteligente de sinalização viária utilizado em vias urbanas. Para este projeto, foram utilizados uma placa Arduino UNO, conectores/*jumpers* e um Módulo LED 8mm tipo Semáforo, que consiste num conjunto de três LED nas cores vermelho, amarelo e verde, compatível com placas de prototipagem Arduino.

O objetivo pedagógico deste projeto consistiu em promover um ambiente envolvente e favorável ao desenvolvimento de processos de modelagem matemática e resolução de problemas, articulando situações do cotidiano aos conhecimentos escolares por meio da robótica educacional. Em termos específicos, a proposta buscou mobilizar a habilidade EF08MA08 da BNCC, que prevê "resolver problemas relacionados ao contexto próximo dos estudantes, representando-os por sistemas de equações do 1º grau com duas incógnitas e interpretando-os" (Brasil, 2018, p. 313).

Também se contemplou a habilidade EF07MA13, que propõe "compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita" (Brasil, 2018, p. 309), aspecto fundamental para a construção de modelos algébricos no contexto investigado.

Além disso, o projeto favoreceu a mobilização da habilidade EF08MA13, definida como "resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas" (Brasil, 2018, p. 315), uma vez que a dinâmica do semáforo exigia analisar e estabelecer relações proporcionais entre número de veículos e tempo de abertura do sistema.

Optamos por iniciar a atividade construindo e programando um protótipo de semáforo de funcionamento simples, ou seja, com tempos de abertura e fechamento fixos, independente do número de veículos.

Para simular a realidade, foi construída uma pista representativa utilizando papelão, folha com desenho de uma pista de veículos e palitos de picolé, conforme mostrado na imagem da Figura 7 - C. Paralelamente, esse sistema, com pista e veículos também foi reproduzido, de forma virtual, no PictoBlox. No ambiente virtual, o número de veículos poderia ser gerado e variado virtualmente, enquanto o funcionamento do semáforo poderia ser visualizado no

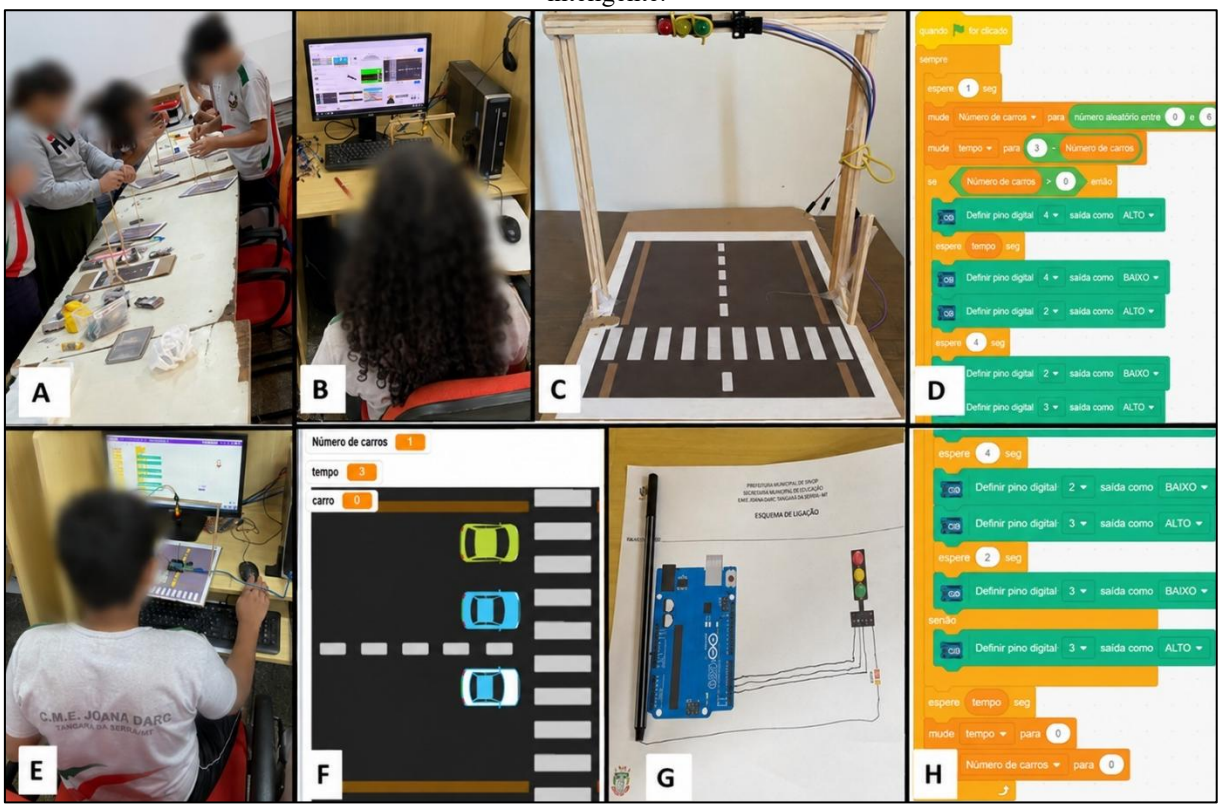
protótipo físico. Contudo, cabe ressaltar, que no primeiro momento, o número de veículos não era significativo para o tempo do semáforo.

A construção do sistema iniciou com a apresentação do sensor e orientações para sua programação (Figura 7- E). Em seguida, foi criado o cenário virtual no ambiente PictoBlox (Figura 7 – B e Figura - F) e a conexão dos componentes eletrônicos do semáforo de uma via. Durante esse processo, de modo geral, houve dificuldade somente com o uso dos conectores/*jumpers* do tipo fêmea. Devido à fragilidade do material do conector, após certo uso, eles apresentavam folga nos encaixes causando o rompimento das ligações e interrupção da corrente elétrica que os atravessa.

Assim, o módulo Led se desligava com frequência, o que gerava descontentamento nos estudantes. Por último, foi conduzida a implementação do algoritmo de funcionamento do sistema no PictoBlox. Embora essa implementação foi guiada, os estudantes não apresentaram dificuldades de executá-la.

Na abstração do sistema real no ambiente PictoBlox, o número de veículos era definido por uma função randômica, a qual gera números inteiros de forma aleatória dentro de um intervalo definido, e para dar mais realismo à simulação, a cada número de carros gerados aleatoriamente, uma quantidade correspondente de imagens de veículos deveria aparecer sobre a pista, conforme mostrado na Figura 7-F.

Figura 7: Mosaico de imagens mostrando os estudantes montando e programando o protótipo do semáforo inteligente.



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Após a conclusão da construção do protótipo de semáforo simples, foi iniciada a construção do protótipo de semáforo inteligente, cujo tempo de abertura depende diretamente da quantidade de veículos na via. Para isso, era necessário estabelecer uma relação entre tempo e número de veículos parados em frente ao dispositivo de sinalização, ou seja, obter um modelo matemático relacionando as duas principais grandezas, o tempo de abertura do semáforo e o número de carros.

Visando a elaboração do modelo matemático, inicialmente foram realizados testes empíricos para o controle do tempo, com o objetivo de identificar intervalos adequados de funcionamento e, posteriormente, estabelecer a dependência do tempo de sinalização em relação à quantidade de veículos.

Tal procedimento permitiu constatar, junto com estudantes, que o tempo de sinalização deveria depender diretamente do número de veículos, caracterizando uma relação funcional entre as grandezas. Essa relação foi deduzida pelos alunos a partir de experimentações, questionamentos e mediações do professor, as quais se apoiaram em registros no quadro e em

anotações sistematizadas nos cadernos dos estudantes, favorecendo a organização e a formalização do raciocínio matemático.

Foi definido, na ocasião, que as duas grandezas deveriam ser diretamente proporcionais, para garantir que a relação entre elas resultasse em uma expressão do 1º grau. Desta forma, a atividade também promoveu a mobilização da habilidade EF08MA13, que visa "resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas" (Brasil, 2018, p. 313).

Os estudantes demonstraram engajamento, criatividade e persistência ao longo do desenvolvimento do projeto do semáforo inteligente, superando desafios técnicos e ampliando suas habilidades em programação visual para o controle dos componentes eletrônicos. As competências do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos foram mobilizadas de forma articulada nas diferentes etapas do projeto, desde a compreensão dos componentes até a modelagem e implementação do sistema.

Dessa forma, o desenvolvimento do semáforo inteligente possibilitou a articulação entre a modelagem matemática, expressa por meio de equações do primeiro grau, e a programação do sistema, evidenciando, na prática, a relação de dependência entre o tempo de sinalização e a quantidade de veículos, bem como o potencial da robótica educacional para o ensino de Matemática em contextos aplicados e significativos.

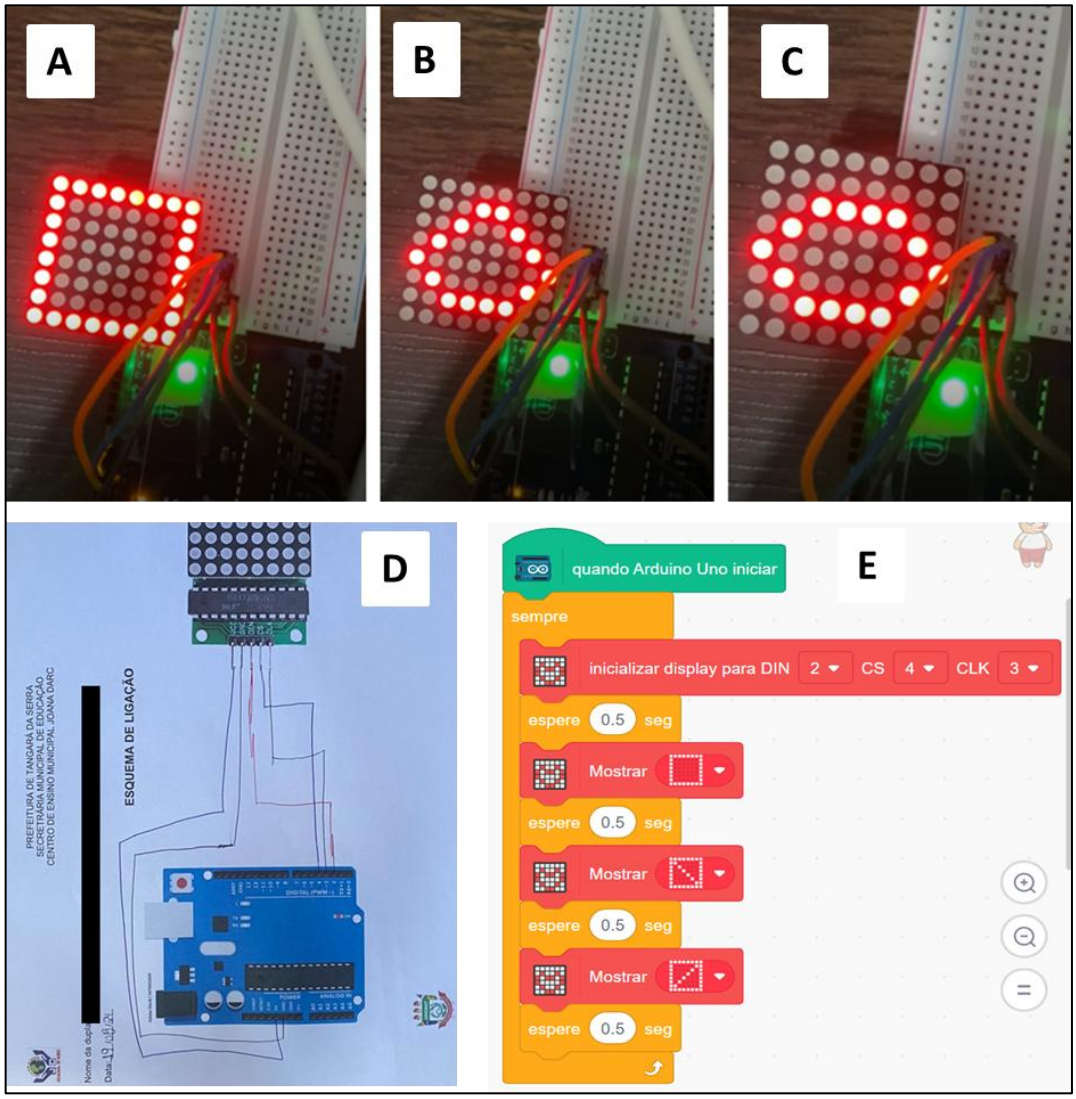
4.1.3. Módulo 03: Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219

O projeto Polígonos, correspondente ao Módulo 03 (Apêndice, p. 177) Módulo Matriz MAX7219 teve como objetivo articular a abstração geométrica à representação digital de figuras planas. Por meio da programação no PictoBlox, os estudantes construíram e exibiram, na matriz de LEDs, diferentes polígonos como quadrados, retângulos, losangos, pentágonos e hexágonos.

Evidenciando a relação entre conceitos matemáticos e sua materialização tecnológica. Para sua implementação, utilizaram-se o módulo MAX7219, uma protoboard e jumpers conectados à placa Arduino Uno. A Figura 8 apresenta exemplos dessa representação, com a

exibição de um quadrado (Figura 8 – A), um pentágono (Figura 8 – B) e um hexágono (Figura 8 – C).

Figura 8: Recortes do Módulo Polígonos no Módulo Matriz Max 7219



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

O objetivo central deste projeto consistiu na construção de um protótipo capaz de representar diferentes polígonos (quadrados, retângulos, losangos, pentágonos e hexágonos), articulado à programação no PictoBlox. Essa abordagem possibilitou aos estudantes relacionar a visualização das figuras no dispositivo eletrônico com os conceitos teóricos, favorecendo a compreensão das classificações e propriedades fundamentais.

Nesse contexto, o projeto mobilizou a habilidade EF06MA18, voltada ao reconhecimento, nomeação e comparação de polígonos, considerando lados, vértices e demais

características estruturais, evidenciando a articulação entre representação, análise e aplicação de conceitos geométricos (Brasil, 2018).

Além disso, também favoreceu a mobilização da habilidade EF08MA17, que propõe "aplicar os conceitos de mediatriz com0 lugar geométrico na resolução de problemas" (Brasil, 2018, p. 317). Desse modo, a atividade ampliou a compreensão dos estudantes sobre propriedades internas das figuras geométricas, relacionando elementos teóricos a representações visuais e dinâmicas no ambiente computacional.

A execução deste projeto organizou-se em duas etapas complementares e interdependentes. Na primeira etapa, realizou-se a apresentação do módulo matriz MAX7219, com ênfase em seus princípios de funcionamento e nos procedimentos adequados de conexão com a placa Arduino Uno (Figura 8 – D), favorecendo a compreensão inicial dos aspectos eletrônicos e operacionais do sistema.

Na segunda etapa, com o suporte de recursos audiovisuais, o professor conduziu a construção do algoritmo no ambiente de programação, orientando os estudantes na elaboração de seus próprios códigos. A proposta central da programação consistiu na representação de polígonos geométricos na matriz de LEDs, articulada à explicitação de suas propriedades fundamentais, promovendo a integração entre visualização digital e conceitos matemáticos (Figura 8 – E).

Como estratégia de consolidação da aprendizagem, foi aplicado um questionário contendo questões que mobilizavam a aplicação das propriedades geométricas. Tal encaminhamento possibilitou avaliar a compreensão conceitual dos estudantes e sua capacidade de transpor o conhecimento para contextos aplicados, em consonância com a proposta formativa do projeto

Durante a execução do projeto, observou-se um bom nível de engajamento dos estudantes, especialmente no processo de elaboração da programação, o qual contribuiu significativamente para a retomada e consolidação das propriedades dos polígonos. Ressalta-se que essa retomada foi conduzida de forma expositiva e dialogada no quadro pelo professor, favorecendo a sistematização conceitual.

No momento de aplicação dos formulários, evidenciou-se que a construção do protótipo potencializou a aprendizagem, uma vez que os estudantes demonstraram segurança, autonomia e fluidez na resolução das questões propostas. No que se refere ao desenvolvimento do

pensamento computacional, observou-se que, ao longo da execução do projeto, os alunos mobilizaram de forma integrada os quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos, evidenciando avanços consistentes na organização lógica e na resolução de problemas.

Assim, o projeto favoreceu não apenas a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, mas também a constituição de competências digitais e investigativas, a mobilização das habilidades do pensamento computacional e o fortalecimento do protagonismo dos estudantes nos processos de aprendizagem.

4.1.4. Módulo 04: Braço Reflexivo

O Módulo 04 (Apêndice, p. 182), intitulado Braço Reflexivo configura-se como um dispositivo didático-tecnológico concebido para identificar e reproduzir, com precisão, a angulação dos movimentos de um braço humano, contemplando ângulos notáveis de 30°, 45°, 60°, 90° e 180°. Para além de um recurso de construção geométrica, o protótipo possibilita a vivência de conceitos matemáticos articulados à programação, favorecendo a compreensão de que ideias abstratas podem ser modeladas e materializadas em movimentos concretos.

Em termos construtivos, o protótipo é composto por uma estrutura de palitos de picolé, responsável por transmitir o movimento ao potenciômetro acoplado ao braço do estudante, com fixação em velcro. Ademais, integra-se ao sistema uma base em papelão e palitos de picolé com circunferência graduada, na qual os ângulos são indicados pelo servomotor 9G, permitindo a articulação entre ação motora e representação angular.

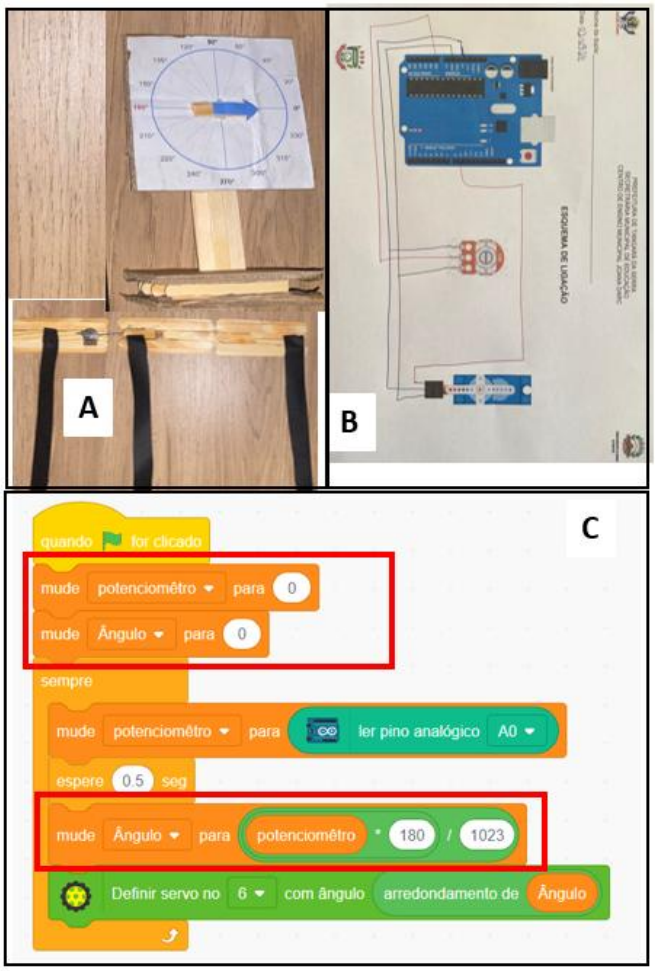
Nesse contexto, o projeto foi delineado com o objetivo de a habilidade EF08MA13, voltada à resolução e elaboração de problemas envolvendo grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas (Brasil, 2018, p. 313). A articulação dessa habilidade com o uso de tecnologias digitais, como o protótipo robótico, amplia as possibilidades metodológicas e favorece a construção do conhecimento em ambientes mais interativos, dinâmicos e significativos.

Além disso, também foi mobilizada a habilidade EF08MA12, que propõe “identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente proporcionais, inversamente proporcionais

ou não proporcionais, expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano" (Brasil, 2018, p. 313).

Articulando tais pressupostos, os ângulos são gerados de forma dinâmica a partir da movimentação do próprio braço do estudante (Figura 9 – A), o que possibilita não apenas a visualização, mas também a compreensão conceitual das grandezas angulares. Essa abordagem contribui para superar a abstração excessiva frequentemente presente nos materiais didáticos, ao promover uma aprendizagem pautada na experimentação, na interação e na construção ativa do conhecimento matemático.

Figura 9: Recorte do módulo Braço Reflexivo



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

O desenvolvimento do protótipo estruturou-se em duas etapas articuladas. Na primeira, realizou-se a apresentação dos dispositivos eletrônicos utilizados: o servomotor 9G e o

potenciômetro de 10 kΩ, com ênfase em suas funcionalidades, nos princípios de leitura do potenciômetro e nos tipos de comandos enviados ao servomotor, bem como nos procedimentos de integração com a placa Arduino Uno (Figura 9 – B). Esse momento inicial foi fundamental para a compreensão da lógica de funcionamento do sistema e das relações entre entrada e saída de dados.

Na segunda etapa, desenvolveu-se a programação do protótipo, a partir de uma problematização, exposta no quadro negro, conduzida pelo professor acerca da necessidade de compatibilizar grandezas distintas: os valores do potenciômetro, que variam de 0 a 1023, e os ângulos do servomotor, definidos no intervalo de 0° a 180°.

Tal situação evidenciou a necessidade de conversão de unidades, operacionalizada por meio de variáveis no ambiente de programação (Figura 9 – C). Nesse processo, mobilizou-se a habilidade EF08MA13 da BNCC, uma vez que os estudantes recorreram a diferentes estratégias para estabelecer relações proporcionais e construir uma solução algorítmica coerente.

O módulo 04: Braço Reflexivo concentrou-se na implementação do dispositivo, não ouve atividades complementares. Foi evidenciado dificuldades dos estudantes na aplicação da regra de três e na transposição desse raciocínio para a programação em blocos, demandando mediação docente. Ademais, foram observadas limitações na montagem, especialmente na conexão dos jumpers macho-fêmea.

Apesar dos desafios identificados, o projeto favoreceu a integração de conteúdos matemáticos, como ângulos notáveis e grandezas diretamente proporcionais, com os pilares do pensamento computacional: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e elaboração de algoritmos.

Tal articulação potencializou uma aprendizagem significativa, na qual a Matemática se configurou não apenas como um conjunto de procedimentos mecânicos, mas como uma ferramenta estruturante para o desenvolvimento de soluções tecnológicas, aproximando os estudantes de práticas próprias da engenharia e da robótica educacional.

4.1.5 - Módulo 05: Volume Dinâmico

O protótipo desenvolvido no Módulo 05 (Apêndice, p. 187), denominado de Volume Dinâmico configura-se como um recurso concebido para explorar o cálculo do volume de prismas e a conversão entre unidades de capacidade, por meio da interação com um personagem

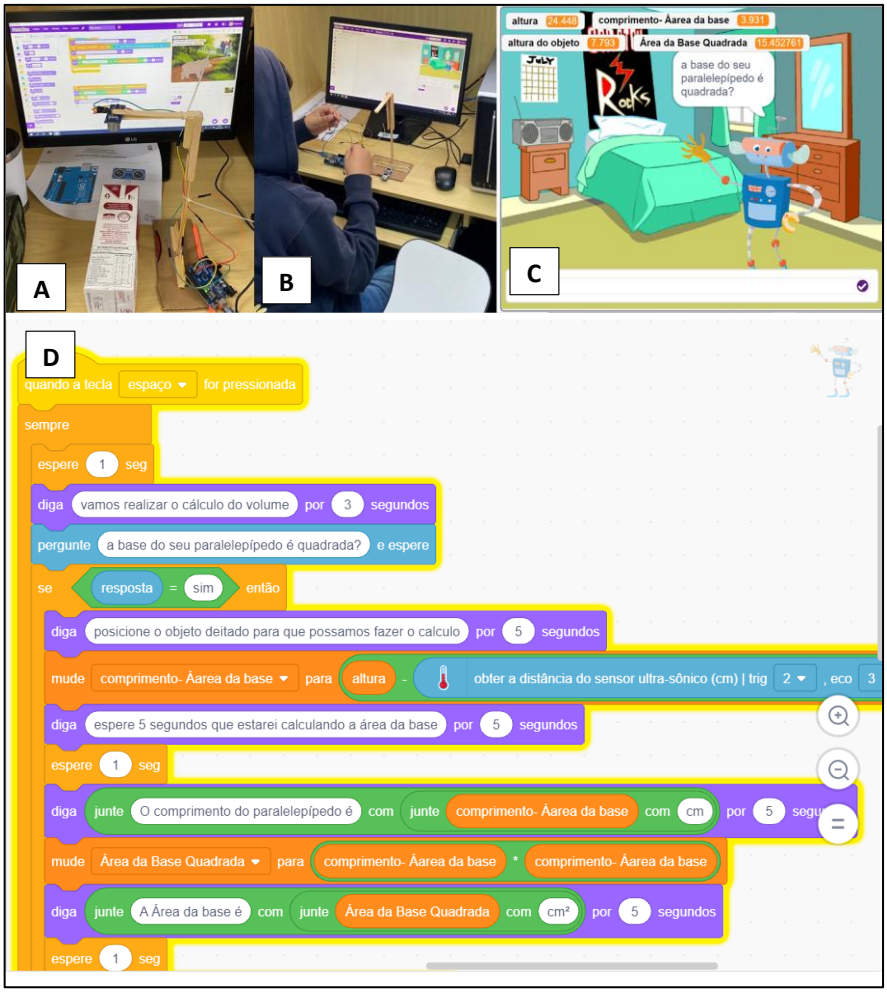
programado. Para sua construção, foi utilizado um sensor ultrassônico e uma estrutura física composta por papelão e palitos de picolé (Figura 10 – A), permitindo a articulação entre modelagem matemática e experimentação concreta.

Diferentemente de abordagens tradicionais, nas quais o cálculo do volume é apresentado de forma predominantemente algébrica e estática, o protótipo possibilita aos estudantes visualizar e analisar, de maneira dinâmica, as variações nos valores à medida que as dimensões do prisma são alteradas, favorecendo a compreensão das relações entre grandezas.

Nesse contexto, o projeto foi delineado com o objetivo de mobilizar habilidades previstas na BNCC, em especial a EF08MA21, que propõe “resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de recipiente cujo formato é o de um bloco retangular” (Brasil, 2018, p. 315).

A Figura 10 apresenta o ambiente virtual (Figura 10 – C), o personagem escolhido, um aluno realizando a ligação dos componentes (Figura 10 – B) e parte do código desenvolvido (Figura 10 – D). Também evidencia o protótipo em funcionamento (Figura 10 – A), realizando o cálculo do volume, destacando a integração entre Matemática e tecnologia.

Figura 10: Recortes do módulo 05: Volume Dinâmico



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A execução do projeto estruturou-se em duas etapas complementares. Na primeira, realizou-se a apresentação do sensor ultrassônico, destacando sua funcionalidade e os procedimentos adequados de conexão à placa Arduino Uno.

Em consonância com a metodologia adotada nos demais módulos, os estudantes receberam um roteiro contendo o esquema do circuito, sendo inicialmente orientados a representar a ligação de forma diagramática; após a validação pelo professor, procederam à montagem do dispositivo Figura 10-B, favorecendo a compreensão dos aspectos eletrônicos envolvidos.

A segunda etapa contemplou a criação do ambiente virtual, a definição de seus elementos e a elaboração do algoritmo para o cálculo do volume de prismas, caracterizando o momento de programação do sistema. Conforme evidenciado na Figura 10 – C, o personagem

programado estabelecia uma interação com o usuário, problematizando o conhecimento acerca do cálculo do volume de blocos retangulares e conduzindo o processo de coleta de dados.

Ao longo da interação, o personagem orientava o posicionamento adequado do objeto para a captura das medidas necessárias, conduzindo o usuário de forma sequencial no processo de obtenção dos dados. Ao final, apresentava o resultado do cálculo do volume, integrando, de maneira dinâmica, modelagem matemática e programação. Essa dinâmica favoreceu a compreensão do processo de cálculo, ao articular representação, interpretação e aplicação dos conceitos matemáticos em um contexto interativo.

Para esse módulo, não se fez necessária a proposição de tarefas complementares, uma vez que a construção e a correta execução do código foram suficientes para evidenciar o alcance da habilidade. Destaca-se que os estudantes realizaram verificações por meio de cálculos manuais, com o intuito de validar o funcionamento do algoritmo, demonstrando articulação entre raciocínio matemático e lógica computacional.

Os estudantes demonstraram envolvimento ativo, autonomia e rigor no desenvolvimento do projeto, especialmente na etapa de programação e validação dos resultados, evidenciando a compreensão dos conceitos mobilizados. As competências do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos foram acionadas de forma integrada, sobretudo na organização do algoritmo e na verificação de sua consistência por meio de cálculos manuais.

Dessa forma, o desenvolvimento do protótipo possibilitou a articulação entre a modelagem matemática, expressa pelo cálculo do volume de prismas e pelas relações entre grandezas, e a programação do sistema, evidenciando, na prática, a aplicabilidade dos conceitos em um contexto interativo. Tal integração reforça o potencial da robótica educacional como estratégia didática para o ensino de Matemática, ao promover aprendizagens significativas, investigativas e orientadas à resolução de problemas.

4.1.6 - Módulo 06: Umidade do solo

O Módulo 06 (Apêndice, p. 193), intitulado de Umidade do solo teve como objetivo desenvolver um protótipo capaz de realizar a leitura da umidade do solo, contribuindo para o monitoramento da irrigação de plantas ou culturas, com possibilidade de aplicação em ambientes controlados, como estufas. A proposta fundamenta-se na integração entre saberes matemáticos e computacionais, configurando-se como uma prática pedagógica significativa, ao

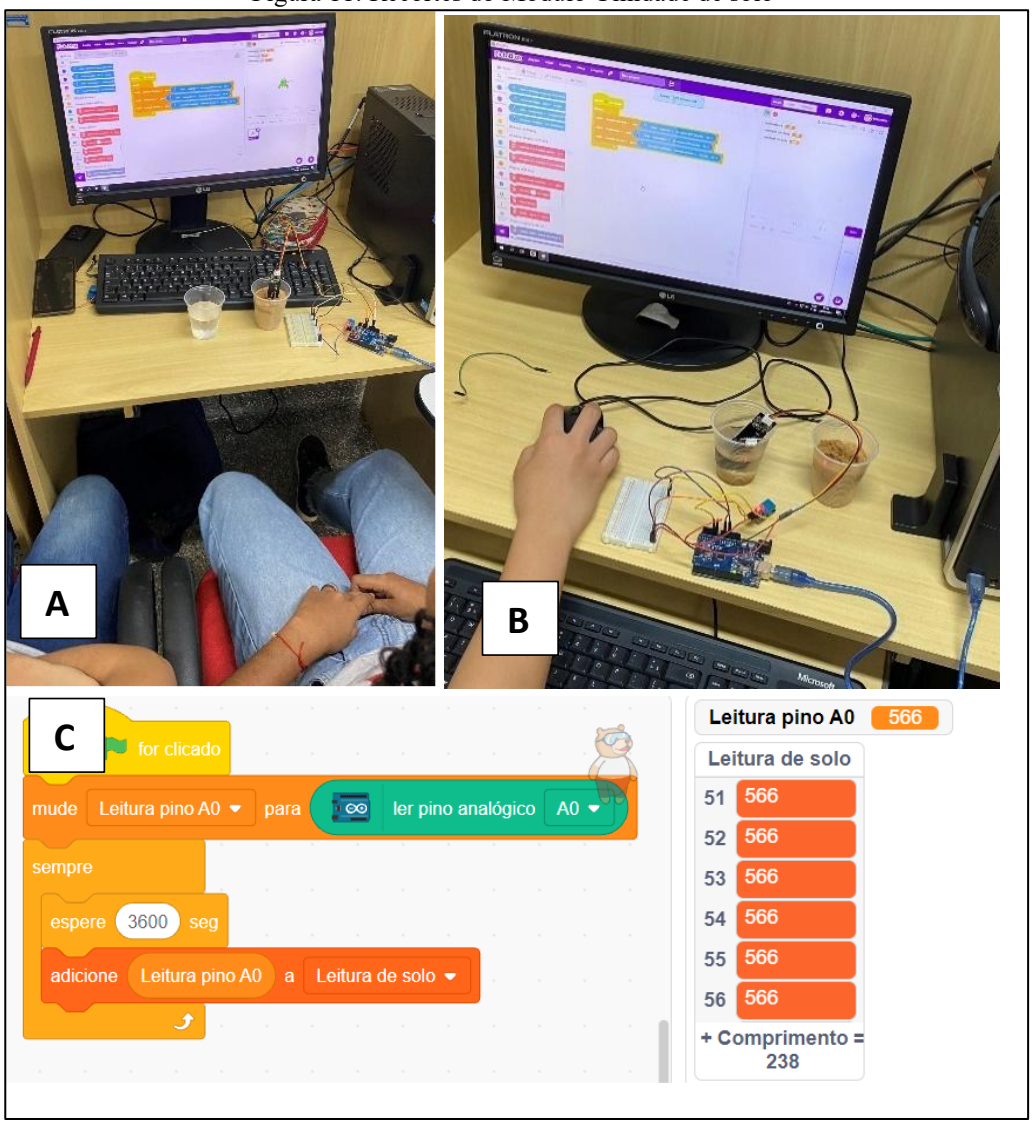
aproximar os estudantes de conceitos estatísticos e de problemáticas ambientais contemporâneas, especialmente aquelas relacionadas ao uso consciente da água e à sustentabilidade.

Para a construção do protótipo, foram utilizados o módulo sensor higrômetro, a placa Arduino Uno e dois recipientes descartáveis: um destinado ao armazenamento de terra ou areia e outro contendo água, utilizado para simular o processo de irrigação. Essa configuração permitiu a coleta e análise de dados em tempo real, favorecendo a compreensão das variações de umidade no solo em diferentes condições.

No âmbito das aprendizagens matemáticas, o projeto mobilizou a habilidade EF08MA23 da BNCC, que propõe "avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa" (Brasil, 2018, p. 315), bem como a EF06MA32, que envolve a "interpretação e resolução de situações relacionadas a contextos ambientais, com base na análise de dados apresentados em tabelas e gráficos, culminando na elaboração de sínteses argumentativas" (Brasil, 2018, p. 315).

A Figura 11 apresenta recortes do Módulo 06, evidenciando duas duplas de estudantes envolvidas no processo de programação do protótipo (Figura 11 – A e Figura 11 – B), bem como um trecho do código desenvolvido durante a atividade (Figura 11 – C). Tal representação ilustra o engajamento dos alunos na construção do algoritmo e evidencia a articulação entre os conceitos matemáticos mobilizados e sua implementação no ambiente de programação.

Figura 11: Recortes do Módulo Umidade de solo



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

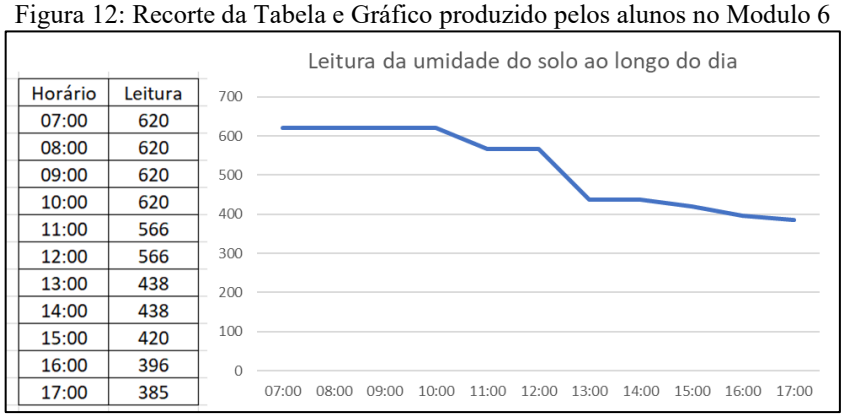
A execução do projeto estruturou-se em duas etapas complementares. Inicialmente, realizou-se a apresentação do módulo sensor higrômetro, destacando sua funcionalidade e os procedimentos adequados de conexão à placa Arduino Uno. Em seguida, deu-se início à etapa de programação (Figura 11 – C), na qual foi utilizado o recurso “lista de números”, possibilitando o monitoramento contínuo das leituras do sensor, definidas em intervalos regulares de tempo, no caso a cada hora.

Nessa perspectiva, os estudantes foram instigados a refletir sobre o consumo consciente de água e sobre as potencialidades do sensor no monitoramento da irrigação, especialmente em contextos como estufas. A partir dos dados coletados, realizou-se a exportação para uma

planilha eletrônica (Figura 12), possibilitando a análise estatística das informações. Com base nesse material, os alunos identificaram o tipo de variável envolvida e discutiram a adequação de diferentes representações gráficas, favorecendo a interpretação dos dados e a tomada de decisões fundamentadas.

O sensor permaneceu em funcionamento durante um período de 10 dias; contudo, como o objetivo consistia em compreender a aplicabilidade do conceito e a utilidade do sensor para a tomada de decisão, consideraram-se apenas as 10 primeiras horas de cada dia.

Figura 12: Recorte da Tabela e Gráfico produzido pelos alunos no Modulo 6



Horário	Leitura
07:00	620
08:00	620
09:00	620
10:00	620
11:00	566
12:00	566
13:00	438
14:00	438
15:00	420
16:00	396
17:00	385

Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Para essa atividade, observou-se um bom nível de motivação dos estudantes, impulsionado pelo uso da planilha eletrônica como ferramenta de análise e pela problematização de questões ambientais. Ao longo do processo, os alunos acompanharam o monitoramento da umidade do solo e refletiram sobre as diferenças entre ambientes climatizados e naturais, especialmente no que se refere ao impacto dessas condições na irrigação de plantas. Como parte da proposta, responderam a questões presentes no questionário de pesquisa do módulo, o que contribuiu para a sistematização das aprendizagens.

No que se refere ao desenvolvimento do pensamento computacional, observou-se que, ao longo da execução do projeto, os alunos mobilizaram de forma integrada os quatro pilares de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos, particularmente na organização dos dados coletados, na identificação de padrões de umidade e na construção de soluções para o monitoramento ambiental.

Assim, o projeto favoreceu não apenas a aprendizagem de conteúdos matemáticos, com ênfase em estatística e análise de dados, mas também a constituição de competências digitais e investigativas, a mobilização das habilidades do pensamento computacional e o fortalecimento

do protagonismo dos estudantes nos processos de aprendizagem, ao promover reflexões sobre sustentabilidade e o uso consciente da água em contextos reais.

4.1.7. Módulo 07: Jardim Autônomo

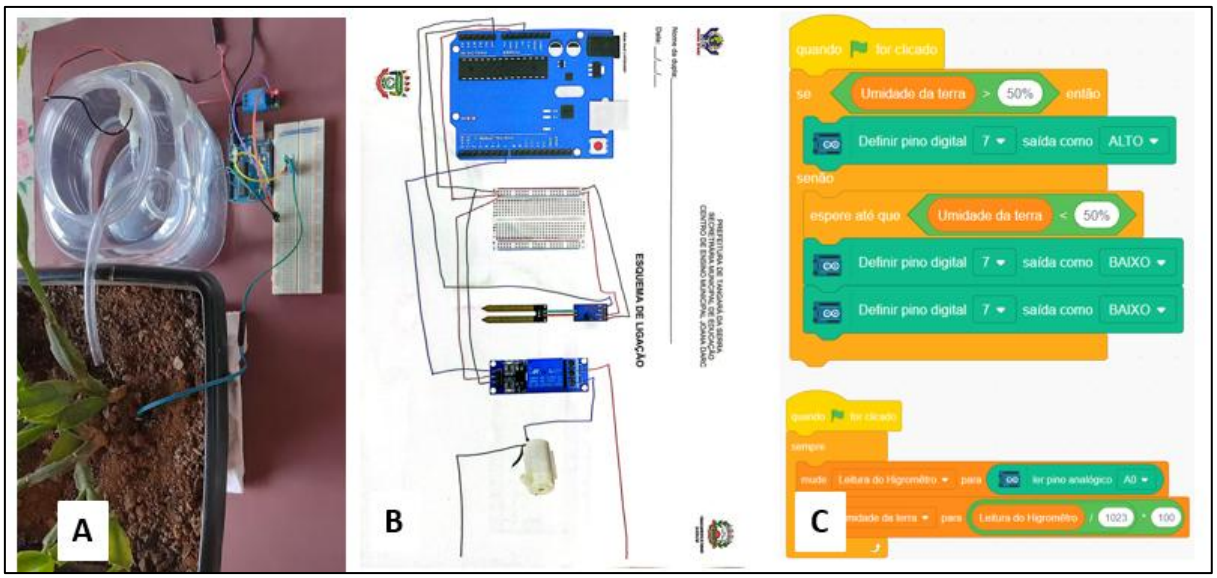
O projeto Jardim Autônomo, correspondente ao Módulo 07 (Apêndice, p. 197) foi desenvolvido com o objetivo de integrar conhecimentos matemáticos e tecnologias digitais por meio da construção de um protótipo capaz de monitorar a umidade do solo e acionar automaticamente um sistema de irrigação. Essa proposta possibilitou aos estudantes compreender, de forma aplicada, o uso da robótica em contextos sustentáveis, articulando conceitos matemáticos, programação e consciência ambiental.

Sob a perspectiva do ensino de Matemática, o projeto teve como objetivo mobilizar a habilidade EF06MA13 da BNCC, que propõe "resolver e criar problemas que envolvam porcentagens, com foco na compreensão do conceito enquanto representação percentual" (Brasil, 2018, p. 301).

Articulou-se também com a habilidade EF07MA02, que orienta "resolver e elaborar problemas envolvendo porcentagem, incluindo acréscimos e decréscimos simples" (Brasil, 2018, p. 313). Ademais, incorporou-se a habilidade EF08MA20, que visa "reconhecer a relação entre litro e decímetro cúbico, bem como entre litro e metro cúbico, para resolver problemas de cálculo de capacidade de recipientes" (Brasil, 2018, p. 315). A articulação dessas habilidades favoreceu a compreensão dos conceitos matemáticos em contextos aplicados, especialmente na interpretação dos níveis de umidade do solo, no controle do volume de água utilizado e na tomada de decisões relacionadas ao processo de irrigação.

Para a implementação do protótipo, foram utilizados uma minibomba submersa de 5V, um módulo relé de 1 canal (5V), um sensor higrômetro, uma fonte de alimentação de 5V, um recipiente para armazenamento de água, além de aproximadamente 30 cm de mangueira. A Figura 13-A apresenta a montagem do sistema, evidenciando a integração entre os componentes eletrônicos e a estrutura física do dispositivo.

Figura 13: Recortes do projeto Jardim Autônomo



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A execução do projeto estruturou-se em duas etapas. Na primeira, realizou-se a apresentação do módulo relé e da minibomba 5V, com ênfase em suas funcionalidades e no esquema de ligação, desenvolvido conjuntamente com os estudantes (Figura 13 – B). Na sequência, deu-se início à etapa de programação dos dispositivos eletrônicos (Figura 13 – C), na qual os alunos elaboraram os algoritmos responsáveis pelo acionamento automatizado do sistema de irrigação.

Entretanto, em decorrência de uma atualização de drivers nos computadores do laboratório, não foi possível validar plenamente o funcionamento da minibomba a partir dos códigos desenvolvidos, uma vez que o dispositivo apresentava comportamentos inconsistentes, como não acionar ou permanecer continuamente ligado. Apesar dessa limitação, os estudantes demonstraram compreensão do circuito e da lógica de funcionamento do sistema. O módulo contemplou, ainda, a resolução de questões presentes no formulário avaliativo, envolvendo situações-problema relacionadas à porcentagem. Contudo, a impossibilidade de verificar o funcionamento completo do protótipo impactou parcialmente a motivação dos alunos, evidenciando a influência de aspectos técnicos no engajamento com a atividade.

Por fim, o projeto Jardim Autônomo evidencia uma articulação consistente com os pilares do Pensamento Computacional, ao envolver processos de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos. Ademais, contribui para o fortalecimento da compreensão conceitual de porcentagem e de unidades de medida, ampliando

a capacidade dos estudantes de relacionar a Matemática a situações concretas, ao mesmo tempo em que fomenta uma postura crítica diante de desafios ambientais e tecnológicos.

4.1.8. Módulo 08: Estação Meteorológica

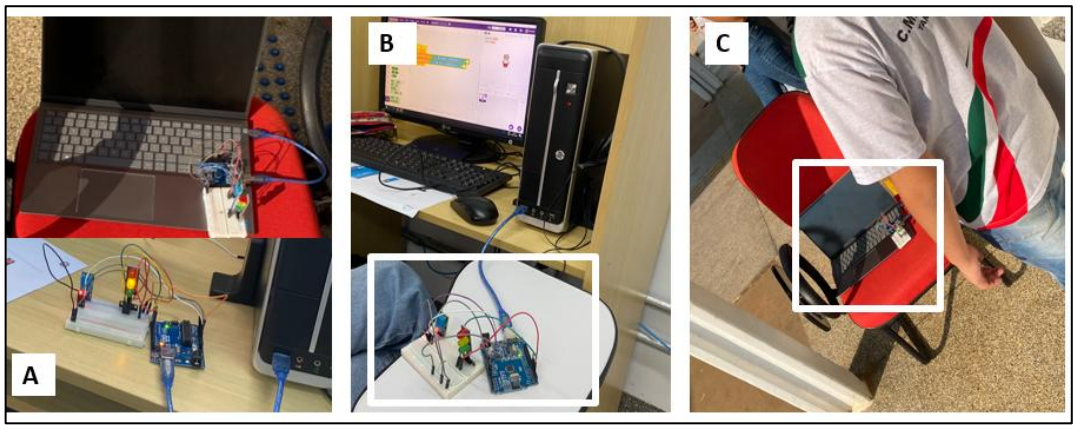
O projeto Estação Meteorológica, correspondente ao Módulo 08 (Apêndice, p. 201) teve como objetivo desenvolver um protótipo capaz de monitorar a umidade e a temperatura do ambiente, aproximando os estudantes da análise de fenômenos climáticos por meio da integração entre Matemática, tecnologias digitais e sustentabilidade. A proposta favoreceu a compreensão de dados ambientais em contextos reais, promovendo a articulação entre coleta, análise e interpretação de informações.

Para a construção do protótipo, foram utilizados o módulo sensor DHT11, um módulo de LED tipo semáforo e uma protoboard para a realização das conexões. A Figura 14 – A apresenta o sistema montado com os componentes eletrônicos empregados, não sendo necessária a utilização de outros materiais estruturais além dos dispositivos. Essa configuração possibilitou a coleta contínua de dados de temperatura e umidade em diferentes condições ambientais.

No âmbito do ensino de Matemática, o projeto mobilizou a habilidade EF08MA25 da BNCC, que propõe “obter os valores de medidas de tendência central de uma pesquisa estatística (média, moda e mediana), compreendendo seus significados e relacionando-os com a dispersão dos dados, indicada pela amplitude” (Brasil, 2018, p. 315), bem como a habilidade EF08MA23, que orienta “avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa” (Brasil, 2018, p. 315).

A proposta metodológica envolveu a coleta de dados em dois ambientes distintos: um interno, sendo uma sala de aula climatizada com ar-condicionado (Figura 14 – B) e outro externo, área aberta da escola (Figura 14 – C). Tal abordagem possibilitou uma análise comparativa entre ambientes controlados e naturais, ampliando a compreensão dos estudantes acerca das variações climáticas e promovendo reflexões sobre os fatores que influenciam o cotidiano, inclusive em suas próprias vivências.

Figura 14: Recorte do Protótipo da estação meteorológica em funcionamento na parte externa da sala e dentro do laboratório de informática.



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

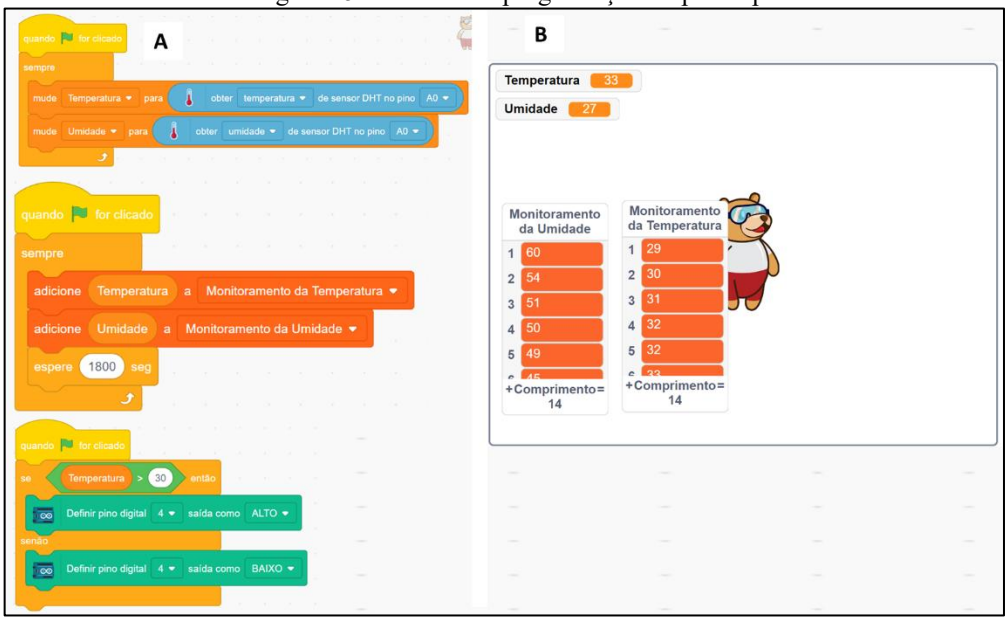
A execução do projeto estruturou-se em três etapas complementares. Na primeira, realizou-se a apresentação dos dispositivos eletrônicos, destacando suas funcionalidades e os papéis desempenhados no sistema. O módulo sensor DHT11 foi responsável pela aferição da temperatura em graus Celsius e pela medição da umidade relativa do ar, expressa em valores percentuais, enquanto o módulo LED tipo semáforo foi configurado para acionar a luz vermelha quando a temperatura ultrapassasse 30 °C, simulando o monitoramento climático de uma estufa.

Após a apresentação dos sensores e suas funcionalidades procedeu-se à montagem do circuito, com a conexão dos sensores à placa Arduino Uno. Esse momento foi conduzido pelo professor, com o auxílio de recursos audiovisuais e de um roteiro impresso contendo o esquema de ligação, favorecendo a compreensão dos aspectos eletrônicos e a organização da atividade.

A segunda etapa correspondeu à programação do sistema, também orientada pelo professor com suporte da TV. Para o monitoramento contínuo, utilizou-se o recurso “lista de números”, permitindo o registro das leituras em intervalos de 30 minutos. O acompanhamento ocorreu das 07h às 13h, totalizando 14 medições.

A Figura 15 – A, apresenta a programação dos dispositivos, evidenciando a lógica de acionamento do LED quando a temperatura excede 30 °C, enquanto a Figura 15 – B mostra a interface de visualização das leituras realizadas ao longo do tempo. Nessa etapa, realizou-se também o monitoramento do clima: após a programação e validação do sistema, os estudantes iniciaram a coleta de dados no período matutino do dia seguinte.

Figura 15: Recortes da programação do protótipo estufa



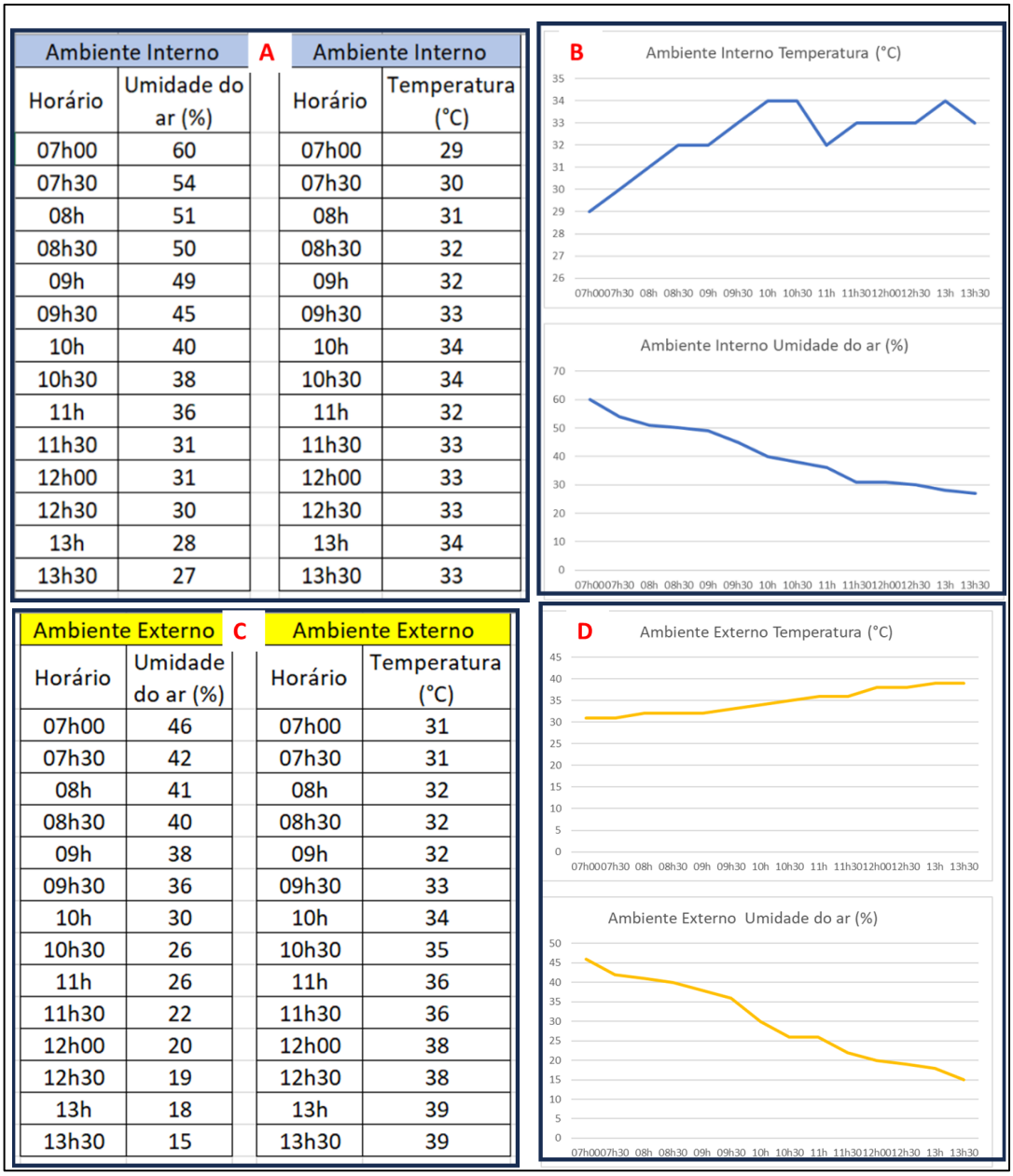
Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A terceira etapa foi realizada após a coleta de dados do monitoramento climático, no intervalo das 07h às 13h, em dois ambientes distintos (Figura 14 – B e Figura 14 – C). Após esse período, os dados foram exportados para uma planilha eletrônica (Figura 16 – A e Figura 16 – C), possibilitando sua organização, representação gráfica (Figura 16 – B e Figura 16 – D) e análise comparativa entre os ambientes investigados.

Essa etapa revelou-se fundamental para a promoção de reflexões acerca das variações climáticas, evidenciando, por exemplo, o impacto da ausência de árvores no aumento da temperatura e na redução da umidade relativa do ar. Ademais, oportunizou discussões sobre a importância da preservação de áreas verdes para a manutenção de um microclima mais equilibrado, bem como sobre os efeitos do aumento da temperatura no consumo de água em sistemas de cultivo.

Para subsidiar essas análises, os estudantes utilizaram o conceito de média aritmética na comparação das temperaturas e umidades do ar entre os ambientes, além de recorrerem à interpretação dos gráficos para identificar padrões e variações nos dados, articulando, assim, conhecimentos estatísticos à compreensão de fenômenos ambientais.

Figura 16: Dados coletados organizados em planilha eletrônica e representados por gráficos – Parte Interna



Ambiente Interno	A	Ambiente Interno
Horário	Umidade do ar (%)	Horário	Temperatura (°C)
07h00	60	07h00	29
07h30	54	07h30	30
08h	51	08h	31
08h30	50	08h30	32
09h	49	09h	32
09h30	45	09h30	33
10h	40	10h	34
10h30	38	10h30	34
11h	36	11h	32
11h30	31	11h30	33
12h00	31	12h00	33
12h30	30	12h30	33
13h	28	13h	34
13h30	27	13h30	33

Ambiente Externo	C	Ambiente Externo
Horário	Umidade do ar (%)	Horário	Temperatura (°C)
07h00	46	07h00	31
07h30	42	07h30	31
08h	41	08h	32
08h30	40	08h30	32
09h	38	09h	32
09h30	36	09h30	33
10h	30	10h	34
10h30	26	10h30	35
11h	26	11h	36
11h30	22	11h30	36
12h00	20	12h00	38
12h30	19	12h30	38
13h	18	13h	39
13h30	15	13h30	39

Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Ademais, a utilização de planilhas eletrônicas como recurso pedagógico ampliou a capacidade dos estudantes de modelar e resolver problemas, evidenciando como tecnologias digitais podem ser mobilizadas em contextos reais. Nesse sentido, o projeto também contemplou a Competência Geral 07 da BNCC, que propõe "argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e a consciência socioambiental, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si, dos outros e do planeta" (Brasil, 2018, p. 11).

Os estudantes demonstraram elevado nível de engajamento, criatividade e persistência ao longo do desenvolvimento da proposta. Os pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos foram mobilizados de forma articulada nas diferentes etapas do projeto, desde a coleta e organização dos dados até sua análise e interpretação. Ao final da atividade, os alunos responderam às questões presentes no formulário do projeto, possibilitando a sistematização e avaliação das aprendizagens construídas.

Tal articulação potencializou uma aprendizagem significativa, na qual a Matemática deixou de ser compreendida apenas como um conjunto de procedimentos mecânicos, passando a assumir o papel de recurso estruturante para a compreensão e busca de soluções de problemas reais, aproximando os estudantes de práticas investigativas, científicas e tecnológicas.

4.1.9. Módulo 09: Garra Dinâmica

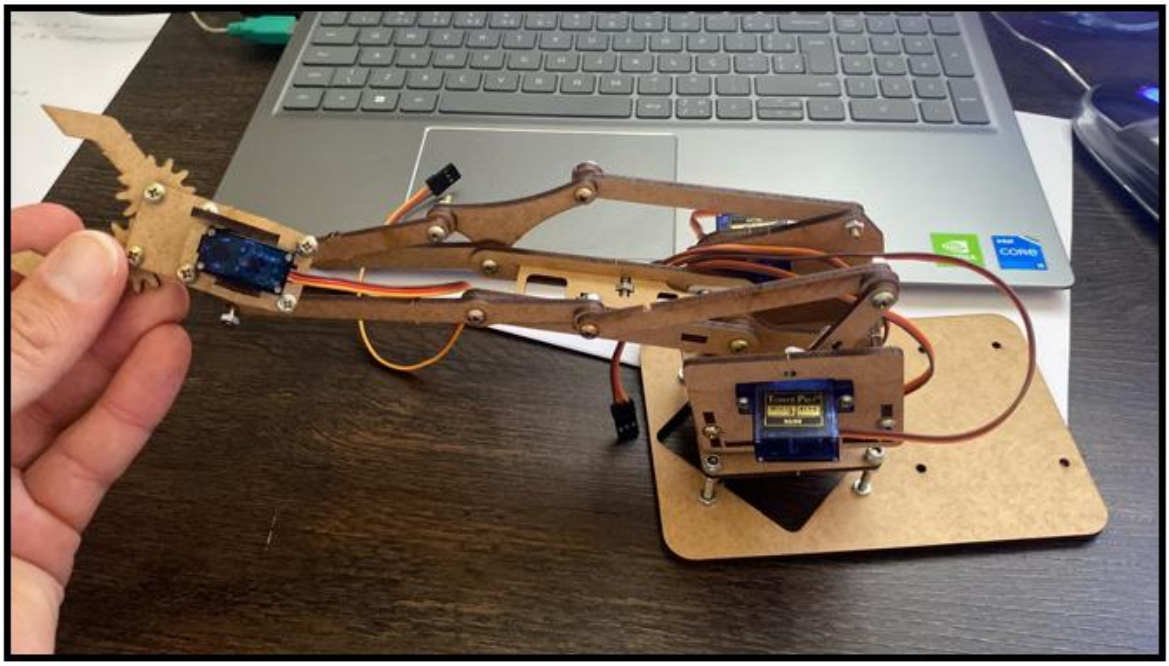
No Módulo 09 (Apêndice, p. 205), intitulado Garra Dinâmica foi desenvolvido com o objetivo de construir um protótipo funcional capaz de realizar movimentos e apreensão de objetos, tendo como principais componentes servomotores 9G e potenciômetros.

A Figura 17 apresenta a estrutura do sistema, elaborada em MDF com corte a laser. Em razão da fragilidade do material e da complexidade de montagem, os estudantes receberam a estrutura previamente montada, concentrando-se nas etapas de conexão e programação dos componentes eletrônicos. O protótipo utilizou dois servomotores 9G e dois potenciômetros de 10 kΩ, permitindo o controle simultâneo dos movimentos da garra.

Do ponto de vista pedagógico, o projeto dialoga com os princípios explorados no Módulo 04: Braço Reflexivo, ampliando a compreensão dos estudantes acerca da aplicação da robótica em sistemas mecânicos, especialmente aqueles que simulam o funcionamento de dispositivos como guindastes. Tal abordagem evidenciou a relação entre movimento, controle e proporcionalidade, articulando conceitos matemáticos à prática tecnológica.

No âmbito das habilidades da BNCC, destacou-se a mobilização da EF08MA13, que propõe a "resolução e elaboração de problemas envolvendo grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de diferentes estratégias" (Brasil, 2018, p. 313). A integração dessa habilidade com o uso do protótipo robótico ampliou as possibilidades metodológicas, favorecendo a construção do conhecimento em um ambiente interativo, dinâmico e orientado à resolução de problemas.

Figura 17: Protótipo Garra Dinâmica



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A execução do projeto estruturou-se em duas etapas complementares. Na primeira, realizou-se a apresentação do protótipo, estabelecendo uma analogia com o funcionamento de um guindaste, com o intuito de evidenciar a importância dos conceitos mecânicos e robóticos na construção de sistemas dessa natureza.

Nesse momento, também foram retomados os procedimentos de ligação dos componentes eletrônicos, dispensando-se o uso de roteiro detalhado, uma vez que os estudantes já haviam desenvolvido atividade similar, conforme apresentado na subseção 4.1.4.

A segunda etapa concentrou-se na programação do dispositivo. Para isso, os alunos retomaram os conhecimentos mobilizados no projeto do Braço Reflexivo, atuando o professor como mediador do processo, visto que já possuíam conhecimento prévio para a construção do algoritmo. Após a implementação, os estudantes realizaram testes no protótipo, explorando suas funcionalidades. O projeto não contemplou atividades complementares, sendo finalizado com a resolução das questões presentes no formulário do módulo.

Os estudantes apresentaram um bom nível de engajamento, favorecido pela familiaridade com a programação e pelo caráter lúdico do dispositivo, que despertou interesse em função de sua aplicabilidade e proximidade com artefatos do cotidiano. Ademais, a ausência

de problemas técnicos contribuiu para a continuidade das atividades e para o envolvimento dos alunos.

Ao longo do desenvolvimento, foram mobilizados os pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos, evidenciando a consolidação dessas habilidades. Assim, o projeto potencializou uma aprendizagem significativa, ao articular teoria e prática em contextos concretos, aproximando os estudantes de práticas investigativas, científicas e tecnológicas.

4.1.10. Módulos 10, 11 e 12: Escolha e orientação para elaboração do projeto final

Os módulos 10, 11 e 12 constituíram-se como etapa de culminância dos nove módulos anteriores, tendo como objetivo conduzir os estudantes à concepção, ao planejamento e à implementação de protótipos autorais, com base na mobilização de conceitos matemáticos, estratégias de programação e soluções técnicas previamente exploradas.

Nesse contexto, os alunos puderam utilizar a internet como fonte de inspiração para a elaboração de seus projetos, desde que respeitado o critério de utilização dos componentes eletrônicos trabalhados nas etapas anteriores. Esses projetos não contemplaram atividades complementares, uma vez que tiveram como foco central a concepção, construção e apresentação dos protótipos desenvolvidos pelos estudantes. Com vistas à organização e sistematização das produções desenvolvidas, esses projetos serão apresentados em uma subseção específica, vinculada à subseção 4.1.10.

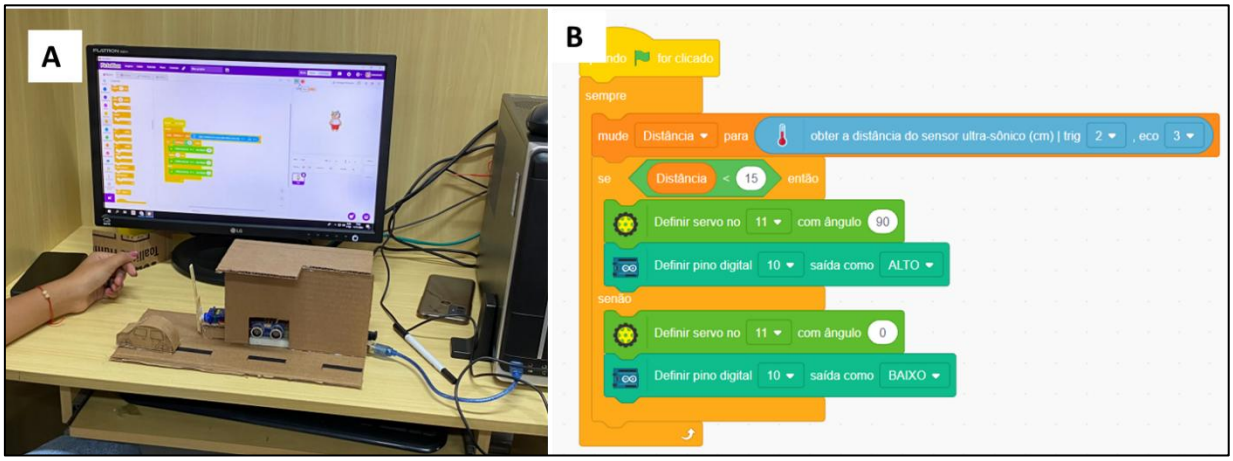
4.1.10.1 Projeto Chancela de Pedágio

O projeto, desenvolvido por um grupo de estudantes, consistiu na construção de uma chancela de pedágio automatizada, utilizando papelão, um servomotor 9G e um sensor ultrassônico. O sistema foi concebido para que, ao detectar a aproximação de um veículo, a chancela se abrisse automaticamente, simulando o funcionamento de dispositivos presentes na entrada de cidades.

A Figura 18 – A apresenta o protótipo elaborado, enquanto a Figura 18 – B evidencia a programação desenvolvida para o seu funcionamento. Destaca-se que, nessa atividade, o

professor atuou predominantemente como mediador, considerando que os estudantes já possuíam conhecimentos prévios sobre os conceitos e procedimentos envolvidos.

Figura 18: Projeto Chancela de Pedágio



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Do ponto de vista matemático, o módulo integrou dois eixos já consolidados nos projetos anteriores: a proporcionalidade, evidenciada no mapeamento entre sensor e atuador, na calibração de tempos, ângulos e distâncias e no ajuste de limiares de atuação por meio de relações proporcionais, e a geometria aplicada, relacionada ao dimensionamento mecânico das hastes, à análise do curso angular e à identificação de possíveis interferências no movimento do sistema.

No que se refere aos objetos de aprendizagem, os estudantes identificaram a natureza das relações entre as grandezas envolvidas no protótipo, reconhecendo situações de proporcionalidade direta e expressando-as na linguagem de programação. Ademais, elaboraram e resolveram problemas emergentes do próprio processo de concepção, implementação e testes do sistema, evidenciando a articulação entre raciocínio matemático e prática tecnológica.

Esse enfoque reforça as Competências Gerais da Matemática da BNCC, em especial aquela que propõe “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica e significativa, para produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal” (Brasil, 2018, p. 313). Sob a perspectiva do pensamento computacional, observou-se a mobilização integrada dos quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos ao longo de todas as etapas da atividade.

Além disso, os estudantes demonstraram um bom nível de engajamento, favorecido pela possibilidade de organização do trabalho em equipe, com divisão de tarefas de acordo com suas afinidades e competências, o que contribuiu para o desenvolvimento de um protótipo funcional e coerente com os objetivos propostos.

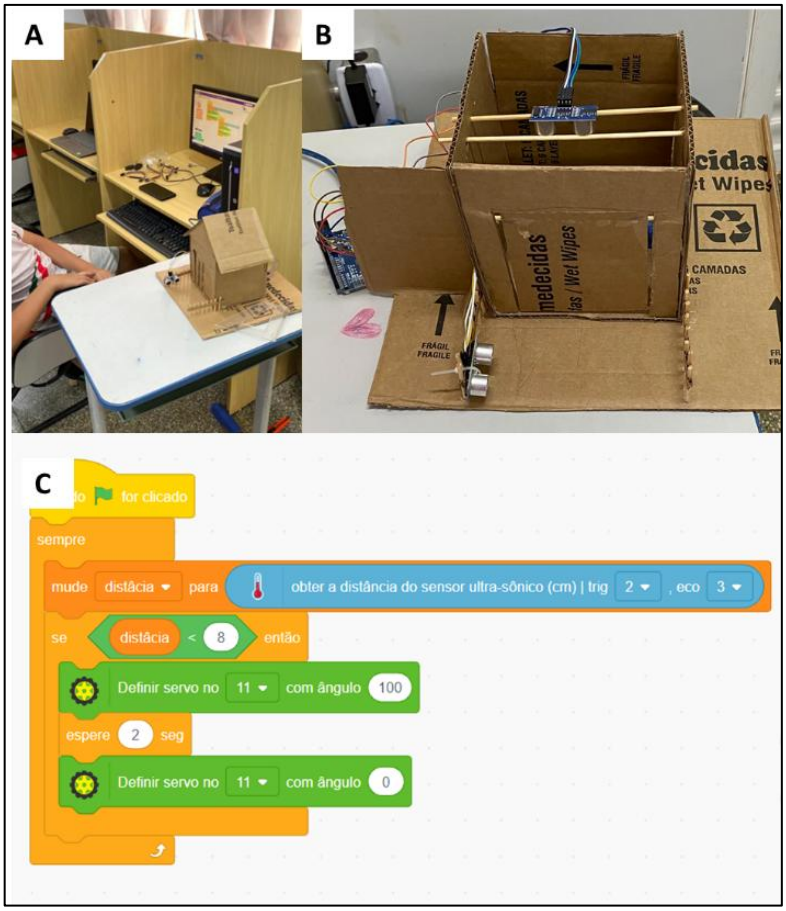
Dessa forma, o módulo evidenciou o potencial da robótica educacional como estratégia didática para a integração entre Matemática, tecnologia e resolução de problemas, promovendo aprendizagens significativas. Ao articular conceitos matemáticos a situações concretas e desafiadoras, o projeto fortaleceu o protagonismo dos estudantes, ampliou sua autonomia intelectual e consolidou competências essenciais para a compreensão e atuação em contextos tecnológicos contemporâneos.

4.1.10.2. Projeto Garagem Automatizada

O projeto Garagem Automatizada foi desenvolvido pelos estudantes com o objetivo de simular o funcionamento automatizado de uma garagem por meio de um sistema de detecção de presença. Para isso, utilizou-se um servomotor 9G, responsável por representar o mecanismo de abertura e fechamento do portão, e um sensor ultrassônico, empregado na simulação do sensor de presença. As Figuras 19 – A e 19 – B apresentam o protótipo elaborado pelos alunos, evidenciando a integração entre os componentes eletrônicos e a estrutura construída.

Inicialmente, o protótipo foi concebido com a utilização de dois sensores, um interno e outro externo. Contudo, ao longo do processo de planejamento e discussão em grupo, os estudantes optaram por manter apenas o sensor externo, considerando sua suficiência para o funcionamento do sistema proposto. Destaca-se que, nessa atividade, o professor atuou predominantemente como mediador, uma vez que os alunos já demonstravam domínio prévio dos conceitos e procedimentos necessários para a implementação do projeto.

Figura 19: Garagem Automatizada



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A Figura 19 – C apresenta o código de programação desenvolvido pelo grupo, no qual se evidencia a articulação entre a leitura do sensor ultrassônico, a definição do ângulo de abertura do servomotor e o tempo de permanência do portão aberto, considerando a necessidade de entrada do veículo.

Do ponto de vista matemático, o projeto mobilizou conceitos de proporcionalidade, especialmente no mapeamento entre os dados do sensor e a resposta do atuador, bem como no ajuste de tempo e ângulo de abertura. Paralelamente, aspectos de geometria aplicada foram considerados na organização do movimento do sistema, garantindo seu funcionamento adequado.

No âmbito das aprendizagens, os estudantes reconheceram relações entre grandezas, expressando-as na linguagem de programação, além de resolverem problemas decorrentes do próprio processo de construção e testes do protótipo. Esse movimento reforça as Competências

Gerais da Matemática da BNCC, especialmente no que se refere ao uso significativo de tecnologias digitais para resolver problemas e produzir conhecimentos (Brasil, 2018).

Sob a perspectiva do pensamento computacional, observou-se a mobilização dos quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos ao longo da atividade. Ademais, o trabalho em grupo favoreceu o engajamento dos estudantes e a organização das tarefas conforme suas afinidades, resultando em um protótipo funcional.

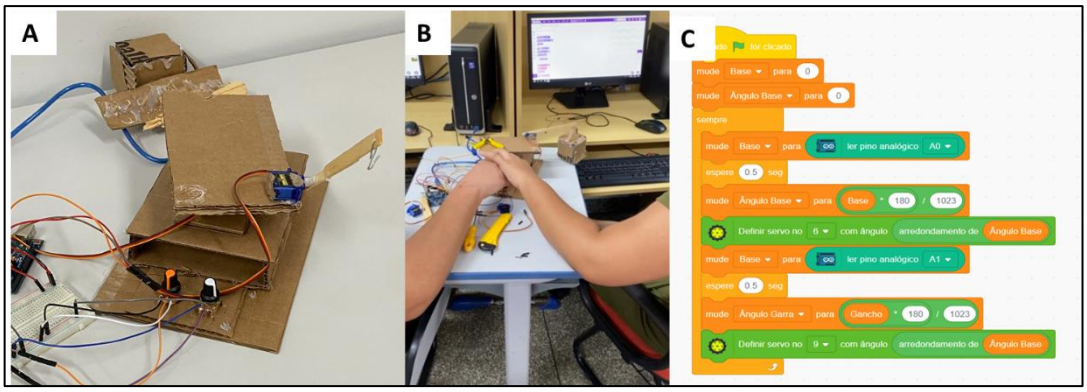
Assim, o projeto evidencia o potencial da robótica educacional para promover a integração entre Matemática e tecnologia, favorecendo aprendizagens significativas e o desenvolvimento do protagonismo estudantil em contextos investigativos e aplicados.

4.1.10.3. Projeto Guindaste Automatizado

O projeto Guindaste Automatizado (Figura 20 – A e Figura 20 – B) foi desenvolvido pelos estudantes com o objetivo de simular o funcionamento de um guindaste, articulando conceitos mecânicos e programação. Para sua construção, foram utilizadas estruturas de papelão, um clipe metálico representando a garra e dois servomotores: um responsável pela movimentação da base e outro pelo acionamento do gancho.

A Figura 20 – C apresenta a programação elaborada para o funcionamento do sistema, evidenciando a lógica de controle dos movimentos. Destaca-se que, nessa atividade, o professor atuou predominantemente como mediador, considerando que os estudantes já possuíam conhecimentos prévios acerca dos conceitos e procedimentos necessários para a implementação do protótipo.

Figura 20: Projeto Guindaste Automatizado



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Do ponto de vista matemático, o projeto mobilizou conceitos de proporcionalidade, especialmente na relação entre os sinais de entrada e as respostas dos atuadores, bem como no ajuste de parâmetros como tempo e ângulo de movimentação. Ademais, foram considerados aspectos de geometria aplicada na organização dos movimentos do sistema, assegurando seu funcionamento adequado.

Nesse contexto, evidenciou-se a necessidade de conversão de unidades, operacionalizada por meio do uso de variáveis no ambiente de programação (Figura 20 – C), o que contribuiu para a mobilização da habilidade EF08MA13 da BNCC, ao envolver diferentes estratégias para estabelecer relações proporcionais e estruturar soluções algorítmicas consistentes.

Sob a perspectiva do pensamento computacional, observou-se a mobilização integrada dos quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de algoritmos ao longo de todas as etapas do projeto. O trabalho em grupo favoreceu o engajamento dos estudantes e a organização das tarefas conforme suas afinidades, resultando na construção de um protótipo funcional e coerente com os objetivos propostos.

Destaca-se, ainda, um bom nível de envolvimento dos estudantes, especialmente por se tratar de um projeto de autoria própria, no qual puderam assumir diferentes funções no processo de desenvolvimento. Durante a apresentação final, houve um imprevisto técnico relacionado à ruptura do fio do potenciômetro, o que limitou parcialmente a demonstração do funcionamento do sistema, sem, contudo, comprometer a compreensão conceitual construída ao longo da atividade.

Assim, o projeto evidenciou o potencial da robótica educacional como estratégia didática para integrar conhecimentos matemáticos e tecnológicos em contextos aplicados, favorecendo a construção de aprendizagens significativas. Ao mobilizar conceitos de proporcionalidade, geometria e programação, articulados aos pilares do pensamento computacional, a proposta contribuiu para o desenvolvimento da autonomia, do trabalho colaborativo e do protagonismo estudantil, consolidando competências essenciais para a compreensão e atuação em cenários tecnológicos contemporâneos.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta subseção, apresentamos e discutimos os resultados do processo de análise à luz da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2016). Procuramos, também,

estabelecer um diálogo com pesquisadores e autores cujas contribuições fundamentam esta investigação, de modo a construir uma narrativa que evidencie as conexões entre a teoria e os resultados alcançados.

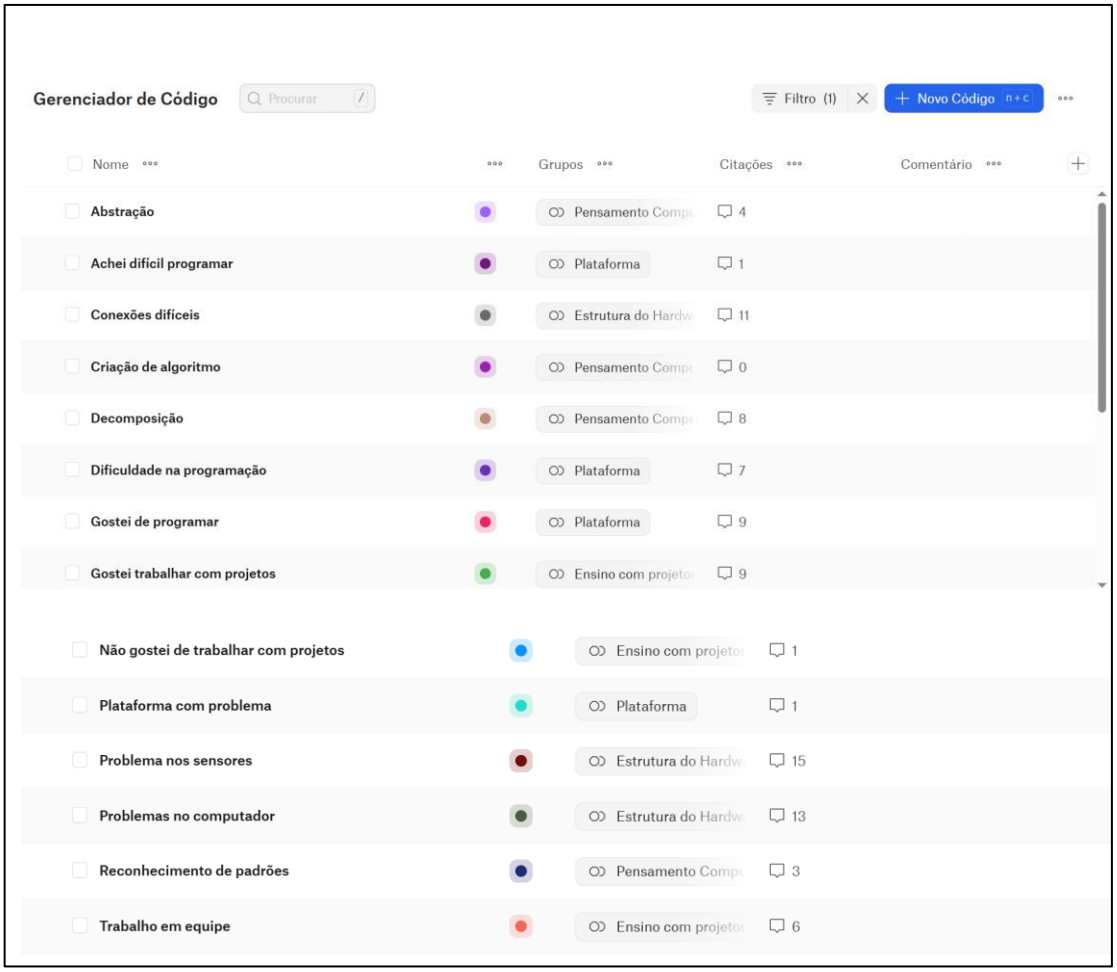
Com os dados dispostos na janela de documentos do software Atlas.ti, organizados em arquivos que continham as perguntas realizadas durante o curso de extensão, as respostas obtidas por meio dos questionários impressos, bem como as falas dos estudantes registradas durante a roda de conversa, iniciou-se o processo correspondente à primeira e à segunda fase da Análise Textual Discursiva (ATD), ou seja, os procedimentos de desmontagem dos textos (unitarização) e de estabelecimento de relações (categorização).

O processo de unitarização consistiu na identificação de trechos e imagens significativos que emergiam a partir do exame minucioso dos dados, tendo os objetivos da pesquisa como referência para a atribuição dos significados. Cada trecho foi codificado e rotulado com um código descritivo, constituindo-se em unidades de sentido para a ATD. Em seguida, essas unidades foram associadas e agrupadas de acordo com suas similaridades e relações, dado origem as subcategorias e categorias de análise.

As categorias e subcategorias foram definidas pelo método dedutivo (Moraes; Galiazzi, 2016), tomando como referência os objetivos da pesquisa. Já as unidades de sentido emergiram de forma exploratória, a partir de um método indutivo, conforme a mesma abordagem proposta por Moraes e Galiazzi (2016), mas também influenciados pelos objetivos delineados para a pesquisa.

A Figura 21, ilustra a representação dos grupos de códigos criados, que correspondem às subcategorias de análise, acompanhados de suas respectivas unidades de sentido. No software Atlas.ti, esses elementos são denominados, respectivamente, de Grupos de Códigos.

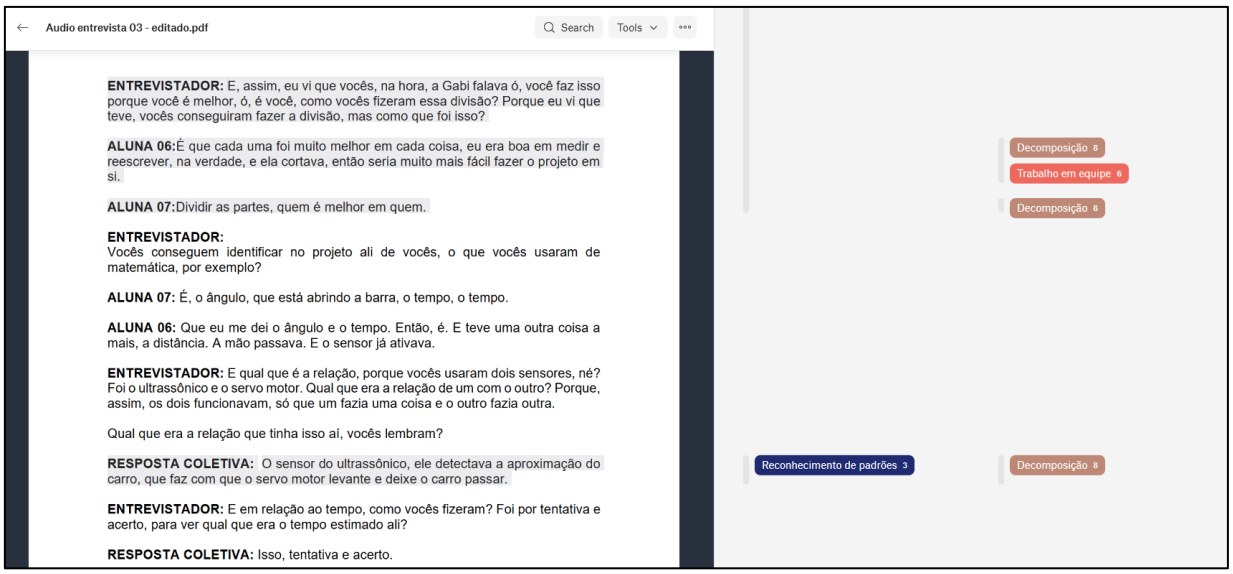
Figura 21: print da aba Grupo de códigos do software Atlas.ti



Fonte: arquivo pessoal do autor (2025)

Por sua vez, na Figura 22, é apresentada uma imagem mais detalhada do processo de codificação das unidades de sentido a partir de um documento inserido no Atlas.ti, que compõe o corpus da pesquisa. Na imagem em questão é mostrado um dos questionários analisados (à esquerda) e os códigos atribuídos (à direita) para os trechos de texto selecionados.

Figura 22: Print da aba documento do Atlas.ti



Fonte: arquivo pessoal do autor (2025)

A partir do agrupamento dos dados, constituíram-se quatro categorias emergentes dos textos: Uso da Placa Arduino Uno para o desenvolvimento de projetos de Robótica Educacional (Subseção 4.2.1); Uso da Platafo rma PictoBlox para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional (Subseção 4.2.2); Percepções dos estudantes sobre o ensino de Matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica (Subseção 4.2.3); e Habilidades do Pensamento Computacional (Subseção 4.2.4).

Com o intuito de tornar a análise mais clara, visível e organizada, cada categoria comporá uma subseção da presente seção e, consequentemente, as unidades de sentido dela emergentes constituirão subseções específicas, as quais serão apresentadas a seguir.

4.2.1 Categoria 01: Uso da Placa Arduino para o desenvolvimento de projetos de Robótica Educacional

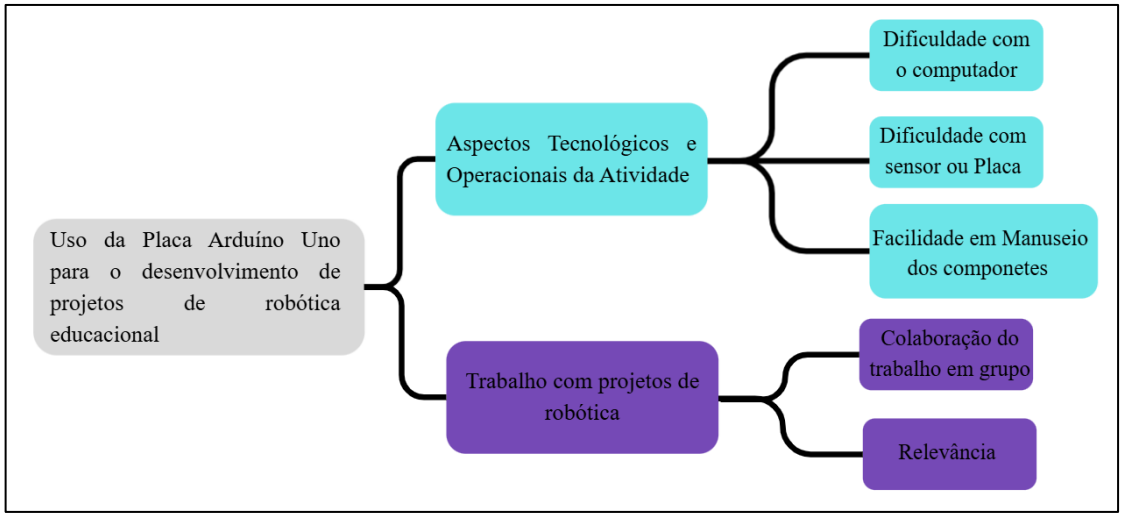
A categoria "Uso da Placa Arduino Uno para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional" busca analisar, de forma sistemática, as percepções dos estudantes quanto ao uso e ao manuseio de sensores e da própria placa em contextos investigativos. Nessa perspectiva, considera-se a usabilidade dos recursos tecnológicos como um elemento estruturante, capaz de potencializar a aprendizagem matemática, o desenvolvimento do pensamento computacional e a apropriação da lógica da programação visual no âmbito da robótica educacional.

Observa-se que, quando os recursos tecnológicos apresentam maior acessibilidade operacional, os estudantes tendem a concentrar seus esforços cognitivos na compreensão dos conceitos matemáticos e na resolução de problemas, minimizando a dispersão causada por dificuldades de ordem técnica, tais como conexões inadequadas, limitações no manuseio de sensores ou instabilidades dos dispositivos computacionais. Tal condição favorece o engajamento, amplia a autonomia intelectual e contribui para a constituição de um ambiente de aprendizagem mais significativo e produtivo.

Ao explorar essa categoria analítica, a pesquisa fundamenta-se nas unidades de significado emergentes dos dados para identificar tanto as fragilidades quanto as potencialidades associadas aos equipamentos utilizados. Desse modo, busca-se compreender de que maneira tais condições interferem, positiva ou negativamente, no desenvolvimento das atividades e, consequentemente, no processo de aprendizagem matemática e tecnológica dos estudantes por meio dos projetos desenvolvidos.

A Figura 23 apresenta a organização dessa categoria, a qual foi dividida em duas subcategorias: Aspectos Tecnológicos e Operacionais das Atividades e Trabalhos com projetos de robótica, construídas a partir do processo de unitarização e categorização dos dados, conforme os pressupostos de Moraes e Galiazze (2016).

Figura 23: Categoria 01: "Uso da Placa Arduíno Uno para o desenvolvimento de projetos de robótica Educacional"

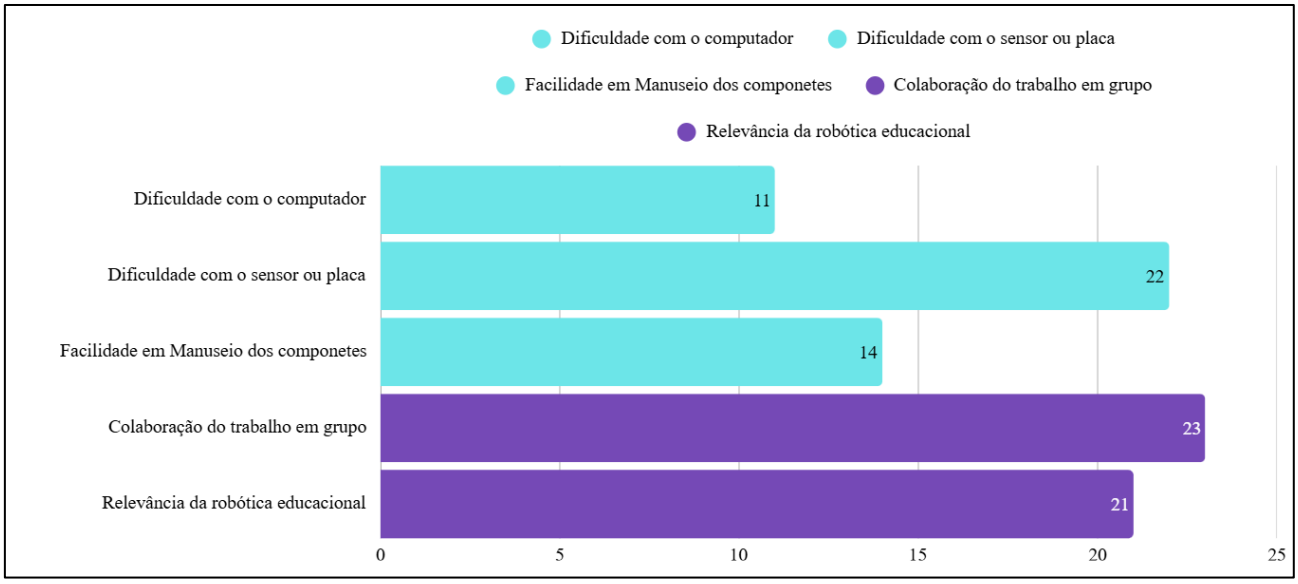


Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A partir do processo de análise do corpus da pesquisa, foram identificadas seis unidades de sentido que expressam, de maneira consistente, a abrangência e a densidade das informações relativas ao uso da Placa Arduino Uno no desenvolvimento de projetos de robótica educacional.

Tal categorização evidencia que a investigação não se restringiu a um único eixo analítico, mas buscou contemplar a complexidade inerente a esse campo, marcado pela articulação entre dimensões tecnológicas, pedagógicas e cognitivas. A Figura 24 apresenta a distribuição das ocorrências referentes a cada unidade de sentido que compõe as duas subcategorias da Categoria 01.

Figura 24: Gráfico com as ocorrências da Categoria 01



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Na Figura 24, apresentam-se os dados referentes às unidades de sentido emergentes do corpus da pesquisa. Com o intuito de favorecer a leitura e a interpretação das informações, o gráfico foi organizado por meio de codificação cromática: a cor azul claro representa as ocorrências vinculadas à subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais das Atividades”, enquanto a cor roxa corresponde às ocorrências associadas à subcategoria “Trabalho com Projetos de Robótica”.

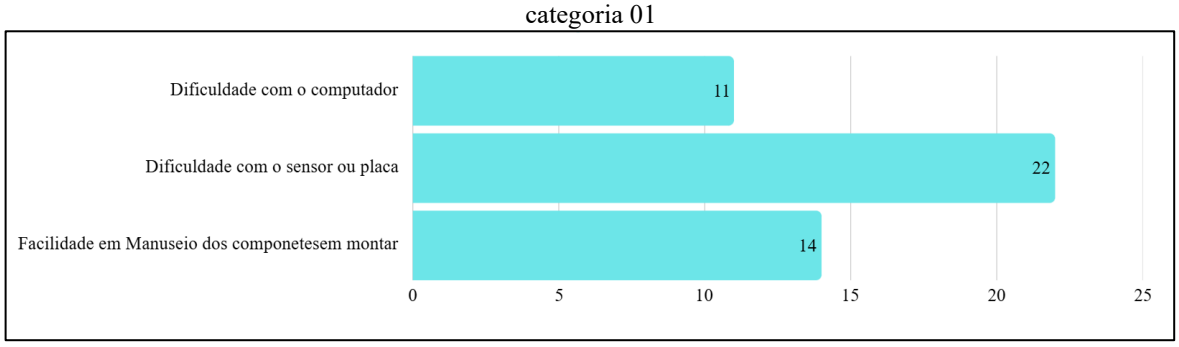
Essa organização visual possibilita uma análise comparativa mais clara entre os eixos investigados, evidenciando não apenas a frequência das unidades de sentido, mas também sua relevância no contexto analítico da pesquisa. Para fins de sistematização e aprofundamento da análise, as subcategorias da Categoria 01 serão apresentadas em subseções específicas da Seção

4.2.1: a subseção 4.2.1.1 contemplará a subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais”, enquanto a subseção 4.2.1.2 será dedicada à subcategoria “Trabalho com Projetos de Robótica”.

4.2.1.1 Subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais”

A Figura 25 apresenta as unidades de sentido que compõem a subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais”, vinculada à Categoria 01. Tal subcategoria emergiu a partir do agrupamento das unidades de sentido relacionadas às percepções dos estudantes acerca do manuseio dos componentes eletrônicos, da placa Arduino Uno e dos sensores utilizados nos projetos e dos computadores. Essa organização analítica permite evidenciar, de forma estruturada, os principais aspectos operacionais que influenciam a interação dos alunos com os recursos tecnológicos no contexto da robótica educacional.

Figura 25: Ocorrências das Unidades de Sentido da Subcategoria "Aspectos Tecnológicos e Operacionas" da categoria 01



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A subcategoria “Aspectos Tecnológicos e Operacionais” foi constituída por três unidades de sentido. A unidade “Dificuldade com o uso do computador” apresentou 11 ocorrências, as quais emergiram das interações dos estudantes com os equipamentos disponíveis.

Tais dificuldades podem ser compreendidas à luz das condições estruturais dos computadores utilizados, que, de modo geral, apresentavam obsolescência tecnológica, com mais de uma década de uso, além da ausência de manutenções periódicas, atualizações de sistema e upgrades de hardware. Esse cenário comprometeu a execução adequada do ambiente de programação, especialmente por se tratar de uma plataforma que demanda compatibilidade e atualizações frequentes para pleno funcionamento.

No que se refere à unidade de sentido “Dificuldade com sensor ou placa”, com 22 ocorrências, configurando-se como a mais recorrente nesse eixo analítico. Essas dificuldades

emergiram, sobretudo, durante as atividades de montagem e manipulação dos componentes eletrônicos.

Tal evidência pode ser explicada por dois fatores centrais: (i) a qualidade dos sensores e materiais utilizados, que, dependendo do fabricante, pode comprometer a estabilidade e o desempenho dos dispositivos; e (ii) o processo inicial de apropriação técnica por parte dos estudantes, uma vez que se tratava, para a maioria, do primeiro contato com tais recursos. Nesse contexto, a ocorrência de falhas, mau funcionamento e até mesmo danos aos componentes pode ser compreendida como parte do processo formativo, especialmente quando associado à necessidade de desenvolver habilidades de manuseio cuidadoso e compreensão dos sistemas eletrônicos.

Mesmo diante das dificuldades evidenciadas, observou-se a presença de 14 ocorrências positivas, representadas pela unidade de sentido “Facilidade no manuseio para montagem”. Essa unidade também emergiu a partir das interações com os componentes eletrônicos, indicando que parte dos estudantes conseguiu desenvolver os projetos com relativa autonomia e segurança no que se refere à manipulação dos equipamentos. Tal evidência revela que, mesmo em um contexto permeado por limitações técnicas e desafios iniciais, houve avanços significativos no domínio operacional dos recursos.

Essas divergências entre dificuldades e facilidades são esperadas em processos formativos dessa natureza, sobretudo quando se considera que, para a maioria dos estudantes, tratava-se do primeiro contato com dispositivos eletrônicos e ambientes de programação. Assim, a coexistência de diferentes níveis de apropriação técnica não apenas se mostra legítima, como também reforça o caráter progressivo da aprendizagem, no qual a experimentação, o erro e a prática contínua constituem elementos fundamentais para a consolidação de competências no âmbito da robótica educacional. A seguir é apresentado algumas ocorrências:

> *Aluno 02: Não foi muito difícil. Só pode ser um pouco confuso no início.* (Arquivo áudio entrevista)
> *Aluno 04: Não achei nada muito difícil. (Arquivo áudio entrevista 01)*
> *Aluno 01: No começo foi um pouco difícil entender o projeto, mas depois que a gente começou a entender melhor, aí ficou mais fácil de fazer.* (Arquivo áudio entrevista 02)
> *Aluno 01: É, no começo foi um pouco complicado, né - de começar a entender as coisas que a gente tinha que fazer, mas no final já foi começando a facilitar, porque a gente já teve várias aulas com outras coisas que ajudariam mesmo com essas coisas diferentes que a gente faz.* (Arquivo áudio entrevista 02)

As citações associadas a esta unidade de sentido evidenciam que, embora o início das atividades tenha sido permeado por certa complexidade, o processo de compreensão e execução dos projetos tornou-se progressivamente mais acessível aos estudantes. O Aluno 01 relata que, apesar das dificuldades iniciais para compreender o funcionamento do projeto, à medida que passou a dominar as etapas envolvidas, a montagem tornou-se mais simples e fluida.

Em complemento, o próprio estudante destaca que a familiaridade construída ao longo das aulas anteriores contribuiu significativamente para essa evolução, evidenciando que a aprendizagem ocorreu de forma gradual, cumulativa e processual. Tal dinâmica é inerente ao processo formativo, uma vez que o contato inicial com novos conhecimentos e tecnologias tende a gerar dificuldades, as quais são progressivamente superadas por meio da prática, da repetição e da consolidação de habilidades.

Dessa forma, os relatos indicam que a facilidade na montagem dos protótipos não esteve vinculada exclusivamente à simplicidade dos materiais, mas, sobretudo, à mobilização de conhecimentos prévios e à experiência acumulada ao longo das atividades. Esse movimento reforça a relevância da continuidade pedagógica em projetos de robótica educacional, na medida em que possibilita o aprofundamento conceitual e o desenvolvimento progressivo da autonomia dos estudantes.

Nessa mesma direção, os excertos analisados encontram respaldo na literatura da área. Gonçalves e Aroca (2014) destacam que a robótica educacional se configura como uma estratégia didática pautada no princípio do “aprender fazendo”, promovendo o engajamento ativo dos estudantes e estimulando o interesse e a curiosidade ao longo do processo de aprendizagem.

Tal perspectiva dialoga diretamente com os achados desta investigação, na medida em que evidencia que a progressiva facilidade na montagem dos protótipos está intrinsecamente relacionada à vivência prática e à experimentação contínua.

De modo complementar, Barbosa et al. (2015, p. 272) reforçam que a robótica educacional propicia aos estudantes o enfrentamento de desafios em diferentes níveis de complexidade, favorecendo a superação de dificuldades por meio de um processo iterativo de tentativa, erro e refinamento de estratégias.

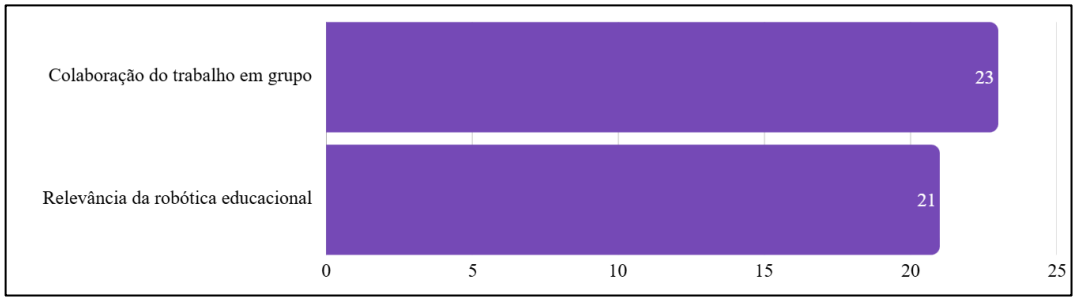
Essa dinâmica evidencia que as dificuldades iniciais, longe de constituírem obstáculos definitivos, assumem papel estruturante na aprendizagem, contribuindo para a consolidação de

conhecimentos e para o desenvolvimento da autonomia. Assim, os resultados observados corroboram a compreensão de que a evolução no desempenho dos estudantes decorre, fundamentalmente, da articulação entre prática, experiência acumulada e mediação pedagógica intencional.

4.2.1.1 Subcategoria "Trabalho com Projetos de Robótica"

A subcategoria "Trabalho com projetos de robótica" (Figura 26) foi constituída a partir da articulação de duas unidades de sentido, vinculadas à Categoria 01: "Colaboração no trabalho em grupo" e "Relevância da Robótica Educacional". Essa organização analítica possibilita evidenciar elementos centrais associados ao desenvolvimento das atividades, especialmente no que se refere à dimensão colaborativa, destacando a relevância da robótica educacional como eixo estruturante das interações e das práticas pedagógicas no contexto investigado.

Figura 26: Ocorrências das Unidades de Sentido da Subcategoria "Trabalho com Projetos de Robótica"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A subcategoria apresentou 23 ocorrências na unidade de sentido "Colaboração no trabalho em grupo" e 21 ocorrências na unidade "Relevância da robótica educacional". A expressividade desses dados evidencia que, para além dos aspectos estritamente operacionais e técnicos, os estudantes atribuíram centralidade à dimensão colaborativa como elemento estruturante das atividades desenvolvidas, ao mesmo tempo em que reconheceram a robótica educacional como uma prática significativa no contexto de aprendizagem.

Nesse sentido, a unidade de sentido "Relevância da Robótica Educacional", com frequência de 21 citações, reforça que os estudantes atribuíram valor aos projetos desenvolvidos, percebendo-os como experiências formativas relevantes. Tal evidência é corroborada pelos excertos apresentados a seguir, os quais explicitam a construção de significado pelos alunos ao longo das atividades.

> *Aluno 01: Sim, achei muito interessante. Porque não é uma coisa que se vê todo dia, né?* (Arquivo áudio entrevista 02).
> *Aluno 02: Bem bacana e são coisas que a gente pode usar no futuro pois a robótica vai ser muito importante no futuro, e querendo ou não nós já temos noção do que é.* (Arquivo áudio entrevista 02*)*

As citações analisadas evidenciam que a relevância da robótica educacional foi reconhecida pelos estudantes tanto por seu caráter inovador quanto por sua projeção para o futuro. O Aluno 01, ao destacar o ineditismo da proposta no contexto escolar, revela que a experiência foi percebida como diferenciada e motivadora, rompendo com práticas tradicionais de ensino. Em consonância, o Aluno 02 associa a robótica a possibilidades futuras de aplicação, indicando uma compreensão ampliada de sua utilidade, para além do espaço imediato da sala de aula.

Em conjunto, tais manifestações sinalizam que os estudantes não apenas participaram das atividades, mas atribuíram significado às experiências vivenciadas, reconhecendo a robótica educacional como um conhecimento relevante para sua formação. Esse entendimento aproxima-se das contribuições de Galvão (2018, p. 52), ao evidenciar que a robótica favorece a contextualização dos conceitos matemáticos, e de Andrade (2018, p. 27), que a aponta como um recurso motivador para a aprendizagem nas áreas de ciências e Matemática.

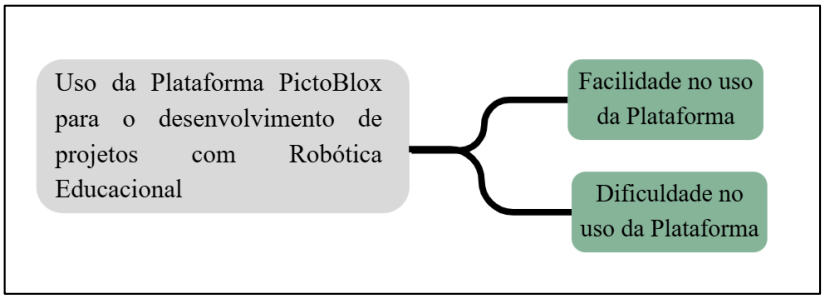
Dessa forma, infere-se que a robótica educacional, no contexto investigado, extrapola sua dimensão instrumental, configurando-se como uma estratégia pedagógica capaz de promover engajamento, atribuição de sentido ao conhecimento e desenvolvimento de competências alinhadas às demandas contemporâneas, consolidando-se como um eixo relevante na formação dos estudantes.

4.2.2 Categoria 02: Uso da Plataforma *PictoBlox* para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional

A categoria intitulada Uso da Plataforma *PictoBlox* para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional foi estruturada a partir de duas unidades de sentido: facilidades no uso da plataforma e dificuldades no uso da plataforma. Essa categorização teve como objetivo proceder a uma análise interpretativa e sistemática das percepções dos estudantes quanto à utilização do ambiente de programação. A Figura 27 apresenta o esquema organizacional dessa

categoria, evidenciando a relação entre as unidades de sentido e os elementos analíticos emergentes.

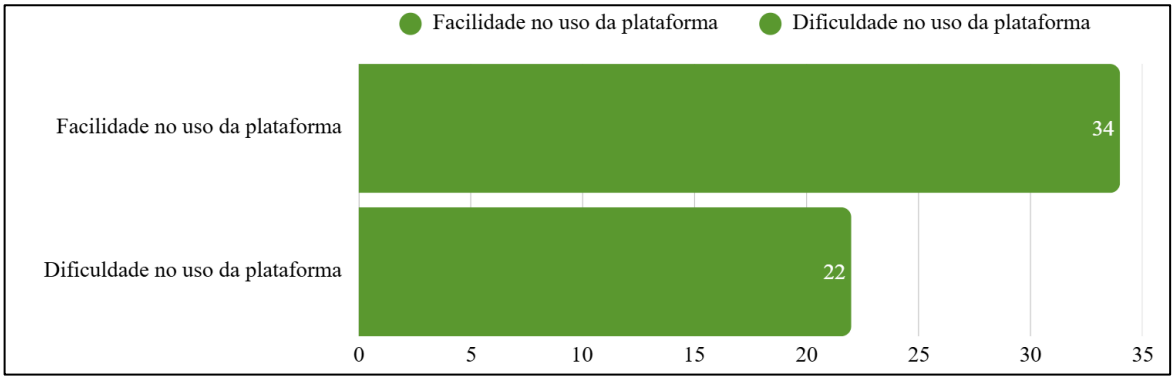
Figura 27: Categoria 02: Uso da Plataforma *PictoBlox* para o desenvolvimento de projetos com Robótica Educacional



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A Figura 28 apresenta a frequência das unidades de sentido emergentes das reflexões dos estudantes, evidenciando a distribuição entre facilidades e dificuldades no uso da plataforma PictoBlox. Observa-se, de forma significativa, o predomínio das menções relacionadas às facilidades, o que indica que os estudantes perceberam o ambiente como acessível, intuitivo e favorável ao desenvolvimento das atividades propostas.

Figura 28: Ocorrências das Unidades de Sentido da Categoria 02



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Predominantemente, a unidade de sentido “Facilidade no uso da Plataforma” com frequência de 34. A seguir, segue algumas ocorrências referente a essa categoria.

> *Aluno 03: Olha, o PictoBlox, ele é uma plataforma boa, inclusive eu usei ele uma vez no projeto que eu fiz no meu outro curso de robótica, que eu fiz por fora da escola. Aí ele é uma programação boa, assim, ele é fácil de acessar, você consegue ver tudo pelo menu o que você tem que fazer, as opções que você tem pra usar pra fazer a programação.* (Arquivo áudio entrevista 01)
> *ALUNO 07:De início foi um pouco difícil, mas conforme elas foram passando, para mim ficou fácil.* (Arquivo áudio entrevista 03)

As ocorrências analisadas evidenciam que a plataforma PictoBlox foi percebida pelos estudantes como um recurso acessível, funcional e didaticamente relevante para o desenvolvimento de projetos em robótica educacional, sobretudo após um período inicial de adaptação. O Aluno 03 destaca a familiaridade prévia com a ferramenta, adquirida em outro curso de robótica, ressaltando a facilidade de acesso e a organização do ambiente de programação.

Tal organização, estruturada por meio de menus e blocos, favorece a compreensão das ações necessárias à construção dos algoritmos, evidenciando seu caráter intuitivo e seu potencial como recurso mediador da aprendizagem.

De forma complementar, o Aluno 07 reconhece que, embora o início tenha sido marcado por dificuldades, o uso contínuo da plataforma possibilitou uma progressiva apropriação de suas funcionalidades, tornando a interação mais fluida ao longo do tempo.

Em conjunto, essas falas indicam que a facilidade no uso do PictoBlox está associada não apenas à clareza de sua interface, mas também ao processo gradual de familiarização, reforçando a centralidade da prática recorrente na consolidação da aprendizagem em ambientes de programação visual.

Tais evidências corroboram os achados de Cardoso (2023, p. 90), ao evidenciar que o PictoBlox “apesar de poucos alunos terem dificuldades iniciais na sua utilização, a grande maioria destacam ser uma ferramenta de fácil utilização. Ressaltando Também características como praticidade, simplicidade, eficiência e similaridades com a plataforma Scratch no processo de construção de projetos e codificações em bloco.

Ademais, o autor destaca, a partir das ocorrências dos participantes, que a plataforma apresenta características como interatividade, dinamismo, facilidade de uso e potencial lúdico, elementos que contribuem significativamente para a compreensão dos conteúdos e para o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas (Cardoso, 2023, p. 92).

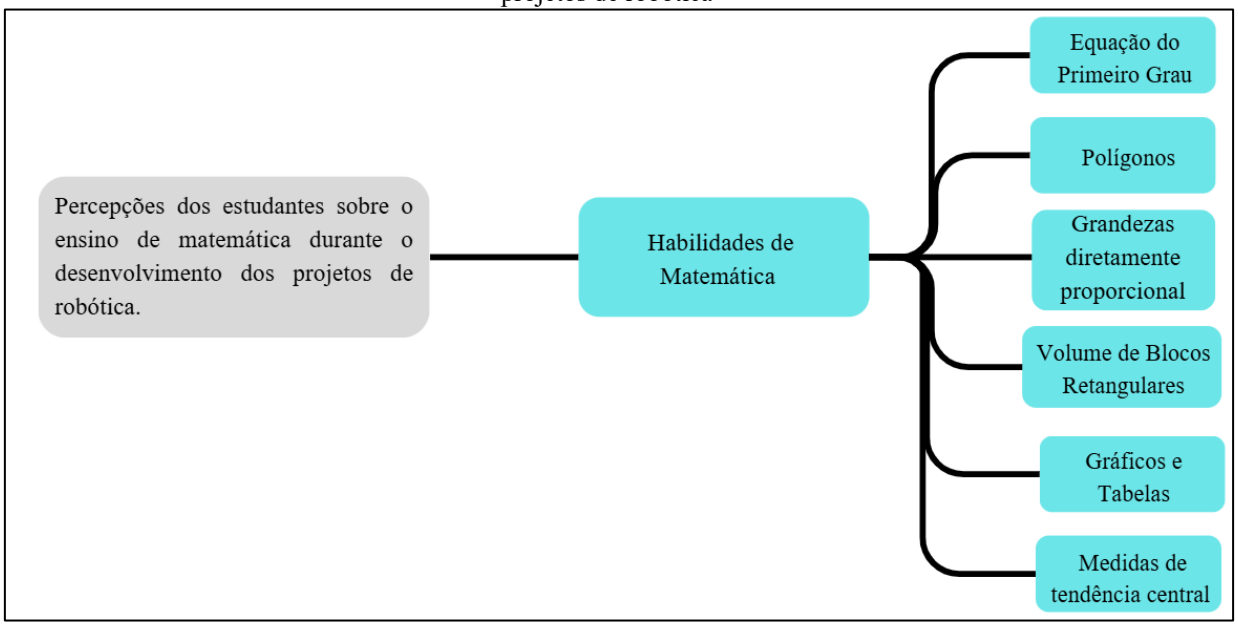
4.2.3 Categoria 03: Percepções sobre o ensino de matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica

A categoria “Percepções sobre o ensino de Matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica” configurou-se como um eixo analítico central da pesquisa, ao permitir compreender como os estudantes significaram o ensino e a aprendizagem da Matemática no contexto das práticas com robótica educacional.

Essa categoria emergiu dos objetivos específicos do estudo e do processo analítico orientado pela Análise Textual Discursiva, a partir de um corpus composto por relatórios escritos, excertos discursivos, registros fotográficos, códigos de programação, atividades desenvolvidas e projetos de robótica elaborados pelos participantes.

A análise, fundamentada nos movimentos de unitarização e categorização, evidenciou a mobilização de conceitos matemáticos articulados às experiências dos estudantes nos projetos, levando à organização da categoria em uma subcategoria, habilidades matemáticas que possibilita compreender tanto os conhecimentos mobilizados quanto as percepções sobre sua construção e ressignificação no contexto da robótica educacional.

Figura 29: Categoria Percepções dos estudantes sobe o ensino de matemática durante o desenvolvimento dos projetos de robótica



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A subcategoria Habilidades Matemáticas, identificada pela cor azul-claro, concentra-se na análise dos conhecimentos e objetivos de aprendizagem mobilizados pelos estudantes durante o desenvolvimento dos projetos de robótica educacional. Essa subcategoria permitiu evidenciar como os conceitos matemáticos foram incorporados às atividades práticas, assumindo papel central na resolução dos problemas propostos e na construção dos protótipos.

No âmbito dessa subcategoria, emergiram seis unidades de sentido: Equação do Primeiro Grau, Polígonos, Grandezas Diretamente Proporcionais, Volume de Blocos Retangulares, Gráficos e Tabelas e Medidas de Tendência Central. Tais unidades representam

os principais conteúdos matemáticos mobilizados pelos estudantes ao longo das atividades, evidenciando a articulação entre conceitos teóricos e situações práticas proporcionadas pela robótica educacional. O Quadro 03 apresenta uma síntese das habilidades matemáticas desenvolvidas em cada objeto de aprendizagem, bem como sua relação com os respectivos projetos implementados.

Quadro 03: Habilidades desenvolvidas em cada objetivo de aprendizagem

OBJETO DE APRENDIZAGEM	DESCRIÇÃO
Equação do primeiro grau	(EF08MA08) Resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o plano cartesiano como recurso. (EF07MA13) Compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita. (EF08MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.
Polígonos	(EF06MA18) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros. (EF08MA17) Aplicar os conceitos de mediatriz e bissetriz como lugares geométricos na resolução de problemas. (EF08MA19) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.
Grandezas diretamente proporcionais	(EF08MA12) Identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais, expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano. (EF08MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.
Volume de blocos retangulares	(EF08MA21) Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de recipiente cujo formato é o de um bloco retangular.
Gráficos e Tabelas	(EF06MA32) Interpretar e resolver situações que envolvam dados de pesquisas sobre contextos ambientais, sustentabilidade, trânsito, consumo responsável, entre outros, apresentadas pela mídia em tabelas e em diferentes tipos de gráficos e redigir textos escritos com o objetivo de sintetizar conclusões. (EF08MA23) Avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa.
Medidas de Tendência Central	(EF08MA25) Obter os valores de medidas de tendência central de uma pesquisa estatística (média, moda e mediana) com a compreensão de seus significados e relacioná-los com a dispersão de dados, indicada pela amplitude.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O Quadro 03 evidencia que os projetos de robótica educacional possibilitaram a mobilização de habilidades matemáticas pertencentes a diferentes unidades temáticas da BNCC, abrangendo conceitos de Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, bem como de Probabilidade e Estatística. A diversidade de habilidades identificadas demonstra que as atividades desenvolvidas transcenderam a execução de procedimentos matemáticos isolados,

favorecendo a construção de conhecimentos em contextos significativos e relacionados à resolução de problemas reais.

Observa-se, ainda, que os conteúdos matemáticos foram mobilizados de forma articulada durante o desenvolvimento dos projetos, permitindo aos estudantes estabelecer relações entre conceitos, interpretar situações, analisar dados, elaborar estratégias de resolução e validar resultados. Tal perspectiva mostra a robótica educacional como uma abordagem capaz de integrar teoria e prática, promovendo experiências de ensino mais contextualizadas, investigativas e alinhadas às competências previstas para os anos finais do Ensino Fundamental.

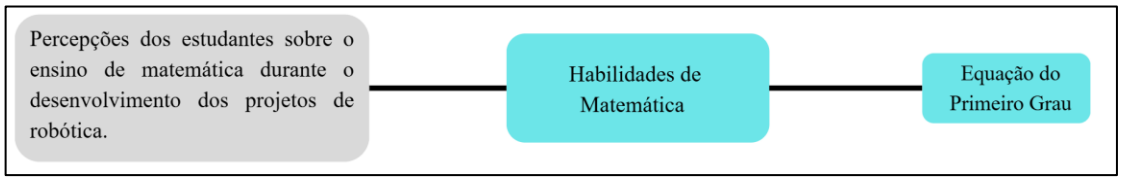
Visando à organização sistemática da análise, cada unidade de sentido será apresentada em subseções específicas desta seção. Em cada uma delas, serão discutidas as evidências produzidas pelos estudantes, as habilidades matemáticas mobilizadas e suas articulações com os referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa, buscando compreender de que modo os projetos de robótica educacional contribuíram para a construção dos conhecimentos matemáticos identificados.

4.2.3.1 Unidade de Sentido “Equação do Primeiro Grau”

A unidade de sentido “Equação do Primeiro Grau” reúne ocorrências que evidenciam a mobilização de conceitos e habilidades matemáticas no contexto das atividades desenvolvidas no Módulo 02: Projeto Semáforo Inteligente. Trata-se, portanto, de um eixo analítico que sintetiza as manifestações relacionadas ao uso de expressões algébricas na modelagem de situações propostas no experimento.

A Figura 30 apresenta a organização dessa unidade de sentido no interior da subcategoria e da categoria de análise às quais está vinculada, permitindo visualizar sua inserção no sistema categorial adotado para a interpretação dos dados.

Figura 30**:** Unidade de Sentido "Equação do Primeiro Grau"

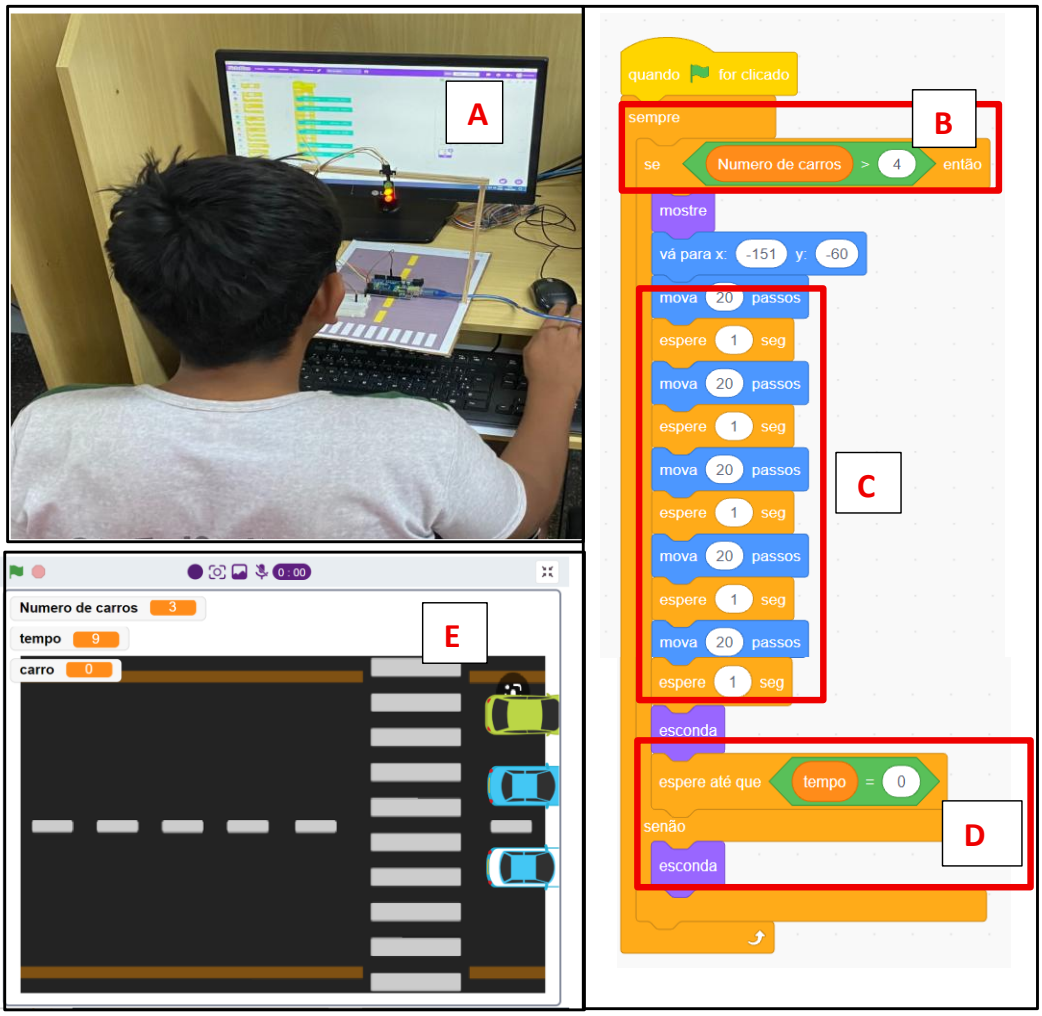


Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Nesse contexto, os estudantes foram instigados a estabelecer relações entre grandezas, modelando situações por meio de expressões algébricas, o que reforça a articulação entre a Matemática e a robótica educacional no desenvolvimento do pensamento matemático.

O problema proposto consistiu na programação de um sistema de semáforo cujo tempo de funcionamento variava em função do número de veículos que transitavam na via, estabelecendo, portanto, uma relação de dependência entre essas grandezas. A Figura 31 – A apresenta um estudante fazendo a programação, Figura 31 – E ilustra o cenário virtual construído no ambiente de programação, enquanto a Figura 31 – B, C e D ilustram a codificação de um dos veículos responsáveis pela dinâmica de circulação no sistema.

Figura 31: Estudante Programando, Cenário Virtual e programação da movimentação de um dos veículos do Módulo 02



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Por meio do código elaborado, é possível observar o desenvolvimento da habilidade EF08MA13, uma vez que, para a construção do cenário virtual, os estudantes precisaram programar o deslocamento do veículo no instante em que o semáforo liberasse a passagem. Tal habilidade prevê “resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente proporcionais, por meio de estratégias variadas” (Brasil, 2018, p. 315), aspecto evidenciado na atividade ao exigir a compreensão da relação entre o espaço percorrido e o tempo de deslocamento do automóvel durante a travessia.

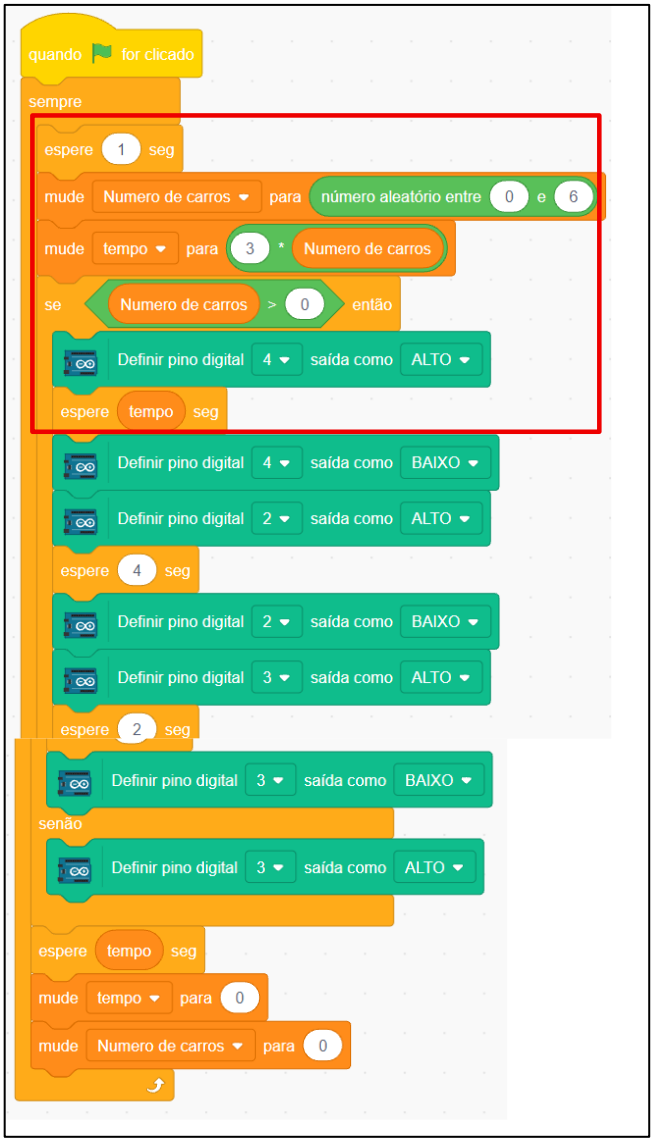
Nesse contexto, ao definir velocidades, representadas pelo bloco “número de passos” (Figura 31 – C) , tempos de espera e trajetórias no ambiente programável, os alunos articularam conceitos matemáticos a comandos algorítmicos, convertendo uma situação cotidiana em modelo computacional.

A Figura 31 – B, C e D apresenta o código em blocos elaborado pela dupla de estudantes, evidenciando a operacionalização dessa relação proporcional no desenvolvimento da proposta. Desse modo, a precisão da solução construída e a coerência entre os comandos programados e o comportamento esperado do sistema indicam a consolidação da habilidade trabalhada no decorrer da atividade.

Outra habilidade desenvolvida no decorrer da atividade foi a EF07MA13, que propõe “compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita” (Brasil, 2018, p. 309). A mobilização dessa habilidade torna-se evidente no momento em que os estudantes criaram variáveis para representar o número de veículos e o tempo de abertura do semáforo, utilizando esses elementos como grandezas que se alteravam conforme as condições do sistema.

A Figura 32 ilustra o código referente à criação dessas variáveis, evidenciando a apropriação do conceito no contexto da programação em blocos. Nesse sentido, observa-se que os estudantes não apenas utilizaram nomenclaturas simbólicas, mas atribuíram significado funcional a cada variável dentro do algoritmo, o que demonstra a consolidação da habilidade ao articularem linguagem algébrica, raciocínio lógico e modelagem computacional na resolução da proposta.

Figura 32: Programação das variáveis e sensor módulo semáforo



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Além das evidências observadas no código, a consolidação dessa habilidade também pode ser identificada nas respostas dos estudantes ao formulário, especialmente diante da questão: “Podemos representar essa situação por meio de uma equação? Qual seria?”.

As respostas apresentadas revelam que os alunos compreenderam a possibilidade de modelar matematicamente a situação proposta, recorrendo à linguagem algébrica como forma de representação. Na sequência, são apresentadas algumas ocorrências que evidenciam tais observações:

> *Aluno 04: "Sim, a quantidade de carros (x) com tempo de 5 segundos para carro e Y como tempo do semáforo aberto. Exemplo: Y= x * 5...com 6 carros seria 6 *5=30, o semáforo ficaria aberto por 30 segundos."*
> *"Sim, X vezes 0,5."* (Arquivo Projeto Semáforo)
> *Aluno 12: "Sim, y e igual ao carro vezes 3".* (Arquivo projeto Semáforo)

O recorte de falas dos estudantes evidencia a mobilização da habilidade EF07MA13, na medida em que os alunos recorrem à noção de variável para expressar relações entre grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita. Ao utilizarem símbolos (x e y) para representar a quantidade de veículos e o tempo de abertura do semáforo, os estudantes demonstram compreender a variável como um elemento que pode assumir diferentes valores, permitindo modelar uma situação dinâmica do cotidiano.

As expressões apresentadas, como y = x·5, y = x·0,5 e y = x·3, indicam que os estudantes reconheceram a existência de uma relação de proporcionalidade entre as grandezas envolvidas. Tal compreensão torna-se evidente em registros como o do aluno 04: "$y = x \cdot 5$... com 6 carros seria $6 \cdot 5 = 30$, o semáforo ficaria aberto por 30 segundos", no qual o aluno associa a quantidade de veículos ao tempo de abertura do sistema por meio de uma regra multiplicativa.

Ainda que tenham surgido diferentes constantes de proporcionalidade, construídas a partir das interpretações do problema e das decisões assumidas durante a programação, observa-se a mobilização da habilidade EF08MA13, ao envolver a resolução de situações que demandam compreender relações entre grandezas diretamente proporcionais.

Além disso, também se evidencia a habilidade EF08MA08, que propõe "resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o plano cartesiano como recurso" (Brasil, 2018, p. 311).

Embora as respostas tenham se materializado em equações lineares simples, o fato de os estudantes traduzirem uma situação cotidiana em linguagem algébrica demonstra avanços no processo de modelagem matemática e na apropriação de conceitos próprios da Álgebra escolar.

Além disso, as falas analisadas revelam uma articulação consistente entre o pensamento matemático e a lógica da programação aplicada ao funcionamento do semáforo. Ao definirem o tempo de abertura do sinal como uma equação do número de veículos expressos por variável,

os estudantes aproximam-se do conceito de função linear, mesmo sem recorrer formalmente a essa nomenclatura.

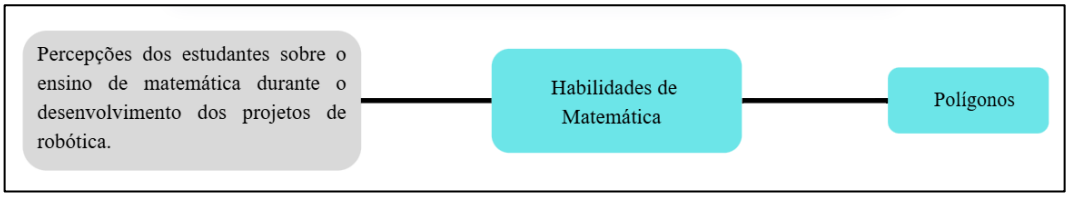
Esse movimento evidencia que a programação do código atuou como mediadora da aprendizagem matemática, favorecendo a compreensão do papel das variáveis na modelagem de fenômenos reais. Nesse sentido, a atividade contribuiu para que os alunos atribuíssem significado ao uso de expressões algébricas, não apenas como procedimentos abstratos, mas como ferramentas para resolver problemas concretos, reforçando a compreensão da Matemática como uma linguagem capaz de descrever, prever e controlar situações do cotidiano.

4.2.3.2 Unidade de Sentido “Polígonos”

A unidade de sentido “Polígonos” reúne ocorrências que evidenciam a mobilização de conceitos e habilidades matemáticas no contexto das atividades desenvolvidas no Módulo 03: Projeto Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219. Trata-se, portanto, de um eixo analítico que sintetiza as manifestações relacionadas a representação de propriedades de alguns polígonos propostas no experimento.

A Figura 33 apresenta a organização dessa unidade de sentido no interior da subcategoria e da categoria de análise às quais está vinculada, permitindo visualizar sua inserção no sistema categorial adotado para a interpretação dos dados.

Figura 33: Unidade de Sentido "Polígonos"

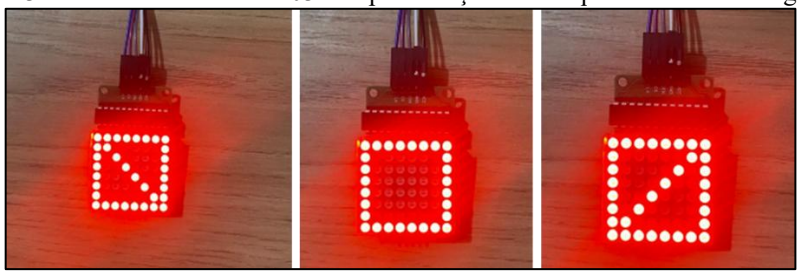


Fonte: elaborado pelo autor (2025)

O problema proposto consistiu na programação de um Módulo Matriz capaz de apresentar um polígono e suas diagonais, articulando conceitos geométricos ao uso da tecnologia digital. Nessa perspectiva, os estudantes mobilizaram a habilidade EF06MA18, que prevê “reconhecer e nomear polígonos, considerando lados, vértices e ângulos” (Brasil, 2018, p. 305), ao identificar e analisar as características estruturais das figuras representadas no dispositivo.

Desse modo, o projeto favoreceu a compreensão das propriedades dos polígonos e de suas diagonais, bem como ampliou as possibilidades de investigação sobre medidas e relações geométricas em um contexto interativo e significativo. A Figura 34 apresenta a representação de um quadrado e ainda suas diagonais.

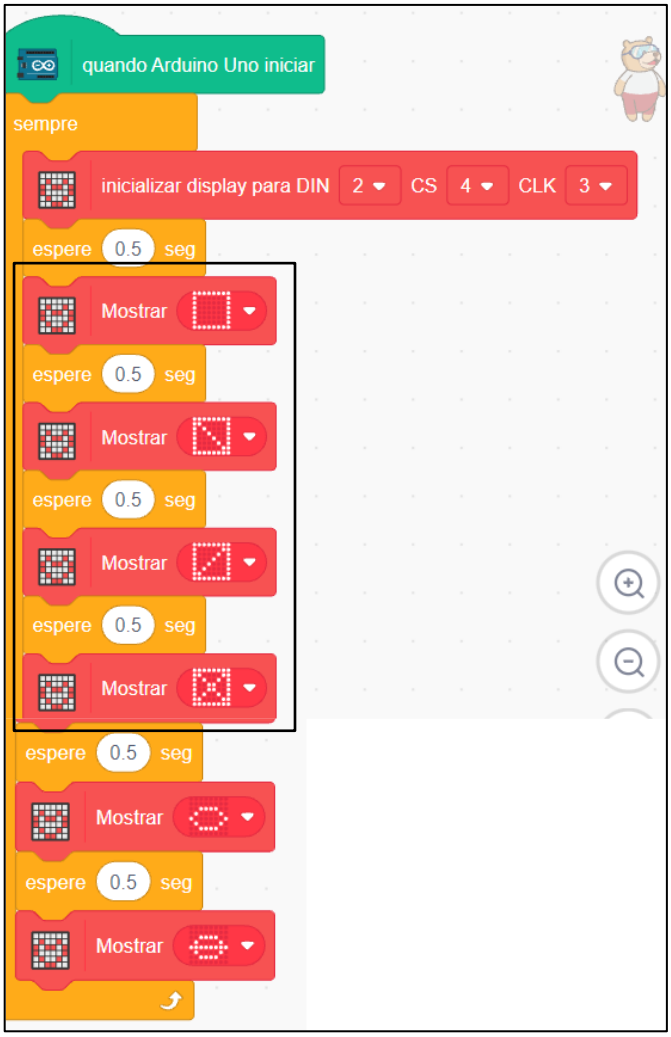
Figura 34: Recortes do Módulo 03 - Representação de um quadrado e suas diagonais



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Para concretizar essa representação, os estudantes precisaram estruturar a programação no software, inserindo gradativamente cada uma das propriedades referentes às figuras geométricas trabalhadas. Esse processo exigiu organização lógica, atenção aos elementos matemáticos envolvidos e tradução das características dos polígonos para a linguagem computacional. Na Figura 35, apresenta-se parte do código desenvolvido pelos alunos, evidenciando a materialização desse processo de construção.

Figura 35: Programação da representação do quadrado e suas propriedades



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Com o intuito de problematizar o uso das propriedades geométricas no processo de programação, foi proposta aos estudantes a seguinte indagação: “Como as diferenças entre os polígonos foram representadas no software PictoBlox durante a programação do projeto?”. Essa questão teve como finalidade mobilizar a reflexão acerca da transposição das propriedades geométricas como paralelismo, congruência de lados e relações entre diagonais para a linguagem algorítmica, instigando os alunos a explicitar de que modo tais características foram codificadas e diferenciadas no ambiente digital.

> *Aluno 06: Fizemos blocos de coordenadas para cada polígono.* (Arquivo Matriz de Led)
> *Aluno 08: Criamos comandos para acender pontos diferentes da matriz e formar as figuras.* (Arquivo Matriz de Led)

No âmbito desse mesmo projeto, foi proposta aos estudantes a seguinte problematização: “De que forma a Matemática auxiliou na construção do projeto? Quais conceitos ou operações foram mobilizados?”, e obtivemos as respostas:

> *Aluno 01: Usamos, lados e simetrias.* (Arquivo Matriz de Led)
> *Aluno 04: Para contar os LEDs e formar as figuras.* (Arquivo Matriz de Led)
> *Aluno 07: Usamos diagonais e ângulos.* (Arquivo Matriz de Led)
> *Aluno 11: Matemática ajudou nas coordenadas do quadrado.* (Arquivo Matriz de Led)

A análise das respostas dos estudantes evidencia a mobilização efetiva das habilidade EF08MA17 no desenvolvimento do projeto. Ao explicitarem que utilizaram “blocos de coordenadas para cada polígono” (Aluno 06) e que criaram “comandos para acender pontos diferentes da matriz e formar as figuras” (Aluno 08), os alunos demonstram compreender que a representação geométrica no ambiente digital exige a tradução das propriedades dos polígonos como paralelismo, congruência de lados, diagonais e simetrias para um sistema de coordenadas, o que implica em reconhecer formas e lugares geométricos.

Nesse sentido, a aplicação dos conceitos de mediatriz e bissetriz, ainda que não nomeados explicitamente por todos, manifesta-se na organização simétrica das figuras e na definição de pontos equidistantes, evidenciando a compreensão desses elementos como estruturas que determinam posições no plano.

Ademais, quando os estudantes afirmam ter utilizado “área, lados e simetrias” (Aluno 01), “diagonais, ângulos e cálculo de área” (Aluno 07) e “coordenadas e cálculo da área do trapézio” (Aluno 11), observa-se a mobilização direta da habilidade (EF08MA19), uma vez que o cálculo de áreas foi integrado ao processo de construção e validação das figuras geométricas.

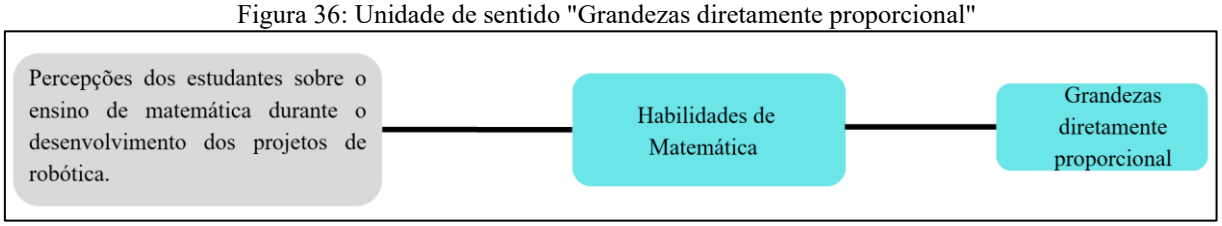
Assim, a programação na matriz de LEDs não se restringiu a uma atividade técnica, mas constituiu-se como um espaço de articulação entre Geometria plana, representação algorítmica e resolução de problemas, evidenciando a transposição de conceitos matemáticos para situações aplicadas e contextualizadas.

4.2.3.3 Unidade de sentido “Grandezas diretamente proporcionais”

A unidade de sentido “Grandezas diretamente proporcionais” emergiu do projeto *Braço Reflexivo* ao evidenciar a mobilização da habilidade EF08MA13 na identificação e resolução de problemas que envolvem relações de proporcionalidade. A Figura 36 exemplifica uma das

dimensões analíticas que compõem a subcategoria Ensino de Matemática, evidenciando a materialização dessa unidade de sentido no contexto das atividades desenvolvidas.

Figura 36: Unidade de sentido "Grandezas diretamente proporcional"

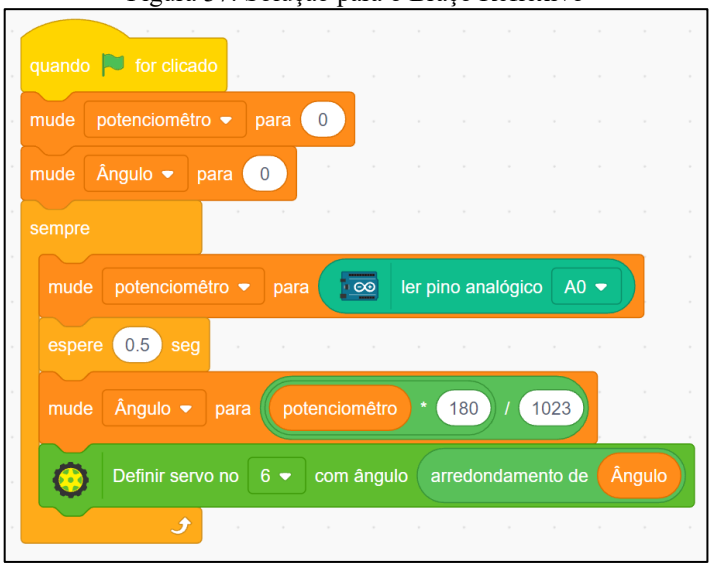


Fonte: elaborado pelo autor (2025)

O objetivo dessa proposta consistiu em estabelecer uma relação matemática capaz de realizar a conversão de unidades de medida entre o potenciômetro de 10 kΩ e o servomotor, transformando os valores de entrada em ângulos correspondentes de movimento. Para além dessa conversão, a programação também precisava apresentar as medidas angulares representadas pelo braço do dispositivo, permitindo aos estudantes acompanhar tais variações por meio da referência de uma circunferência.

A Figura 37 ilustra a programação do protótipo desenvolvido, cujo propósito foi possibilitar que os alunos configurassem o servomotor para reproduzir, de maneira proporcional, os movimentos realizados pelo braço mecânico. Desse modo, a atividade articulou conceitos de medida, proporcionalidade e geometria angular em um contexto prático e interativo.

Figura 37: Solução para o Braço Reflexivo

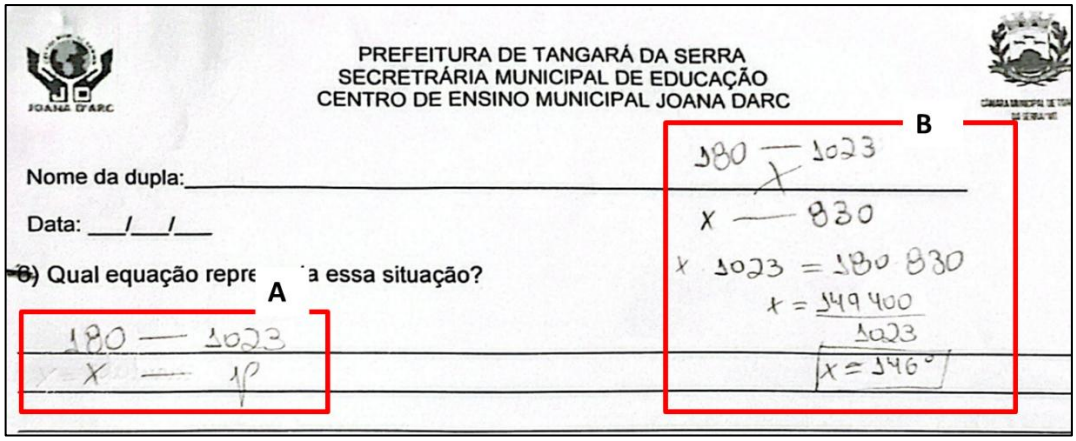


Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Por meio da programação apresentada na Figura 37, é possível identificar a mobilização da habilidade EF08MA13, uma vez que os estudantes precisaram elaborar uma relação proporcional para converter as grandezas envolvidas entre os dispositivos utilizados. Tal processo exigiu compreender como os valores lidos no potenciômetro poderiam ser transformados em medidas angulares correspondentes no servomotor, evidenciando a aplicação de raciocínio proporcional em contexto de programação em blocos.

Para a construção dessa solução, os alunos foram desafiados com um problema envolvendo grandezas diretamente proporcional, voltadas especificamente ao processo de conversão. Durante a aula, a problemática foi apresentada pelo professor com apoio da televisão e do quadro, conduzindo os estudantes a um processo de reflexão progressiva até a obtenção da formulação geral. A Figura 38 ilustra as soluções elaboradas por uma aluna, bem como parte das indagações propostas e o percurso investigativo realizado até a generalização da relação matemática.

Figura 38: Rascunho de um estudante para chegar até a solução do problema



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A fim de evidenciar essa conversão, os estudantes responderam a um formulário (Figura 38 – A), no qual deveriam solucionar a questão: “Qual equação representa essa situação?”. Embora o aluno não tenha registrado formalmente a equação algébrica, observa-se que elaborou uma solução correta por meio da estratégia de regra de três, demonstrando compreensão da relação proporcional envolvida.

Na resolução apresentada, estabeleceu-se a correspondência $180 \rightarrow 1023$, assim como $x \rightarrow p$, em que x representa o valor do ângulo e p a leitura do potenciômetro. Ainda na Figura

38 – B, nota-se que o estudante aplicou adequadamente essa estratégia e alcançou o resultado esperado.

Além disso, por meio da Figura 37, verifica-se que essa relação proporcional foi posteriormente transposta para a linguagem de programação em blocos, mesmo sem ter sido formulada com uma equação no caderno, em que p passou a ser representado pela variável potenciômetro e x pela variável ângulo.

Nesse processo, a programação do dispositivo atuou como elemento mediador da aprendizagem matemática, ao materializar a relação funcional entre as grandezas e possibilitar a validação imediata das estratégias adotadas pelos estudantes por meio do funcionamento correto do protótipo.

Ainda acerca desse projeto, os estudantes foram questionados, por meio de formulário, sobre os conteúdos abordados na atividade, tomando como referência as seguintes questões norteadoras: “Quais conteúdos de Matemática foram abordados?” e “Você teve dificuldade em realizar essa atividade?”. Tais indagações possibilitaram identificar tanto os conceitos matemáticos mobilizados quanto os obstáculos enfrentados pelos alunos no processo de estabelecimento e interpretação da relação de proporcionalidade.

Na sequência, são apresentadas algumas dessas interações que ilustram esse processo de aprendizagem. Para a questão norteadora: “Quais conteúdos de matemática foi abordado?” os estudantes apresentaram as seguintes respostas:

> Aluno 03: *Regra de três, equação, multiplicação e divisão.* (Arquivo Braço Reflexivo)
> Aluno 09: *Regra de três e grau.* (Arquivo Braço Reflexivo)

Para a questão norteadora: “Você teve dificuldade em realizar essa atividade?” os estudantes apresentaram as seguintes respostas:

> *Aluno 12: Sim, as variáveis eram confusas.* (Arquivo Braço Reflexivo)
> *Aluno 07: Sim, a parte mais difícil foi a parte de fazer as contas para programar as das variáveis.* (Arquivo Braço Reflexivo)

Com base nas respostas apresentadas pelos estudantes à questão norteadora “Quais conteúdos de Matemática foram abordados?”, observa-se que os alunos reconheceram a mobilização de conceitos diretamente relacionados à proporcionalidade e à linguagem algébrica, tais como regra de três, equações, multiplicação, divisão e conversão de unidades em graus. As menções feitas pelos alunos evidenciam que a atividade demandou a articulação entre

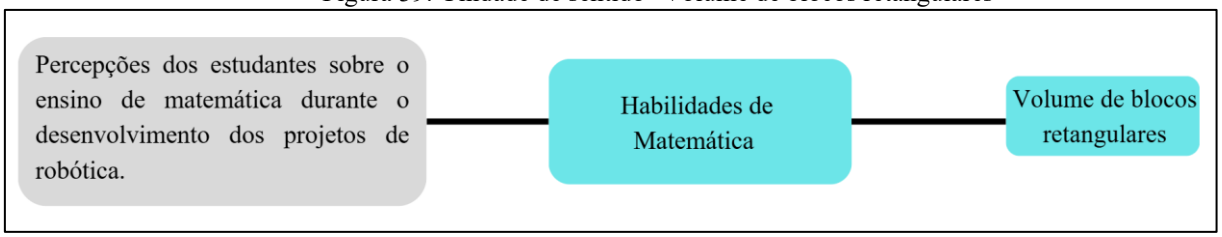
diferentes procedimentos matemáticos para estabelecer uma relação funcional entre as grandezas envolvidas, em consonância com as habilidades EF08MA12 e EF08MA13.

Além disso, ao associarem esses conteúdos ao controle do servomotor por meio da programação, os estudantes demonstraram compreender, ainda que de forma inicial, a necessidade de utilizar expressões algébricas para modelar e resolver uma situação concreta. Esse reconhecimento indica que a proposta favoreceu a atribuição de significado aos conteúdos matemáticos, ao deslocá-los de um contexto meramente abstrato para uma aplicação prática mediada pela robótica educacional, contribuindo para a compreensão da Matemática como uma ferramenta para interpretar e intervir em situações do cotidiano.

4.2.3.4 Unidade de sentido “Volume de blocos retangulares”

A unidade de sentido “Volume de blocos retangulares” emergiu a partir das reflexões suscitadas pelas atividades desenvolvidas no protótipo Volume Dinâmico. A Figura 39 sintetiza essa unidade de sentido, a qual integra a subcategoria Habilidades de Matemática. O referido protótipo mobilizou a habilidade EF08MA21, que consiste em “resolver e elaborar problemas envolvendo o cálculo do volume de recipientes com formato de bloco retangular” (Brasil, 2018, p. 317).

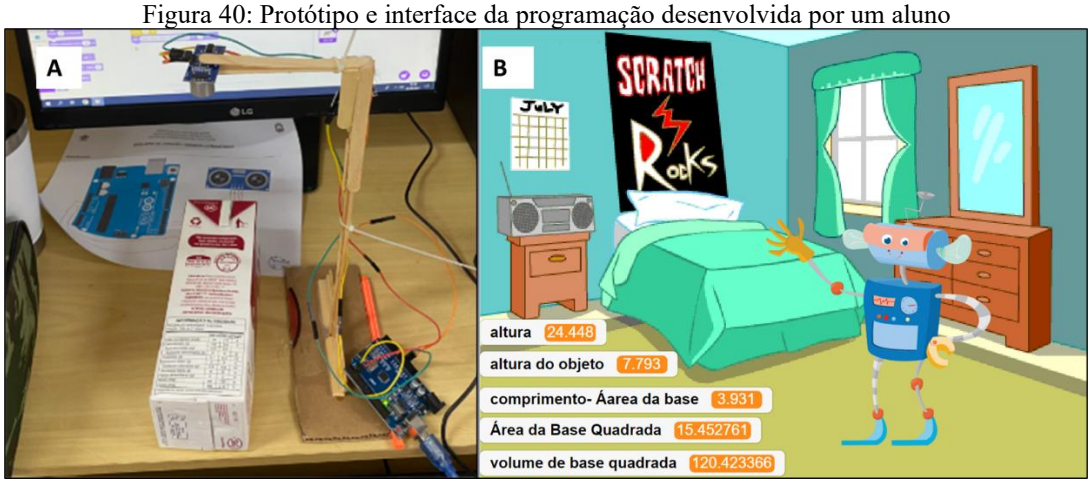
Figura 39: Unidade de sentido "Volume de blocos retangulares"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A unidade de sentido “Volume de blocos retangulares” evidencia a articulação entre os conceitos matemáticos relacionados ao cálculo de área e volume de blocos retangulares e as práticas pedagógicas mediadas pela robótica educacional, ressaltando a relevância da integração entre esses campos de conhecimento no processo de ensino e aprendizagem. A Figura 40 ilustra o protótipo desenvolvido.

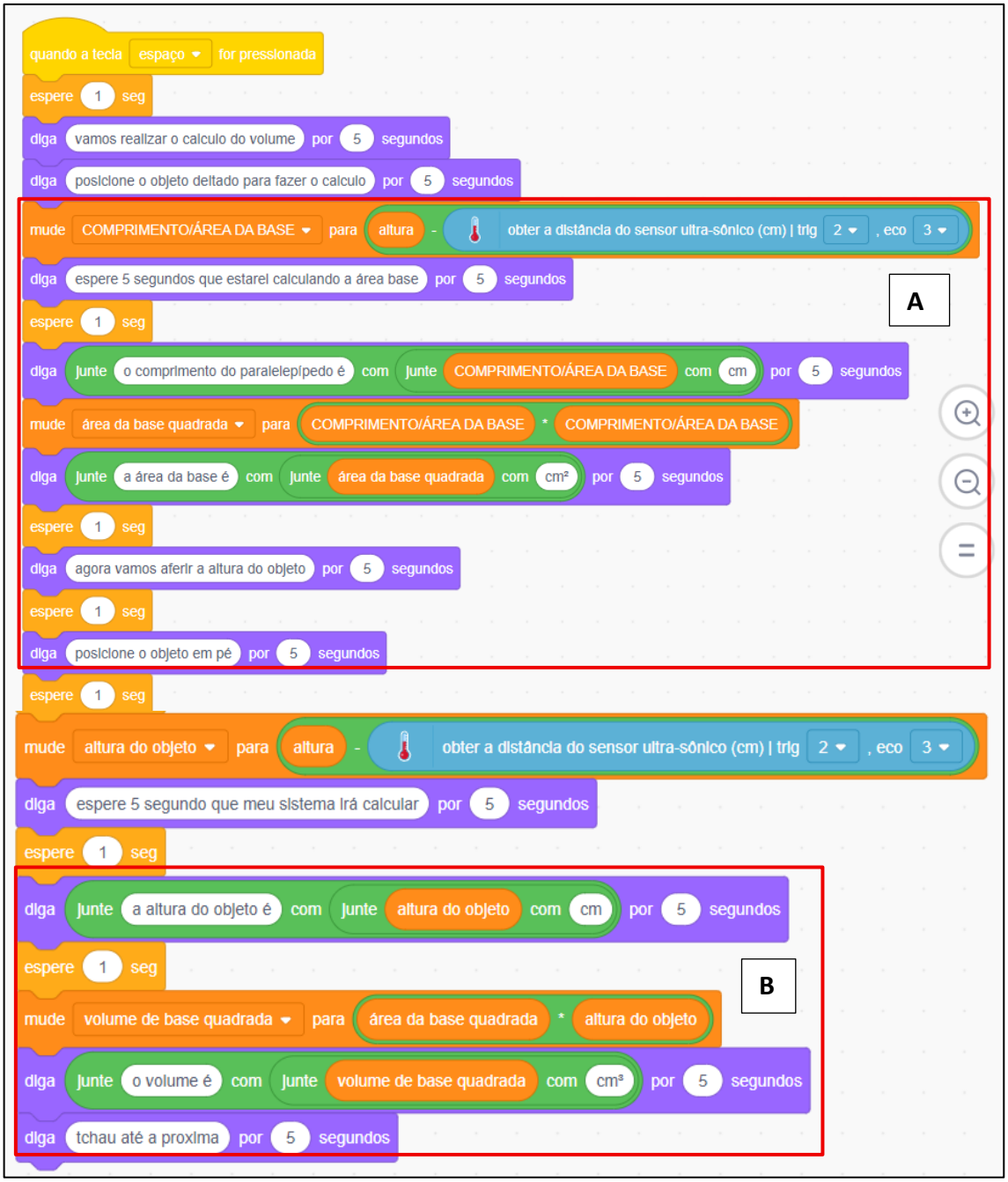
Figura 40: Protótipo e interface da programação desenvolvida por um aluno



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A Figura 40 apresenta os dados obtidos por meio da leitura do objeto proposto para determinar o cálculo do volume, expresso em centímetros cúbicos. Para que o personagem virtual realizasse esse cálculo, foi necessário estruturar a programação em etapas. Observa-se, na Figura 41, a programação desenvolvida para esse dispositivo.

Figura 41: Programação do dispositivo para fazer as leituras das medidas do objetivo e realizar o cálculo de volume



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A Figura 41 apresenta a programação do dispositivo responsável pelo cálculo do volume do objeto inserido. Em um primeiro momento, foram aferidas as medidas do bloco retangular e realizado o cálculo da área da base (Figura 41 – A). Na sequência, efetuou-se o cálculo do volume do objeto (Figura 41 – B). Observa-se que todo esse processo foi desenvolvido no interior do código.

Por meio dessa estrutura programada, é possível identificar a mobilização da habilidade EF08MA21, que propõe “resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de recipiente cujo formato é o de um bloco retangular” (Brasil, 2018, p. 317).

Ainda acerca do projeto, os estudantes responderam a algumas questões com o objetivo de ampliar os dados referentes aos objetos da pesquisa. Na sequência, são apresentadas algumas dessas ocorrências, as quais ilustram esse processo investigativo.

> Aluno 09: *Centímetros, multiplicação, multiplicação, subtração, igualdade, equação e cálculo de volume.* (Arquivo Volume Dinâmico)
> Aluno 12: *Foi utilizado subtração, multiplicação, cálculo de área e unidades de medida (m² e m³).* (Arquivo Volume Dinâmico)
> Aluno 07: *cálculo de área e volume.* (Arquivo Volume Dinâmico)

Com base nas falas dos estudantes, observa-se que a atividade possibilitou a mobilização integrada de diferentes conteúdos matemáticos relacionados ao cálculo de área e volume de blocos retangulares, bem como de operações fundamentais e unidades de medida. As menções a conceitos como multiplicação, subtração, igualdade, equações e medidas expressas em m² e m³ indicam que a proposta exigiu a articulação entre procedimentos operatórios e conceitos geométricos para a resolução do problema apresentado.

Tal mobilização evidencia a compreensão, ainda que em níveis distintos, das relações entre as dimensões do objeto e os cálculos necessários para determinar sua área e volume, em consonância com a habilidade EF08MA21. Além disso, ao associarem esses conteúdos à interação com o protótipo e à programação do personagem virtual, os estudantes atribuíram significado às operações matemáticas, reconhecendo-as como ferramentas necessárias para interpretar e resolver uma situação concreta mediada pela robótica educacional.

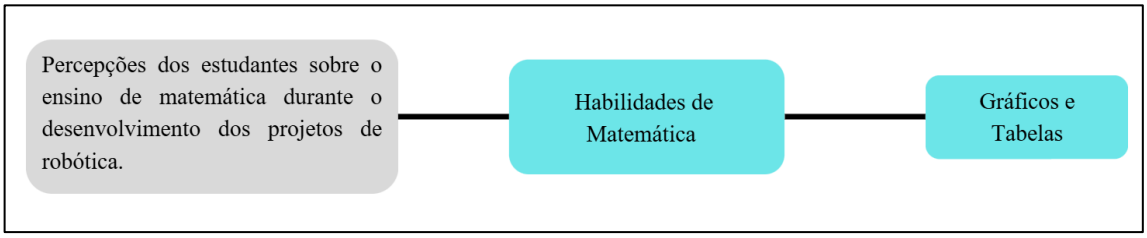
Desse modo, a experiência desenvolvida reforça o potencial dessa abordagem para promover aprendizagens matemáticas contextualizadas, integradas e socialmente significativas, ao aproximar conceitos abstratos de situações práticas e favorecer a construção ativa do conhecimento pelos estudantes.

4.2.3.5. Unidade de Sentido “Gráficos e Tabelas”

A unidade de sentido “Gráficos e Tabelas” (Figura 42) emergiu a partir do desenvolvimento do Projeto Umidade do Solo, no qual os estudantes foram desafiados a

programar o Módulo Sensor de Umidade do Solo na plataforma PictoBlox, realizar leituras horárias e organizar os dados coletados em tabelas.

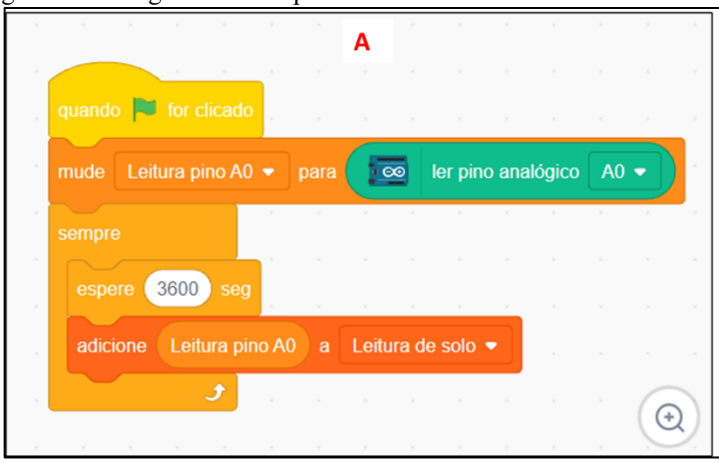
Figura 42: Unidas de Sentido "Gráficos e Tabelas"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Para viabilizar o monitoramento contínuo das leituras realizadas a cada hora, os estudantes utilizaram, na plataforma PictoBlox, o recurso denominado “lista de números”, que possibilita o armazenamento sequencial de dados em tempo real. Por meio dessa estrutura, o valor captado pelo sensor era automaticamente registrado a cada intervalo programado, constituindo um banco de dados organizado e passível de análise posterior. A Figura 43 - A apresenta o código desenvolvido para essa finalidade, evidenciando a articulação entre variáveis, estruturas condicionais e comandos de repetição.

Figura 43: Código elaborado para o sensor umidade de solo e dados apresentados uma planilha



B

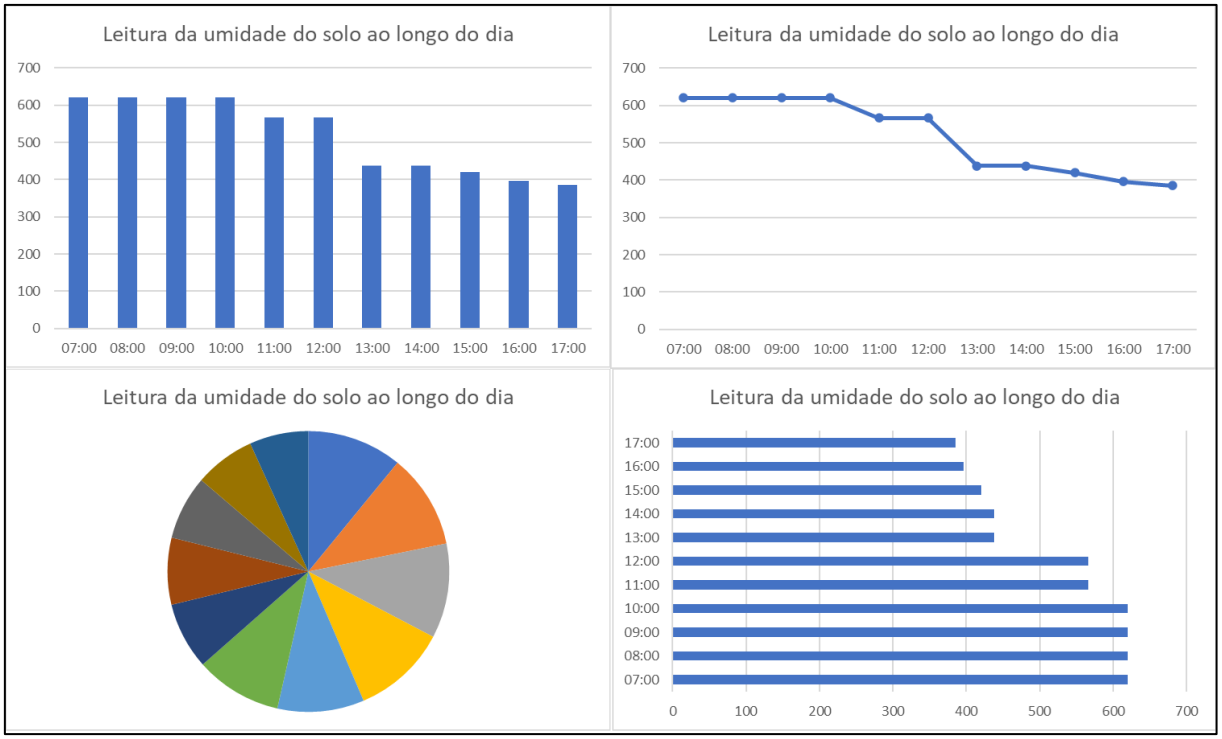
Horário	Leitura
07:00	620
08:00	620
09:00	620
10:00	620
11:00	566
12:00	566
13:00	438
14:00	438
15:00	420
16:00	396
17:00	385

Fonte: arquivo pessoal (2024)

Com os dados organizados em planilha (Figura 43 – B), os estudantes puderam evidenciar a variação da umidade ao longo do dia, bem como identificar os horários em que determinada cultura necessitaria de irrigação, mobilizando a habilidade EF06MA32, que propõe “interpretar e resolver situações que envolvam dados de pesquisas sobre contextos ambientais, sustentabilidade, trânsito, consumo responsável, entre outros, apresentadas pela

mídia em tabelas e em diferentes tipos de gráficos e redigir textos escritos com o objetivo de sintetizar conclusões" (Brasil, 2018, p. 307). A Figura 44 apresenta os diferentes gráficos construídos ao longo desse processo.

Figura 44: Dados apresentados em diferentes gráficos



Fonte: arquivo pessoal (2024)

Por meio da representação dos dados em diferentes gráficos os alunos puderam identificar qual era o melhor para a dada situação mobilizando a habilidade EF08MA23 que visa "Avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa" (Brasil, 2018, 317).

Pode-se notar também a mobilização dessa habilidade por meio das ocorrências registradas no formulário dos estudantes, ao responderem à indagação: "Qual gráfico representa melhor a variação da umidade ao longo dos dias?"

> Aluno 2 e 3*: Gráfico de linha, porque mostra a subida e descida ao longo das horas.* (Arquivo Umidade de solo)
> Aluno 06: *Linha, porque acompanha o tempo.* (Arquivo Umidade de solo)

Para a questão norteadora "Qual gráfico é mais adequado para comparar as categorias?", obtivemos respostas como:

> *Aluno 04, 05 e 06: Barras, porque compara categorias.* (Arquivo Umidade de solo)
> *Aluno 11 e 12: Colunas, porque mostra diferença.* (Arquivo Umidade de solo)

No âmbito desse mesmo projeto, foi proposta aos estudantes a seguinte indagação: "Existe algum gráfico inadequado para representar esses dados?". Entre as respostas obtidas, destacam-se:

> Aluno 02 e 03: *Setores para tempo é inadequado.* (Arquivo Umidade de solo)
> Aluno 05 e 06: *Setores não representa função do tempo.* (Arquivo Umidade de solo)

A análise das respostas evidencia que a habilidade (EF08MA23) que visa avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa, foi efetivamente mobilizada no desenvolvimento do projeto. Quando questionados sobre qual gráfico melhor representaria a variação da umidade ao longo dos dias, os estudantes (Alunos 2, 3 e 6) indicaram o gráfico de linhas, justificando que ele "mostra a subida e descida ao longo das horas" e "acompanha o tempo".

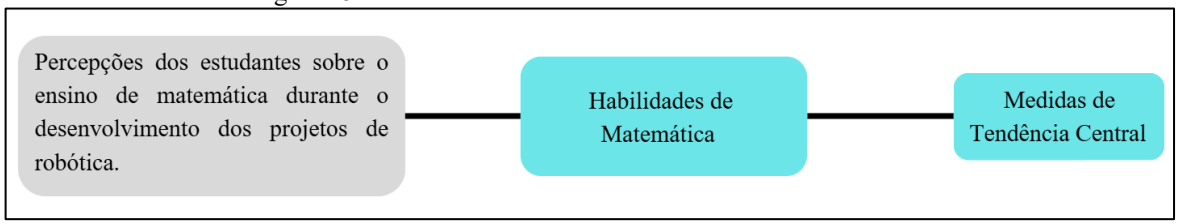
Tais respostas revelam a compreensão da natureza temporal da variável analisada, reconhecendo que a representação por linhas preserva a sequência cronológica e evidencia tendências de crescimento e decrescimento. De modo semelhante, ao serem indagados acerca do gráfico mais adequado para comparar categorias, os alunos apontaram gráficos de barras e colunas (Alunos 4, 5, 6, 11 e 12), demonstrando entendimento de que essas representações favorecem a comparação de frequências entre classes distintas.

Ademais, ao identificarem o gráfico de setores como inadequado para análise temporal (Alunos 2, 3, 5 e 6), argumentando que "não representa a função do tempo", os estudantes evidenciam avanço no letramento estatístico, ao reconhecerem que a escolha da representação deve estar articulada ao objetivo analítico e à natureza dos dados. Assim, as respostas obtidas indicam não apenas domínio procedimental, mas também desenvolvimento da capacidade crítica de avaliação das representações gráficas, em consonância com os pressupostos da habilidade prevista na BNCC.

4.2.3.6 Unidade de Sentido "Medidas de Tendência Central"

A unidade de sentido "medidas de tendência central" (figura 46) emergiu do projeto Estação meteorológica que tem como objetivo desenvolver a habilidade EF08MA25 que visa "obter os valores de medidas de tendência central de uma pesquisa estatística (média, moda e mediana) com a compreensão de seus significados" (Brasil, 2018, p. 315).

Figura 45: Unidade de sentido "Medidas de Tendência Central"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Para a elaboração da programação do sensor DHT22, os estudantes recorreram ao recurso “lista”, já explorado em projetos anteriores, com a finalidade de armazenar e organizar as leituras realizadas pelo dispositivo. Esse recurso possibilitou o registro sequencial dos dados coletados como temperatura e umidade do ar, favorecendo a análise estatística e interpretação das informações com o auxílio de uma planilha eletrônica. A Figura 46 ilustra os dados coletados (ambiente interno e externo) e as medidas de tendência central.

Figura 46: Dados Coletados no Ambiente Interno e Externo

Ambiente Interno	
Horário	Umidade do ar (%)
07h00	60
07h30	54
08h	51
08h30	50
09h	49
09h30	45
10h	40
10h30	38
11h	36
11h30	31
12h00	31
12h30	30
13h	28
13h30	27

Ambiente Interno	
Horário	Temperatura (°C)
07h00	29
07h30	30
08h	31
08h30	32
09h	32
09h30	33
10h	34
10h30	34
11h	32
11h30	33
12h00	33
12h30	33
13h	34
13h30	33

Ambiente Externo	
Horário	Umidade do ar (%)
07h00	46
07h30	42
08h	41
08h30	40
09h	38
09h30	36
10h	30
10h30	26
11h	26
11h30	22
12h00	20
12h30	19
13h	18
13h30	15

Ambiente Externo	
Horário	Temperatura (°C)
07h00	31
07h30	31
08h	32
08h30	32
09h	32
09h30	33
10h	34
10h30	35
11h	36
11h30	36
12h00	38
12h30	38
13h	39
13h30	39

Analise do clima no dia - Ambiente Interno		
M. Tendência Central	Temperatura (° C)	Umidade do ar (%)
Média	32,4	41
Mediana	33	39
Moda	33	31

Analise do clima no dia - Ambiente Interno		
M. Tendência Central	Temperatura (°C)	Umidade do ar (%)
Média	35	30
Mediana	34,5	28
Moda	32	26

Fonte: arquivo pessoal (2024)

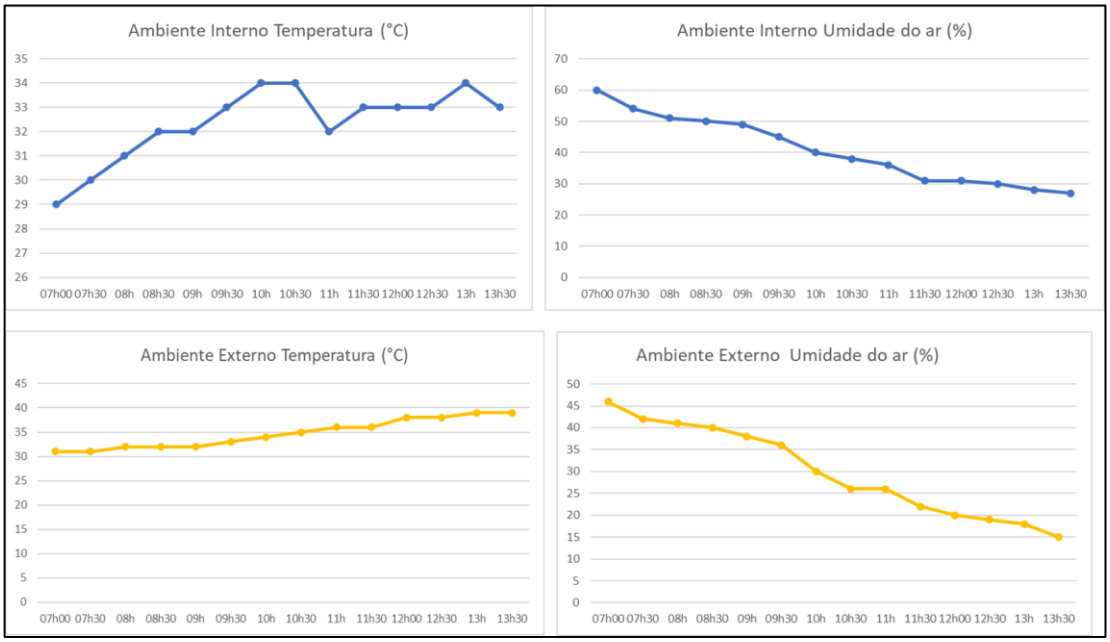
Por meio dos dados coletados, tornou-se possível estabelecer comparações entre a variação de temperatura nos ambientes interno e externo, bem como analisar a influência de

fatores climáticos nessa dinâmica, especialmente a atuação do ar-condicionado sobre as condições térmicas observadas.

Nessa etapa da atividade, mobilizou-se a habilidade EF08MA25 da BNCC, que propõe "obter os valores de medidas de tendência central de uma pesquisa estatística (média, moda e mediana) com a compreensão de seus significados e relacioná-los com a dispersão de dados, indicada pela amplitude" (Brasil, 2018, p. 315), uma vez que os estudantes interpretaram os dados coletados e identificaram regularidades e variações presentes no conjunto analisado.

De forma complementar, recorreu-se aos recursos gráficos da planilha eletrônica, os quais possibilitaram a representação visual das informações e favoreceram a comparação entre as oscilações registradas em cada ambiente. Tal estratégia ampliou a compreensão dos resultados, tornando as relações entre os dados mais evidentes e acessíveis aos estudantes. A Figura 47 ilustra os gráficos elaborados a partir dessas informações.

Figura 47: Gráfico de linhas ilustrando os dados coletados



Fonte: arquivo pessoal (2024)

Por meio dessas análises, foi possível evidenciar a variação da temperatura ao longo do dia, bem como estabelecer comparações entre os ambientes investigados. A utilização de gráficos tornou tais relações mais visíveis, compreensíveis e pedagogicamente adequadas à faixa etária e ao ano escolar dos estudantes, favorecendo a interpretação dos dados e a construção de conclusões fundamentadas. Nesse contexto, observa-se a mobilização da

habilidade EF08MA23 da BNCC, que propõe “avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa” (Brasil, 2018, p. 315).

Ainda no contexto da atividade, os estudantes responderam, em questionário avaliativo, a algumas questões referentes ao projeto, a partir da seguinte problematização: “Quais medidas de tendência central vocês utilizaram e como podem defini-las?”.

> *Aluno 03: Média é a soma dividida pela quantidade.* (Arquivo Estação Meteorológica)
> *Aluno 04: Moda é o valor que mais aparece.* (Arquivo Estação Meteorológica)
> *Aluno 07: Mediana é o número do meio.* (Arquivo Estação Meteorológica)
> *Aluno 10: Usamos as três para entender os dados da sala e de fora.* (Arquivo Estação Meteorológica)

Ao serem questionados sobre “O que vocês aprenderam com esse projeto?”, buscou-se promover um movimento de reflexão no qual os estudantes pudessem explicitar os conhecimentos construídos, as habilidades desenvolvidas e as articulações estabelecidas entre Matemática, programação e análise de dados ao longo da atividade.

> *Aluno 07: Aprendemos a usar tecnologia para estudar Matemática.* (Arquivo Estação Meteorológica)
> *Aluno 12: Que Matemática pode ajudar a cuidar do meio ambiente.* (Arquivo Estação Meteorológica)

Os resultados do Projeto Estação Meteorológica evidenciam a consolidação da habilidade (EF08MA25), na medida em que os estudantes demonstraram compreender não apenas os procedimentos de cálculo, mas também os significados das medidas de tendência central. A fala do Aluno 03, ao afirmar que “média é a soma dividida pela quantidade”, revela domínio do algoritmo associado à média aritmética; enquanto os Alunos 04, 05 e 06, ao definirem que “moda é o valor que mais aparece”, indicam compreensão da ideia de frequência.

De igual modo, os Alunos 07, 08 e 09, ao declararem que “mediana é o número do meio”, evidenciam entendimento da ordenação dos dados e da posição central. Destaca-se ainda a resposta do Aluno 10, que afirmou ter utilizado “as três para entender os dados da sala e de fora”, demonstrando percepção da complementaridade dessas medidas na análise comparativa de contextos distintos. Tais manifestações indicam que o trabalho desenvolvido superou a aplicação mecânica de fórmulas, favorecendo a construção de significado estatístico e a consolidação do letramento matemático em uma situação investigativa real.

Os resultados do Projeto Estação Meteorológica evidenciam a consolidação da habilidade EF08MA25, na medida em que os estudantes demonstraram compreender não

apenas os procedimentos de cálculo, mas também os significados das medidas de tendência central.

A fala do Aluno 03, ao afirmar que “média é a soma dividida pela quantidade”, revela domínio do algoritmo associado à média aritmética, enquanto os Alunos 04, 05 e 06, ao definirem que “moda é o valor que mais aparece”, indicam compreensão da noção de frequência no conjunto de dados.

De igual modo, os Alunos 07, 08 e 09, ao declararem que “mediana é o número do meio”, evidenciam entendimento da necessidade de ordenar os dados para identificar sua posição central. Destaca-se ainda a resposta do Aluno 10, ao afirmar ter utilizado “as três para entender os dados da sala e de fora”, demonstrando percepção da complementaridade dessas medidas na análise comparativa de contextos distintos.

Tais manifestações indicam que o trabalho desenvolvido superou a aplicação mecânica de fórmulas, favorecendo a construção de significados estatísticos e a consolidação do letramento matemático em uma situação investigativa real.

Ainda nesse contexto, observa-se o desenvolvimento da Competência Geral 07 da BNCC, que propõe “argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta” (Brasil, 2018, p. 11).

Isso se evidencia no momento em que os estudantes analisaram informações coletadas em diferentes ambientes, compararam resultados e elaboraram interpretações fundamentadas em dados reais, articulando conhecimentos matemáticos a reflexões sobre o clima, o uso consciente de recursos tecnológicos e as condições ambientais que os cercam.

4.2.4 Categoria 04: Habilidades do Pensamento Computacional durante o desenvolvimento dos projetos de Robótica Educacional

A categoria “Habilidades do Pensamento Computacional durante o desenvolvimento dos projetos de Robótica Educacional” foi delineada em consonância com os objetivos que orientam esta investigação. Nessa perspectiva, buscou-se compreender de que modo as atividades e os projetos de robótica educacional, desenvolvidos com a plataforma PictoBlox e

a placa Arduino Uno, favoreceram a mobilização e o desenvolvimento de competências inerentes ao Pensamento Computacional no contexto das práticas pedagógicas realizadas.

Cabe destacar que esta escolha tecnológica insere a presente investigação em um campo ainda pouco explorado na literatura, uma vez que revisões sistemáticas internacionais recentes apontam que a maior parte dos estudos sobre o desenvolvimento do PC por meio da robótica educacional concentra-se no uso de kits como o LEGO Mindstorms e em ambientes de programação restritos à tela (Merino-Armero; González-Calero; Cózar-Gutiérrez, 2022). A combinação entre programação em blocos e manipulação de hardware físico, proposta neste estudo, representa, portanto, uma contribuição que amplia o repertório de ferramentas investigadas no campo.

À luz das definições apresentadas na Seção 2 (Temas da Pesquisa), especialmente nas Subseções 2.2 (Pensamento Computacional: uma breve síntese) e 2.3 (Pensamento Computacional e o ensino de Matemática) procedeu-se à análise dos dados produzidos no decorrer da pesquisa, com o intuito de identificar em que medida os projetos de robótica educacional desenvolvidos com a plataforma PictoBlox e a placa Arduino Uno contribuíram para a mobilização dos quatro pilares estruturantes do Pensamento Computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e construção de algoritmos (Liukas, 2015; BBC Learning, 2015).

Cabe situar essa investigação em diálogo com produções recentes do campo brasileiro que têm se dedicado à relação entre robótica educacional, PC e ensino de Matemática, como os estudos de Ferreira (2024) e Kaminski (2023). De modo mais específico, a dissertação de Marassi (2024) e o artigo correlato publicado na Rematec (2024) investigaram, em proximidade direta com a presente pesquisa, o uso conjunto do PictoBlox e da placa Arduino para o desenvolvimento de habilidades matemáticas e de PC, o que reforça a pertinência da plataforma e do hardware escolhidos e abre espaço para uma leitura comparativa dos resultados que serão apresentados nas subseções seguintes.

Cada um dos quatro pilares do Pensamento Computacional: Abstração, Algoritmos, Decomposição e Reconhecimento de Padrões assumiu uma unidade de sentido no processo analítico desta categoria (Figura 48). Conforme destacam Liukas (2015), BBC Learning (2015) e Brackmann (2017), tais pilares constituem uma estrutura cognitiva essencial, capaz

de possibilitar ao indivíduo o enfrentamento de problemas complexos de maneira sistemática, estratégica e eficaz.

Importa ressaltar, contudo, que essa divisão em quatro pilares não é a única forma de operacionalizar o conceito de Pensamento Computacional na literatura. Brennan e Resnick (2012), por exemplo, propõem uma categorização alternativa centrada em conceitos, práticas e perspectivas computacionais, atribuindo maior destaque a dimensões processuais e atitudinais como a depuração e a expressão criativa por meio da programação que tendem a atravessar simultaneamente mais de um dos quatro pilares aqui adotados.

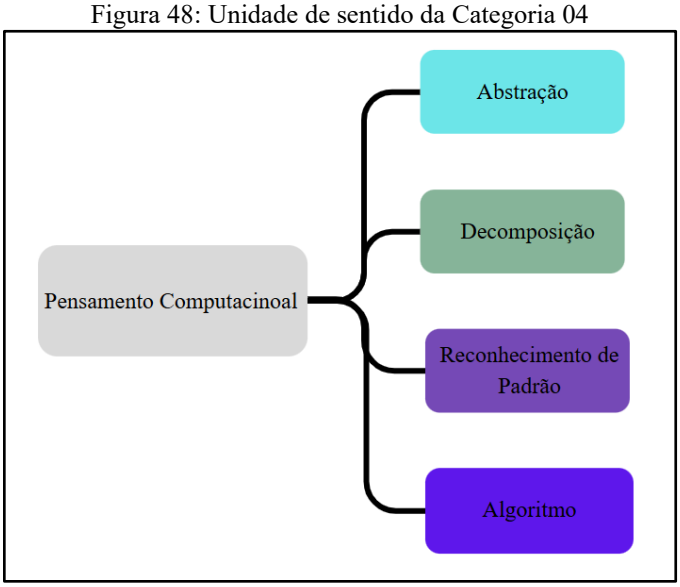
Assim, embora a estrutura escolhida ofereça uma organização didática e coerente com o referencial teórico da pesquisa, a análise que se segue buscará, sempre que pertinente, evidenciar também as interconexões entre os pilares, reconhecendo que, na prática observada durante os projetos de robótica, processos como reconhecimento de padrões, abstração e construção de algoritmos frequentemente ocorrem de forma simultânea e interdependente.

Soma-se a essa discussão a constatação, evidenciada por Chevalier et al. (2022) em estudo publicado na revista Computers & Education, de que o feedback e a mediação do professor durante as atividades de robótica educacional constituem variáveis determinantes para que os estudantes avancem de uma execução mecânica das tarefas para uma compreensão mais reflexiva dos processos computacionais envolvidos.

Esse achado é particularmente relevante para a presente análise, pois sugere que a simples exposição dos estudantes às atividades com PictoBlox e Arduino não é, por si só, suficiente para garantir a mobilização dos quatro pilares do PC: a qualidade e a intencionalidade da mediação pedagógica por meio de perguntas direcionadas, momentos de retomada coletiva e desafios progressivos podem ser tão determinantes quanto a própria ferramenta tecnológica utilizada.

Nesse sentido, a análise que se segue buscará identificar não apenas em que medida os pilares do PC foram mobilizados pelos estudantes, mas também quais condições pedagógicas favoreceram essa mobilização ao longo dos projetos desenvolvidos.

Figura 48: Unidade de sentido da Categoria 04



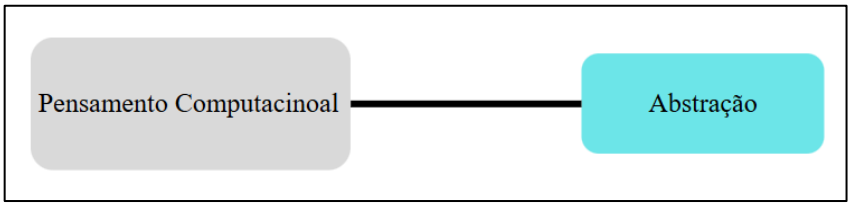
Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Para melhor organização e visualização da análise dos dados referentes à Categoria 04, as unidades de sentido serão apresentadas em subseções da presente subseção. Desse modo, a unidade de sentido Abstração corresponde à Subseção 4.2.4.1; Decomposição, à Subseção 4.2.4.2; Reconhecimento de Padrões, à Subseção 4.2.4.3; e Algoritmos, à Subseção 4.2.4.4. Cada uma dessas subseções será desenvolvida a seguir.

4.2.4.1 Unidade de Sentido "Abstração"

A unidade de sentido "Abstração" emergiu da análise dos códigos elaborados pelos estudantes e dos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa. A Figura 49 apresenta um esquema representativo da articulação entre essa unidade de sentido e a categoria analítica à qual se vincula, evidenciando seu papel estruturante no desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Figura 49: Unidade de Sentido "Abstração"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

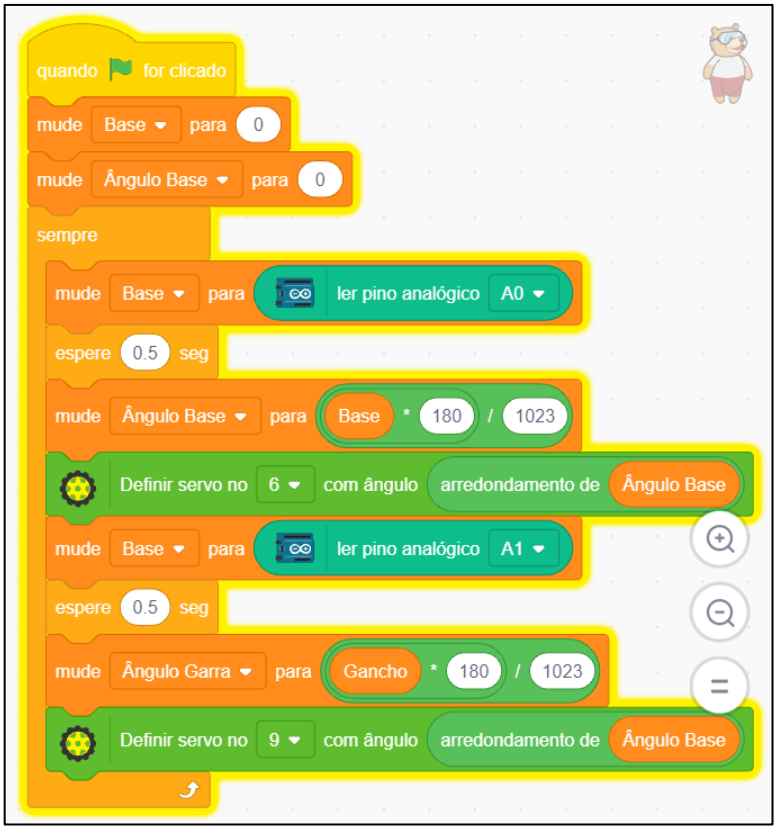
Ao se envolverem na resolução dos problemas inerentes aos projetos de robótica educacional, os estudantes foram mobilizados a desenvolver um raciocínio de natureza conceitual e generalizante, orientado pela compreensão dos princípios subjacentes às situações propostas. Nesse contexto, ao projetar e programar artefatos robóticos com finalidades específicas, os discentes recorrem ao processo de abstração, materializado na seleção de informações relevantes, na exclusão de elementos secundários e na organização de uma sequência lógica de comandos.

Tal movimento corrobora com a compreensão de Jeannette Wing (2010), ao destacar que a abstração constitui um mecanismo fundamental para o tratamento da complexidade, pois possibilita o escalonamento de soluções em diferentes níveis de análise. Desse modo, a estruturação das ações realizadas pelos estudantes tornou viável a construção do objetivo pretendido e o enfrentamento sistemático das situações-problema propostas.

Na Figura 50, observa-se um recorte da codificação elaborada por uma dupla de estudantes no desenvolvimento do projeto final, cujo protótipo consistiu na construção de um guindaste utilizando componentes eletrônicos previamente explorados. A programação evidencia o uso da abstração por meio da definição e articulação de variáveis, bem como pela modelagem computacional das relações estabelecidas entre elas.

Especificamente, o potenciômetro é empregado como dispositivo de entrada responsável por controlar a variação angular do servomotor, o qual, por sua vez, executa o movimento de rotação do sistema. Tal organização revela um processo de modelagem abstrata implementado na linguagem de programação visual do PictoBlox, no qual os elementos físicos do sistema são representados por estruturas simbólicas e manipuláveis no ambiente computacional.

Figura 50: Código do projeto final Guindaste



Fonte: arquivo pessoal (2024)

Por meio dessa linguagem, os estudantes constroem representações simplificadas das interações entre os componentes eletrônicos (potenciômetro e servomotor) e os processos lógicos envolvidos, especialmente no que se refere à conversão de leituras analógicas em valores angulares. A abstração manifesta-se na definição de variáveis que representam grandezas relevantes, como a leitura do potenciômetro e sua correspondência em ângulos de rotação, bem como na organização desses elementos em um fluxo lógico coerente e funcional.

No protótipo do guindaste, essa capacidade evidencia-se na codificação que modela o funcionamento do sistema desenvolvido pelo trio de estudantes, conforme apresentado na Figura 20, Subseção 4.1.10.3. Nesse contexto, a abstração manifesta-se na habilidade de simplificar o problema, identificar seus elementos essenciais e estruturá-los logicamente por meio dos blocos de programação, convertendo uma situação concreta em uma solução computacional organizada.

Ao desconsiderar aspectos secundários e focar nas variáveis fundamentais, os estudantes conseguem representar de forma eficiente o comportamento do sistema. Ademais, a

definição e manipulação dessas variáveis permitem realizar a conversão necessária para o acionamento adequado do servomotor.

A organização dos blocos evidencia um pensamento computacional estruturado, no qual cada componente do protótipo é modelado de forma simplificada, porém eficaz, possibilitando uma compreensão clara do fluxo operacional do sistema. Dessa forma, a construção do protótipo e a respectiva codificação desenvolvida pelo trio de estudantes evidenciam, de maneira consistente, a articulação entre o pilar da abstração e a competência matemática proposta.

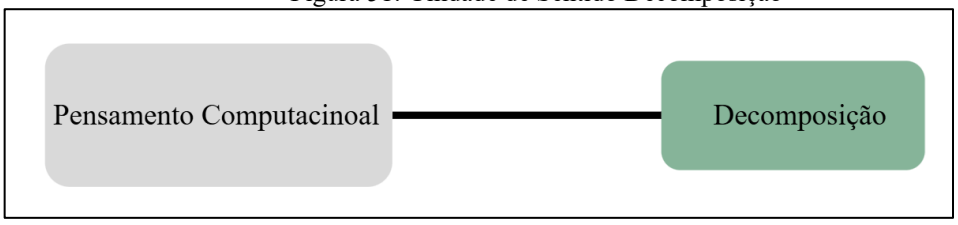
Tais evidências corroboram as observações realizadas por Pires (2024, p. 176), ao afirmar que "os estudantes identificam os elementos essenciais do sistema, descartam detalhes menos relevantes e, por meio da abstração, definem variáveis e funções que representam o funcionamento do protótipo de forma simplificada, organizada e eficaz."

Em síntese, as evidências indicam que a abstração foi mobilizada na seleção de informações relevantes, na definição de variáveis essenciais e na representação simplificada do funcionamento dos protótipos. Desse modo, esse pilar contribuiu para a modelagem de problemas e para a articulação entre Matemática, programação e robótica educacional.

4.2.4.2 Unidade de Sentido "Decomposição"

A unidade de sentido "Decomposição" emergiu da análise dos códigos, dos questionários respondidos pelos estudantes e dos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa. A Figura 51 apresenta um esquema representativo da articulação entre essa unidade de sentido e a categoria analítica à qual se vincula, evidenciando seu papel estruturante no desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Figura 51: Unidade de Sentido Decomposição



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Ao desenvolver atividades e projetos de robótica educacional, observa-se que os estudantes são mobilizados a decompor problemas mais amplos e complexos em partes menores

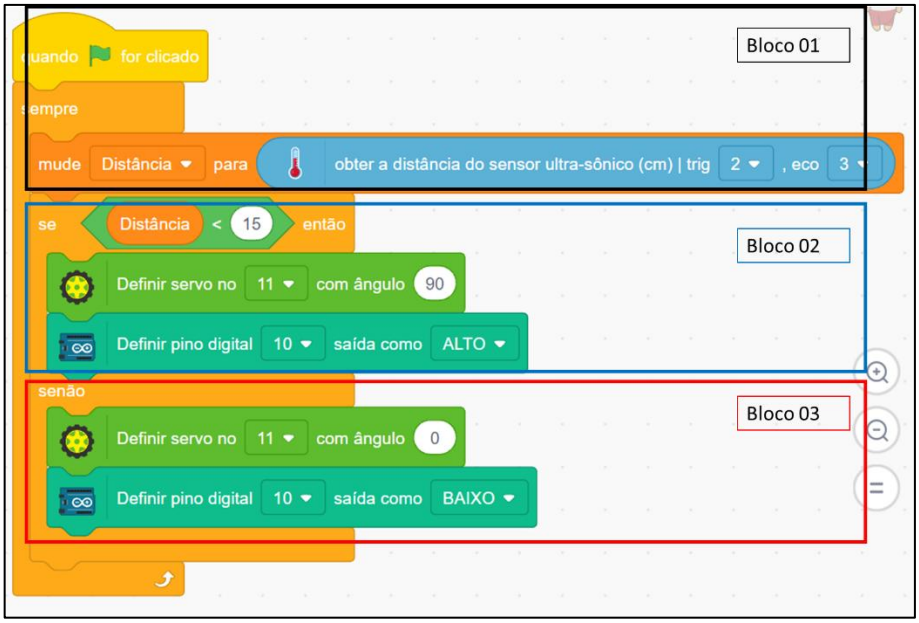
e gerenciáveis, favorecendo sua compreensão, organização e resolução. Evidências dessa mobilização do pilar da decomposição manifestam-se, sobretudo, na modularização dos algoritmos responsáveis pelo funcionamento dos protótipos, como se exemplifica no algoritmo apresentado na Figura 52.

Conforme se pode observar, o algoritmo encontra-se estruturado em três blocos fundamentais, sendo elaborado para o funcionamento de uma chancela eletrônica composta por sensor ultrassônico e servomotor. O primeiro bloco corresponde à etapa de inicialização, na qual são definidas as instruções iniciais do sistema, incluindo a leitura do sensor ultrassônico. Trata-se de um conjunto de comandos executados uma única vez, indispensáveis para o correto funcionamento do sistema.

O segundo bloco, inserido em um laço de repetição, contempla a lógica operacional do protótipo. Nele, o acionamento do servomotor (pino 11) ocorre de forma condicionada à leitura do sensor ultrassônico. Quando a distância detectada é inferior a 15 centímetros, interpreta-se a aproximação de um veículo, ocasionando a abertura da chancela e a liberação da passagem.

Por fim, o terceiro bloco corresponde à condição de estado inicial do sistema, garantindo que, na ausência de detecção de proximidade, a chancela permaneça fechada. Essa organização evidencia a decomposição do problema em etapas funcionais distintas, permitindo aos estudantes estruturar a solução de forma lógica, sequencial e eficiente, característica central do desenvolvimento do pensamento computacional.

Figura 52: código do projeto chancela eletrônica



Fonte: arquivo próprio (2024)

Os algoritmos desenvolvidos nos demais projetos também evidenciam, em diferentes níveis, a modularização da programação, isto é, a decomposição dos problemas em unidades estruturadas. Para além do âmbito da codificação, tal habilidade manifestou-se de forma mais abrangente nas etapas de planejamento e organização das tarefas.

Considerando que os projetos foram desenvolvidos em duplas e/ou trios, observou-se, nas interações entre os estudantes, a recorrente divisão do trabalho em partes menores, possibilitando a execução segmentada das atividades e tornando o processo mais organizado e gerenciável. De modo geral, as principais etapas envolveram a construção dos protótipos, a montagem dos circuitos eletrônicos e a programação na plataforma PictoBlox.

Tal dinâmica converge com a compreensão de Liukas (2015), para quem a decomposição consiste no processo de fragmentar problemas complexos em partes menores e mais manejáveis, favorecendo sua compreensão e resolução, princípio que a autora exemplifica em situações cotidianas, como a organização de refeições, a execução de receitas culinárias e a estruturação de fases em jogos.

À medida que surgiam dificuldades em determinadas fases, estas eram novamente decompostas em sub etapas ainda mais específicas, favorecendo o controle e a resolução dos problemas identificados. Ademais, essa análise é corroborada pelas percepções dos próprios

estudantes acerca do processo de decomposição, conforme evidenciado nas falas apresentadas a seguir.

> *ALUNA 06: Ele facilita porque a gente pode dividir também os trabalhos. Como a gente pode ver quem é melhor em uma coisa, qual é o melhor na outra.* (Questionário entrevista 3)
> *ALUNA 06:É que cada uma foi muito melhor em cada coisa, eu era boa em medir e reescrever, na verdade, e ela cortava, então seria muito mais fácil fazer o projeto em si.* (Questionário entrevista 3)
> *ALUNA 07:Dividir as partes, quem é melhor em quem.* (Questionário entrevista 3)

Esses relatos reforçam a importância da decomposição como uma habilidade fundamental do pensamento computacional, especialmente no contexto do trabalho colaborativo, ao possibilitar a divisão de tarefas de acordo com as potencialidades individuais dos estudantes.

No primeiro excerto, a aluna 06 destaca que a decomposição contribui para a organização do trabalho em grupo, ao permitir a divisão das atividades com base nas habilidades de cada integrante. Essa percepção evidencia que, ao fragmentar o problema em partes menores, os estudantes conseguem distribuir responsabilidades de maneira mais eficiente, favorecendo a execução do projeto.

No segundo excerto, também da aluna 06, observa-se uma exemplificação concreta dessa divisão, na qual cada participante assume funções específicas como medir, reescrever ou cortar, tornando o desenvolvimento do projeto mais ágil e estruturado. Tal relato evidencia como a decomposição não apenas simplifica o problema, mas também potencializa a cooperação entre os membros do grupo.

No terceiro excerto, a aluna 07 reafirma essa perspectiva ao mencionar a importância de “dividir as partes” e reconhecer as competências individuais, o que reforça a ideia de que a decomposição está diretamente relacionada à organização do trabalho e à otimização das ações realizadas.

Tais observações corroboram as afirmações de Pires (2024, p. 182), ao relatar que “a mobilização da habilidade de decomposição pode ser observada na modularização dos algoritmos de programação dos projetos de robótica. [...] Tais dados evidenciam a compreensão dos estudantes acerca desse pilar do pensamento computacional e sua aplicação prática em diferentes situações, ressaltando a importância do pensamento reflexivo, da resolução de

problemas e da compreensão de conceitos como habilidades valiosas e aplicáveis em diversas áreas da vida.”

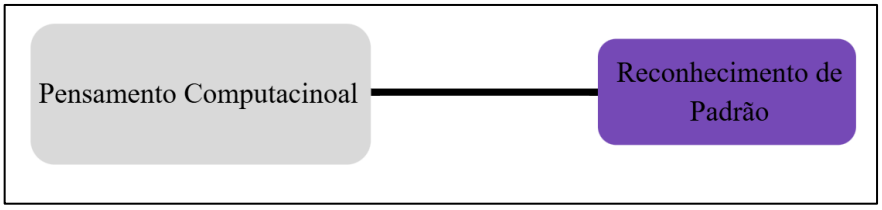
Em síntese, os dados analisados evidenciam que os estudantes compreendem a decomposição não apenas como uma estratégia cognitiva voltada à resolução de problemas complexos, mas também como um recurso organizacional mobilizado no trabalho coletivo. Nesse processo, destacam-se a divisão de tarefas, o reconhecimento das potencialidades individuais e a colaboração entre os integrantes dos grupos, elementos que favoreceram o desenvolvimento das atividades de maneira mais articulada.

Desse modo, conclui-se que a decomposição contribuiu de forma significativa para a resolução de problemas nos projetos de robótica educacional, tornando-a mais eficiente, estruturada e participativa.

4.2.4.3 Unidade de Sentido “Reconhecimento de Padrão”

A unidade de sentido “Reconhecimento de Padrões” emergiu da análise dos códigos, dos questionários respondidos pelos estudantes e dos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa. A Figura 53 apresenta um esquema representativo da articulação entre essa unidade de sentido e a categoria analítica à qual se vincula, evidenciando seu papel estruturante no desenvolvimento do Pensamento Computacional.

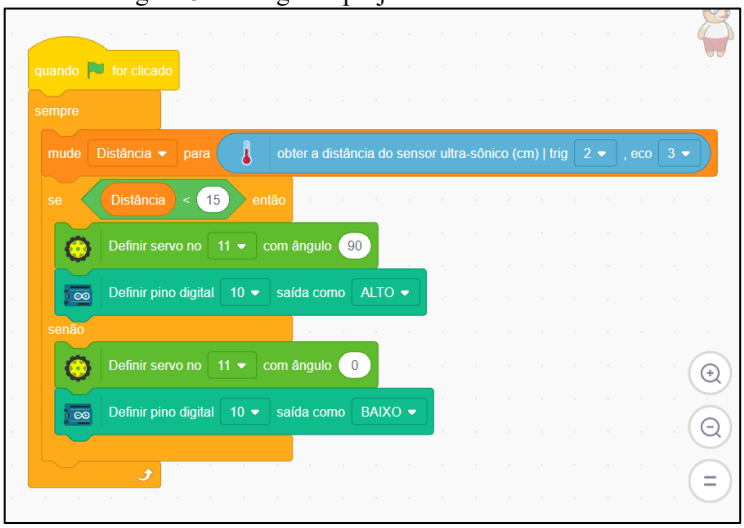
Figura 53: Unidade de sentido "Reconhecimento de Padrão"



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Nos projetos de robótica educacional desenvolvidos com os estudantes, utilizando a plataforma PictoBlox e a placa Arduino Uno, foram identificadas situações em que o reconhecimento de padrões foi mobilizado. Destacam-se os momentos de programação dos sistemas robóticos, nos quais se observou a reutilização de estruturas e lógicas de projetos anteriores, evidenciando regularidades nas soluções implementadas, como no código da Figura 36, referente ao projeto de chancela eletrônica.

Figura 54: código do projeto chancela eletrônica



Fonte: arquivo próprio (2024)

O código apresentado na Figura 54, referente ao projeto de chancela eletrônica, evidencia a utilização de similaridades com os projetos Volume Dinâmico (subseção 4.1.5) e Braço Reflexivo (subseção 4.1.4), descritos na Seção 4.1. Tal aspecto demonstra que os estudantes não apenas assimilaram os conceitos de programação, mas também foram capazes de identificar padrões e replicá-los na elaboração de soluções para o projeto proposto pelo grupo.

Figura 55: Parte do código do projeto Volume Dinâmico e Garra Dinâmica



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

Nesse contexto, o reconhecimento de padrões manifestou-se como um elemento estruturante no processo de aprendizagem, ao possibilitar que os estudantes identifiquem regularidades entre diferentes situações e mobilizaram conhecimentos previamente construídos na elaboração de novas soluções.

A reutilização de estruturas de programação, observada no projeto de chancela eletrônica em articulação com os projetos Volume Dinâmico e Braço Reflexivo, evidencia a capacidade dos alunos de estabelecer conexões entre diferentes experiências, reconhecendo similaridades e generalizando procedimentos.

Tal movimento alinha-se à competência 5, na medida em que os estudantes investigam e formulam conjecturas a partir da observação de padrões, utilizando recursos como o PictoBlox e a placa Arduino Uno. Ao validarem seus algoritmos por meio da experimentação, avançam em direção a uma formalização progressiva, fundamentando suas soluções em relações lógicas e matemáticas.

Os estudantes também evidenciaram a mobilização do reconhecimento de padrões no momento de escolha do projeto final. No corpus da pesquisa, especificamente nos registros provenientes da roda de conversa, observou-se que, ao responderem à questão "o que inspirou a escolha dos componentes e do projeto?", emergiram indícios claros desse processo.

> *ALUNA 07: É também porque a gente já sabia mexer com os projetos, geralmente os materiais, então seria bem mais fácil a gente fazer um projeto que a gente saiba do que fazer um que a gente não saiba.* (Entrevista 3)
> *Aluno 03: [...]Que a programação também seria fácil, que as coisas a gente pesquisou, eu pesquisei em casa também[...].* (Entrevista 1)
> *Aluno 01: A nossa inspiração foi a utilidade, né? Uma coisa bem útil no dia a dia.* (Entrevista 2)

Esses relatos evidenciam a mobilização do reconhecimento de padrões no processo de tomada de decisão dos estudantes, especialmente na escolha do projeto final. No primeiro excerto, a aluna 07 destaca a preferência por utilizar materiais e estruturas já conhecidos, o que indica a identificação de regularidades em experiências anteriores e sua aplicação em novas situações.

De modo semelhante, o aluno 03 evidencia a antecipação de facilidades na programação com base em conhecimentos prévios e em pesquisas realizadas, reforçando a ideia de reutilização de padrões já consolidados. Por sua vez, o aluno 01 amplia essa compreensão ao relacionar a escolha do projeto à sua utilidade prática, o que também pode ser interpretado como um reconhecimento de padrões vinculados a situações do cotidiano.

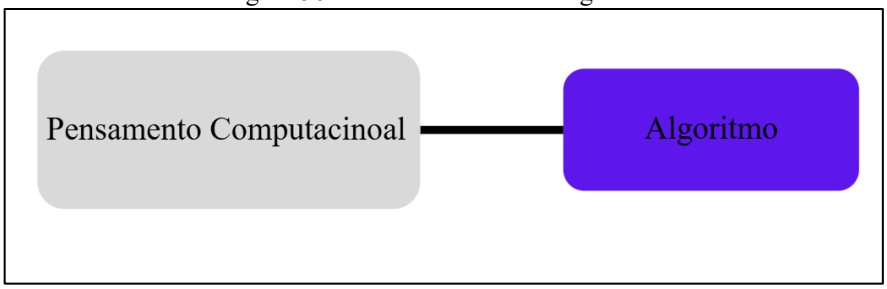
Assim, os dados indicam que os estudantes recorrem a experiências anteriores, identificam similaridades e utilizam essas referências como base para orientar suas decisões,

evidenciando o reconhecimento de padrões como estratégia cognitiva no desenvolvimento dos projetos.

4.2.4.4 Unidade de Sentido “Algoritmo”

A unidade de sentido “Algoritmos” emergiu da análise dos códigos, dos questionários respondidos pelos estudantes e dos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa. A Figura 56 apresenta um esquema representativo da articulação entre essa unidade de sentido e a categoria analítica à qual se vincula, evidenciando seu papel estruturante no desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Figura 56: Unidade de sentido Algoritmo



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

O pilar algoritmo estabelece uma relação direta com a competência 3 da BNCC, uma vez que envolve a organização de procedimentos lógicos e sequenciais para a resolução de problemas em diferentes contextos. Ao elaborar algoritmos, os estudantes mobilizam estratégias, conceitos e definições matemáticas para estruturar soluções, interpretando situações e construindo modelos que representem o problema proposto.

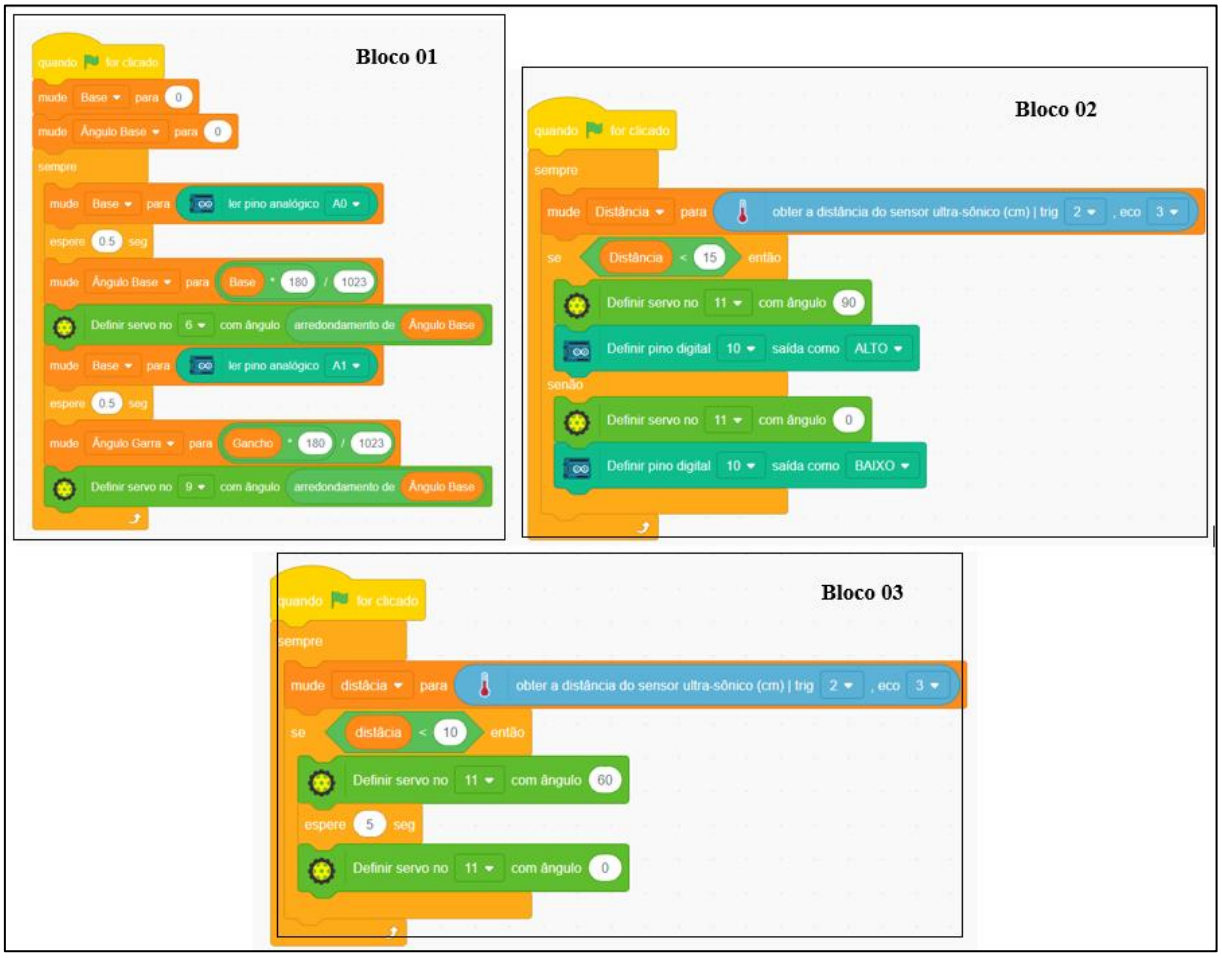
Nesse processo, a definição de etapas ordenadas, a utilização de variáveis e a análise das condições de execução permitem não apenas a implementação da solução, mas também a verificação de sua coerência e eficiência. Assim, ao testar e validar seus algoritmos, os estudantes analisam a plausibilidade dos resultados obtidos e a adequação das soluções propostas, desenvolvendo uma argumentação consistente fundamentada em relações lógico-matemáticas.

Os projetos de robótica educacional desenvolvidos com a plataforma PictoBlox e a placa Arduino Uno favoreceram, de maneira significativa, a construção e a compreensão de algoritmos pelos estudantes. Em consonância com a concepção de algoritmo como um conjunto estruturado de passos para a resolução de problemas, observou-se que, ao programar sistemas

robóticos, os alunos organizaram suas soluções em etapas sequenciais, envolvendo a leitura de sensores, a tomada de decisões com base nessas leituras e a execução de ações correspondentes.

Nesse contexto, o PictoBlox mostrou-se um recurso acessível, cuja interface em blocos favoreceu a compreensão da lógica de programação sem exigir domínio de sintaxe. Na Figura 57, apresenta-se parte da codificação elaborada por uma dupla, evidenciando a aplicação desses algoritmos no projeto final.

Figura 57: Códigos dos projetos finais elaborados pelos alunos



Fonte: arquivo pessoal do autor (2024)

A análise dos códigos produzidos no projeto final referentes ao guindaste (Bloco 01), à chancela eletrônica (Bloco 02) e à garagem automatizada (Bloco 03) evidencia de forma articulada, a mobilização do pilar Algoritmos, conforme discutido por Brackmann (2017), Liukas(2015) e outros pesquisadores do pensamento computacional. Em todos os projetos, os estudantes demonstraram a capacidade de estruturar sequências lógicas e ordenadas de

instruções, integrando entradas, processamento e saídas, o que consolida a compreensão de algoritmo como um conjunto organizado de passos para resolução de problemas concretos.

No Bloco 01, referente ao guindaste, observa-se um nível mais elaborado de construção algorítmica, uma vez que os alunos utilizaram dois potenciômetros para controlar, de forma proporcional, dois servomotores. Esse processo envolveu a leitura de valores analógicos, sua conversão em ângulos e a sincronização dos movimentos, evidenciando a articulação entre conceitos matemáticos e computacionais.

Tal estrutura demonstra não apenas a execução sequencial de comandos, mas a compreensão de como dados contínuos podem ser transformados em ações mecânicas, caracterizando um algoritmo dinâmico e interativo. Nos Blocos 02 e 03, correspondentes à chancela eletrônica e à garagem automatizada, destaca-se o uso de estruturas condicionais associadas ao sensor ultrassônico.

Os estudantes elaboraram algoritmos capazes de tomar decisões com base na distância detectada, acionando servomotores e pinos digitais conforme critérios previamente estabelecidos. A lógica “se... então... senão” evidencia a compreensão de fluxos decisórios, permitindo que os sistemas respondessem automaticamente a estímulos do ambiente, característica fundamental de algoritmos aplicados a sistemas embarcados.

De modo transversal aos três projetos, observa-se a utilização de estruturas fundamentais da programação, como laços de repetição (“sempre”), variáveis para armazenamento e manipulação de dados e comandos de temporização (“espere”).

Esses elementos indicam que os alunos compreenderam a necessidade de monitoramento contínuo das entradas, bem como o controle do tempo de execução das ações, aspectos essenciais para o funcionamento em tempo real dos sistemas desenvolvidos. Ademais, a presença de ajustes nos valores, calibração de sensores e organização lógica dos blocos sugere um processo iterativo de refinamento dos algoritmos. Esse movimento de testar, identificar inconsistências e reorganizar instruções evidencia que os estudantes avançaram para além da execução mecânica, desenvolvendo estratégias de otimização e validação de suas soluções.

A análise dos códigos evidencia que os estudantes desenvolveram algoritmos cada vez mais complexos e funcionais, evoluindo de controles simples para sistemas automatizados com tomada de decisão. Esse processo reforça o potencial da robótica educacional com PictoBlox e Arduino no desenvolvimento do pensamento computacional.

4.2.5 Robótica Educacional, Ensino de Matemática e Pensamento Computacional: potencialidades e desafios

A articulação entre Robótica Educacional (RE), ensino de Matemática e Pensamento Computacional (PC) constitui, conforme discutido ao longo desta dissertação, um campo de investigação em expansão acelerada tanto na produção acadêmica brasileira quanto na internacional. Compreender essa tríade não apenas como uma convergência tecnológica, mas como uma proposta pedagógica com implicações concretas sobre as experiências de aprendizagem dos estudantes, exige que a discussão teórica seja permanentemente tensionada pelos dados empíricos produzidos no contexto da pesquisa.

É precisamente esse movimento de articulação entre teoria e prática que orienta a presente seção. Nesse sentido, as evidências apresentadas pela literatura são colocadas em diálogo com os dados produzidos nesta pesquisa, buscando compreender de que modo as potencialidades e os desafios descritos por outros pesquisadores se manifestam no contexto investigado.

Um dos aspectos mais consistentemente apontados pela literatura sobre robótica educacional é o seu potencial de promover engajamento genuíno dos estudantes em relação às atividades de aprendizagem. Marassi e Piasson (2025), investigando o uso do PictoBlox e do Arduino em contexto semelhante ao desta pesquisa, identificaram que os projetos de robótica despertaram nos estudantes um interesse ativo e autônomo pela resolução de problemas, contrastando com a postura mais passiva frequentemente observada em aulas de caráter exclusivamente expositivo.

Essa constatação é corroborada pelas falas dos estudantes participantes desta pesquisa. Durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 02), ao serem questionados sobre a preferência entre aulas teóricas e trabalho com projetos, as respostas foram inequívocas: “Projetos”, afirmou o Aluno 01, ao que o Aluno 02 complementou “por ser mais práticos”. O Aluno 02 foi ainda mais enfático ao avaliar a experiência de forma ampla: “Achei interessante, muito interessante os projetos da escola.”

Essa preferência pela dimensão prática e investigativa da aprendizagem não deve ser lida apenas como uma manifestação de preferência pessoal ou de aversão ao esforço cognitivo da teoria. Ao contrário, ela evidencia o que Papert (1980) já identificava como o poder mobilizador da construção de artefatos concretos: quando o estudante tem diante de si um objeto

que ele mesmo projeta, programa e testa, o problema a resolver deixa de ser abstrato e passa a ser real, situado e dotado de sentido.

Esse deslocamento da posição do estudante de receptor passivo para construtor ativo é, na perspectiva construcionista, a condição fundamental para que aprendizagens significativas ocorram.

Ferreira (2024), ao investigar o PC em uma disciplina eletiva de robótica nos anos finais do Ensino Fundamental, identificou movimento semelhante: a construção de protótipos de autoria própria revelou manifestações do PC que dificilmente seriam identificadas em atividades convencionais de sala de aula, precisamente porque o caráter construtivo e autoral da atividade colocava os estudantes em posição de genuína agência cognitiva.

Gesser (2022), em revisão sistemática sobre o estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de Matemática, corrobora essa perspectiva ao identificar que as investigações mais robustas do campo são precisamente aquelas que exploram a robótica não como recurso auxiliar, mas como cenário investigativo no qual o raciocínio matemático e o computacional se desenvolvem de forma simultânea e mutuamente dependente.

A dimensão colaborativa do trabalho com projetos de robótica emergiu com força expressiva nos dados empíricos desta pesquisa, revelando-se tanto como potencialidade pedagógica quanto como espaço de desenvolvimento de habilidades que transcendem o domínio técnico da programação.

O Aluno 02 (arquivo Entrevista 02) descreveu com clareza a dinâmica estabelecida entre os pares: “A gente normalmente trabalhava junto. Um dava suporte e o outro fazia.” Essa divisão espontânea de papéis dentro do grupo em que um estudante assume a execução técnica enquanto o outro oferece suporte, observação e eventual correção é, do ponto de vista do desenvolvimento do PC, particularmente significativa. Ela corresponde ao que Brennan e Resnick (2012) denominam práticas computacionais de colaboração, que incluem a capacidade de compartilhar responsabilidades, depurar o trabalho do colega e construir soluções de forma distribuída.

Quando questionados, durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 02), especificamente sobre se o trabalho em grupo havia facilitado ou dificultado o entendimento dos projetos, os estudantes foram assertivos. O Aluno 01 respondeu que “facilitou”, e o Aluno

02 confirmou: "Facilitou, mas dependendo do grupo pode acabar não ajudando tanto. Mas, na minha opinião, na minha experiência, facilitou."

Essa ressalva do Aluno 02 é particularmente reveladora de uma compreensão reflexiva e madura sobre as condições que tornam a colaboração efetiva, e dialoga com o que Chevalier et al. (2022) apontam em estudo publicado na revista Computers & Education: a qualidade das interações entre pares durante as atividades de robótica educacional depende diretamente da mediação pedagógica do professor, que deve criar condições para que a colaboração seja substantiva e não meramente operacional.

Quando o professor não está presente para mediar os momentos de conflito ou de divisão ineficiente de tarefas, como o episódio narrado pelo entrevistador sobre o desacordo durante os recortes, a colaboração pode se tornar fonte de tensão em vez de potencializadora da aprendizagem.

Ainda assim, o fato de os estudantes terem conseguido negociar suas diferenças e concluir os projetos evidencia o desenvolvimento de competências socioemocionais que, embora não sejam o foco central da proposta pedagógica investigada, são indissociáveis do processo de aprendizagem por projetos.

A potencialidade da robótica educacional como contexto de aprendizagem também se manifestou, de forma especialmente rica, nas expressões de interesse genuíno dos estudantes em relação aos componentes eletrônicos e às funções dos artefatos construídos. A Aluna 06, durante a roda final de conversa (arquivo Entrevista 03) demonstrou entusiasmo ao relatar sua percepção sobre a programação: “Eu achei muito interessante de como a gente consegue fazer a programação e consegue fazer com que ele mexa ou ele já detecta de uma hora a outra.”

Essa fala é reveladora de um processo de abstração em curso: a estudante não apenas observou que o sensor funcionou, mas demonstrou o início de uma compreensão sobre a relação causal entre a instrução programada e a resposta física do artefato o que corresponde, no vocabulário do PC, ao desenvolvimento da habilidade de abstração, descrita por Brackmann (2017) como a capacidade de identificar o que é essencial em um problema, separando-o de seus aspectos secundários.

Em outras palavras, a estudante começou a perceber que por trás do movimento físico do componente existe uma estrutura lógica de instruções que ela mesma é capaz de construir e

modificar, e essa percepção é, epistemologicamente, uma das mais transformadoras que a robótica educacional pode proporcionar.

De forma ainda mais específica, ainda na roda de conversa final (arquivo Entrevista 03) a Aluna 07 demonstrou interesse pelo sensor ultrassônico, descrevendo sua função com precisão conceitual: “ele media a distância entre o objeto e o outro.” Já a Aluna 06 descreveu o funcionamento do servomotor de maneira que evidencia compreensão de lógica condicional: “ele faz com que pode abrir ou fechar qualquer coisa, mas também precisa do servomotor para isso, para ele detectar e abrir ou fechar.”

Essa descrição, ainda que informal e sem o uso de terminologia técnica especializada, articula implicitamente a lógica de entrada-processamento-saída que fundamenta o pensamento algorítmico; o que corresponde ao pilar de construção de algoritmos descrito por Liukas (2015) e BBC Learning (2015).

Gesser (2022) identificou justamente esse tipo de manifestação como um dos principais ganhos cognitivos produzidos pela robótica educacional no ensino de Matemática: o desenvolvimento da capacidade de descrever relações de causa e efeito em linguagem próxima à lógica algorítmica, mesmo quando os estudantes ainda não dominam a terminologia formal da área.

Kaminski (2023) complementa essa perspectiva ao demonstrar que o PC e o raciocínio matemático se interpenetram de forma produtiva nesse tipo de atividade, uma vez que descrever o funcionamento de um sensor exige operações cognitivas como a decomposição do problema em etapas, o reconhecimento de padrões de comportamento do componente e a abstração da relação entre variáveis físicas e instruções lógicas que correspondem simultaneamente a habilidades matemáticas e computacionais.

Um aspecto potencializador que merece destaque específico é a capacidade demonstrada pelos estudantes de identificar e resolver de forma relativamente autônoma os problemas encontrados durante a execução dos projetos. A Aluna 06 (arquivo Entrevista 03) relatou com naturalidade: “A gente teve um probleminha lá na programação, mas aí a gente conseguiu fazer e terminou o projeto.”

Essa fala, aparentemente simples, contém uma riqueza analítica que não deve ser subestimada. Ela indica que o erro de programação foi identificado e corrigido pelo próprio

grupo, sem que o relato revele a necessidade de intervenção direta e imediata do professor para a resolução do impasse.

Esse processo corresponde ao que Brennan e Resnick (2012) descrevem como a prática de depuração, uma das mais importantes competências computacionais que os estudantes podem desenvolver por meio da robótica, pois exige que identifiquem onde está o erro, formulem hipóteses sobre suas causas, testem soluções alternativas e avaliem os resultados.

A persistência implícita na narrativa da estudante "conseguimos fazer e terminar o projeto" é também evidência do desenvolvimento do que a literatura denomina resiliência computacional: a capacidade de manter o engajamento produtivo diante de obstáculos técnicos, em vez de abandonar o problema ou aguardar passivamente pela solução do professor.

Essa dimensão atitudinal do PC é sublinhada por Merino-Armero, González-Calero e Cózar-Gutiérrez (2022) como um dos resultados mais relevantes, e mais difíceis de mensurar, das intervenções de robótica educacional na Educação Básica. O primeiro e mais recorrente conjunto de dificuldades relatadas pelos estudantes refere-se às conexões físicas do Arduino, especificamente, à memorização das entradas e das portas do hardware.

Durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 02), o Aluno 02 relatou sentir-se "confuso por conta das entradas", mencionando explicitamente a dificuldade de decorar o GND e os demais pinos da placa. O Aluno 01 confirmou essa percepção com uma formulação precisa: "As conexões ficou difícil. A gente fez as conexões por causa de memorizar os lugares de colocar tudo. Mas de resto, bem tranquilo."

Essa dificuldade, aparentemente de ordem técnica e até trivial, revela na verdade um desafio cognitivo mais profundo do que pode parecer à primeira vista. Conectar fisicamente os componentes ao Arduino exige que o estudante compreenda a diferença entre entradas analógicas e digitais, identifique o pino de alimentação (VCC) e o terra (GND), e relacione esse esquema físico ao bloco de programação correspondente no PictoBlox.

Em outras palavras, exige a mobilização simultânea dos pilares de abstração, como compreender que cada pino representa uma função lógica, e de decomposição, como separar o circuito em partes identificáveis e conectá-las individualmente. Quando essa compreensão ainda está em construção, a tendência natural dos estudantes é recorrer à memorização como estratégia de compensação, o que é uma resposta adaptativa legítima, mas que pode indicar que

a transição entre a familiarização com o hardware e a execução autônoma dos projetos ocorreu de forma mais rápida do que o tempo cognitivo de assimilação dos estudantes demandaria.

Esse achado dialoga diretamente com o que Chevalier et al. (2022) demonstraram em relação à estruturação das etapas de aprendizagem com robótica: intervenções organizadas em fases progressivas: introdução conceitual dos componentes, familiarização prática com o hardware e, apenas então, resolução autônoma de problemas tendem a produzir resultados mais consistentes no desenvolvimento do PC do que aquelas que introduzem hardware e programação de forma simultânea e imediata.

A dificuldade relatada pelos Alunos 01 e 02 sugere que a fase de familiarização com as conexões físicas do Arduino poderia ter se beneficiado de maior tempo dedicado à exploração livre do hardware antes da execução dos projetos, permitindo que os estudantes construíssem uma representação mental mais sólida das funções de cada componente antes de precisar aplicá-las sob a pressão da execução.

Campos (2017) já alertava, nesse sentido, para o risco de sequências didáticas que subestimam o tempo necessário para que os estudantes desenvolvam fluência mínima com os recursos tecnológicos antes de utilizá-los como ferramentas de resolução de problemas.

Um segundo conjunto de dificuldades identificado nos dados empíricos diz respeito às etapas de trabalho manual envolvidas na construção dos protótipos: recortes, medições, colagens e soldagens. Ainda na roda de conversa (arquivo Entrevista 02), o Aluno 03 relatou ter se queimado ao manusear a cola quente durante a construção.

Embora o entrevistador tenha registrado a situação de forma leve, ela não é pedagogicamente irrelevante: o manuseio de ferramentas como pistolas de cola quente, cabos e conectores exige habilidades motoras e conhecimentos de segurança que nem sempre fazem parte do repertório prévio dos estudantes, e que precisam ser considerados no planejamento das atividades.

É interessante observar, no entanto, que o Aluno 04, durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 01), quando questionado sobre o que havia achado difícil, respondeu com descontração: “Não achei nada muito difícil” o que sugere variações individuais significativas na percepção das dificuldades, possivelmente relacionadas a experiências prévias com atividades manuais ou à maior familiaridade de alguns estudantes com ferramentas de construção.

Durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 03) a Aluna 06 relatou: “A gente teve um probleminha lá na programação, mas aí a gente conseguiu fazer e terminou o projeto.” Embora essa fala evidencie, como discutido na seção anterior, uma capacidade de resolução autônoma de problemas, ela também revela que a programação no PictoBlox não é uma atividade isenta de obstáculos, especialmente quando se trata de integrar blocos de programação ao comportamento físico de componentes como sensores e motores.

Essa dificuldade específica é apontada por Merino-Armero, González-Calero e Cózar-Gutiérrez (2022) como uma das mais comuns em intervenções de robótica educacional que utilizam plataformas de programação visual em blocos: os estudantes tendem a dominar a lógica básica de sequenciamento de blocos com relativa facilidade.

No entanto, encontram dificuldades significativas quando precisam integrar essa lógica ao comportamento de hardware físico, pois isso exige não apenas compreensão da sintaxe da plataforma, mas também uma abstração das propriedades físicas dos componentes, o que representa um nível de complexidade cognitiva substancialmente maior.

Brennan e Resnick (2012) oferecem uma lente analítica útil para compreender esse momento: a dificuldade com a programação pode ser lida como manifestação de um processo em curso de desenvolvimento dos conceitos computacionais de condicional, de paralelismo e de eventos, conceitos que, na plataforma PictoBlox, estão representados em blocos visuais, mas que exigem do estudante uma compreensão lógica que vai além do simples encaixe de peças.

Outro aspecto significativo identificado no eixo referente das dificuldades emergiu da análise dos dados empíricos refere-se às condições de infraestrutura tecnológica disponíveis na escola. A Aluna 07 durante a roda de conversa final (arquivo Entrevista 03) relatou que os computadores disponíveis eram “mais antigos” e “não têm uma potência boa para funcionar”, o que provocava desconexões do Arduino durante as atividades.

A Aluna 06 complementou mencionando os problemas com a conexão à internet. Esse relato é particularmente importante porque revela uma dimensão do desafio da robótica educacional que não pode ser atribuída nem à ferramenta pedagógica nem ao estudante, mas às condições estruturais nas quais a atividade se insere.

Santos e Oliveira (2025) identificaram, em pesquisa conduzida com 42 professores da Educação Básica do Espírito Santo, que a infraestrutura foi apontada como o principal entrave à implementação sustentável da RE nas escolas públicas brasileiras à frente da formação

docente, da organização curricular e da validação institucional da robótica como prática pedagógica.

Os dados desta pesquisa confirmam, agora pela voz dos próprios estudantes, que esse entrave é real, concreto e interfere diretamente na qualidade da experiência de aprendizagem. Quando o Arduino desconecta no meio de uma atividade porque o computador não tem processamento suficiente, o estudante é forçado a interromper seu processo cognitivo, reiniciar conexões, verificar se o código foi salvo e retomar do ponto onde estava, o que consome tempo pedagógico precioso e pode fragmentar justamente aqueles momentos de concentração em que os pilares do PC estão sendo mais intensamente mobilizados.

Campos (2017) alertava para esse risco ao argumentar que a ausência de políticas consistentes de manutenção e atualização do parque tecnológico das escolas públicas constitui um obstáculo estrutural ao qual nenhuma metodologia de ensino, por mais bem fundamentada que seja, consegue responder de forma isolada.

A dimensão da equidade de acesso, frequentemente omitida nos estudos internacionais sobre robótica educacional que costumam ser conduzidos em contextos de maior disponibilidade de recursos, emerge com força nos dados desta pesquisa como uma variável que condiciona de forma decisiva os resultados pedagógicos alcançáveis.

A análise conjunta das potencialidades e dos desafios identificados nos dados empíricos desta pesquisa permite uma problematização mais precisa das promessas que a literatura sobre robótica educacional frequentemente enuncia.

A metanálise de Merino-Armero, González-Calero e Cózar-Gutiérrez (2022) demonstrou que intervenções com programação e robótica produzem efeitos de tamanho grande no desenvolvimento do PC em estudantes da Educação Básica, mas esses efeitos foram medidos em condições que incluíam, na maior parte dos estudos analisados, infraestrutura adequada, formação docente específica e sequências didáticas estruturadas.

Quando um ou mais desses elementos estão ausentes ou comprometidos, como evidenciam os relatos dos estudantes sobre computadores defasados, desconexões do Arduino e dificuldades de memorização das conexões físicas, o potencial pedagógico da ferramenta é necessariamente reduzido, ainda que não eliminado.

Ao mesmo tempo, os dados desta pesquisa também revelam que estudantes podem mobilizar habilidades relevantes do PC: abstração, depuração, colaboração e raciocínio

algorítmico mesmo em condições não ideais, desde que o design pedagógico das atividades seja suficientemente significativo para engajá-los.

A preferência unânime pelos projetos em detrimento das aulas teóricas, o interesse genuíno pelos componentes eletrônicos, a capacidade de descrever relações lógicas de causa e efeito em linguagem informal e a resolução colaborativa dos problemas de programação são evidências de que a combinação PictoBlox/Arduino criou condições pedagógicas que favoreceram o desenvolvimento do PC de maneira contextualizada e motivada.

Ferreira (2024), Kaminski (2023) e Marassi e Piasson (2025) chegaram a conclusões convergentes em seus respectivos contextos de pesquisa, o que sugere que esse padrão: estudantes engajados, com dificuldades pontuais de ordem técnica ou infraestrutural, mas capazes de mobilizar habilidades cognitivas relevantes ao longo dos projetos, pode ser representativo de um perfil mais amplo de experiências com robótica educacional na escola pública brasileira.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as potencialidades e os desafios do uso da robótica educacional, com a placa de prototipagem Arduino Uno e a plataforma de programação visual PictoBlox, nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática e no desenvolvimento do pensamento computacional nos anos finais do Ensino Fundamental.

Para alcançar tal objetivo e responder à questão norteadora que buscou compreender quais contribuições e dificuldades emergem dessa abordagem, para isso foi realizado um experimento de ensino com doze estudantes de uma escola pública do município de Tangará da Serra – MT, sendo concluído por nove participantes.

Em consonância com os objetivos específicos, foram desenvolvidos atividades e projetos de robótica educacional que possibilitaram analisar as contribuições do uso das tecnologias, as percepções dos estudantes sobre o ensino de Matemática e a mobilização das habilidades do pensamento computacional.

Por meio da análise dos dados produzidos, organizados nas categorias “Uso da Placa Arduino Uno e da Plataforma PictoBlox”, “Percepções sobre o ensino de Matemática” e “Habilidades do Pensamento Computacional”, “Robótica Educacional, Ensino de Matemática e Pensamento Computacional: potencialidades e desafios” foi possível identificar avanços significativos no processo de ensino, bem como algumas dificuldades enfrentadas pelos estudantes.

Entre as principais contribuições, destacam-se o protagonismo discente, o trabalho colaborativo e a aplicação prática de conceitos matemáticos em situações contextualizadas. Os estudantes passaram a compreender a Matemática como uma área mais dinâmica, significativa e aplicável, especialmente ao mobilizarem conceitos como equações, proporcionalidade, geometria, estatística e medidas na elaboração de projetos concretos.

Contudo, cumpre ressaltar que tais evidências foram produzidas em um cenário planejado e delimitado para fins investigativos, o qual não contempla integralmente algumas adversidades recorrentes das salas de aula brasileiras, tais como turmas numerosas, por vezes com cerca de 35 estudantes, desafios relacionados à indisciplina e a presença de diferentes perfis de aprendizagem e neurodiversidades, fatores que podem influenciar os resultados obtidos e a implementação de propostas dessa natureza em contextos escolares ampliados.

Além disso, evidenciou-se o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional, com destaque para a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões e a construção de algoritmos, os quais foram mobilizados de forma integrada durante a resolução de problemas.

No entanto, também foram identificadas algumas dificuldades, como a compreensão de conceitos eletrônicos, desafios técnicos relacionados aos componentes e a necessidade de adaptação ao uso das tecnologias, problemas com os computadores e ainda fragilidade nos dispositivos eletrônicos devido a qualidade do material. Tais dificuldades, entretanto, não se configuraram como impeditivos, mas como elementos do próprio processo de aprendizagem, sendo gradualmente superadas com a mediação docente e a prática contínua.

No que se refere ao uso das tecnologias, o PictoBlox mostrou-se acessível e motivador, favorecendo a compreensão da lógica de programação por meio de sua interface em blocos. Já a placa Arduino Uno destacou-se por sua versatilidade, baixo custo e potencial de integração com diferentes componentes, tornando-se uma ferramenta viável para o contexto escolar. A articulação entre essas tecnologias potencializou o desenvolvimento da criatividade, do raciocínio lógico e do pensamento computacional, alinhando-se à perspectiva da BNCC.

A análise dos resultados evidenciou que a robótica educacional teve um impacto positivo na experiência de aprendizagem dos estudantes, proporcionando uma nova perspectiva sobre a Matemática e a programação, percebidas como mais acessíveis, significativas e aplicáveis. Ademais, as habilidades desenvolvidas ao longo do processo contribuem para a formação de estudantes mais críticos, autônomos e preparados para enfrentar desafios contemporâneos.

Enquanto pesquisador e mediador das atividades desenvolvidas, a condução das atividades revelou-se uma experiência formativa e enriquecedora, possibilitando a compreensão das potencialidades e dos desafios dessa abordagem. O vínculo estabelecido com os estudantes e o ambiente colaborativo construído foram elementos fundamentais para o engajamento e a superação das dificuldades ao longo do percurso.

Dessa forma, as reflexões oriundas desta pesquisa contribuem para ampliar as discussões sobre a inserção da robótica educacional no ensino de Matemática, evidenciando sua relevância como estratégia pedagógica alinhada à BNCC e às demandas educacionais contemporâneas. As dificuldades identificadas reforçam a necessidade de planejamento

pedagógico, formação docente, adequação das propostas ao contexto dos estudantes e investimento de equipamentos de ponta.

Por fim, destaca-se a importância de novas investigações que aprofundem essa temática, como estudos de acompanhamento a longo prazo, ampliação para outros contextos educacionais e a análise de sua aplicação em ambientes híbridos ou digitais. Conclui-se que a robótica educacional, aliada ao uso do PictoBlox e da placa Arduino Uno, constitui-se como uma abordagem que pode promover o ensino da Matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional, contribuindo para a formação de sujeitos preparados para os desafios do século atual.

6. REFERÊNCIAS

ALBERTONI, N. R. M. Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24346/2/roboticaensinomatematica.pdf.

ALVES, R. M.; SAMPAIO, F. F.; DA FONSECA ELIA, M. Duinoblocks: desenho e implementação de um ambiente de programação visual para robótica educacional. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 22, n. 3, p. 126, 2014.

ANDRADE, J. W. de. Robótica educacional: uma proposta para a educação básica. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado Profissional — PROFMAT) — Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018.

ARIZA ARIZA, L. G. et al. Relações entre Análise Textual Discursiva e o software ATLAS.ti em interações dialógicas. 2015. Trabalho acadêmico.

BARCELOS, R. J. dos S. O processo de construção do conhecimento de algoritmos com o uso de dispositivos móveis considerando estilos preferenciais de aprendizagem. 2012. Dissertação — UFRGS, 2012. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/80524.

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.

BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

BRACKMANN, C. P. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) — UFRGS, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: MEC/SEB, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

CABRAL, C. P.; PREUSS, E.; PASSERINO, L. Aprendizagem com Robótica Educacional: uma abordagem baseada em problemas. In: *Anais dos Workshops do CBIE*. 2019. p. 682.

CARRAHER, T.; CARRAHER, D.; SCHLIEMANN, A. Na vida dez, na escola zero. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1990.

CARDOSO, C. C.; SANTOS, T. V. dos; MENDONÇA NETO, V. dos S. Pensamento computacional e robótica educacional como metodologia ativa na educação profissional e tecnológica. *Revista Ciências & Ideias*, v. 16, 2025, e25162770. Disponível em: https://doi.org/10.22407/2176-1477/2025.v16.2770.

CORREIA, J. C. C. Project based learning e robótica educativa. 2019. 82 f. Tese (Doutorado em Ensino de Informática) — Universidade de Lisboa, 2019.

COSTA NUNES, M. S.; DOS SANTOS, R. P. O construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxonomia de Bloom. In: *IX ENPEC*. 2013. Disponível em: http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-construcionismo_papert_objeto_de_aprendizagem.pdf.

DA COSTA, N. M. L.; PRADO, M. E. B. B. 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. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1392/918.

DA SILVA, C. R. M.; MELO, L. C.; VERAS, W. A. Pensamento computacional e o ensino da matemática: uma abordagem com o uso das TDICs. *Revista JRG*, v. 7, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.55892/jrg.v7i14.948.

DA SILVA, S. E. R. Uma experiência de ensino de matemática usando robótica educacional. 2023. Dissertação (Mestrado) — UFF, 2023. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/36039/DissertacaoSandraElisaRamalhoDaSilva.pdf.

DE MEDEIROS, L. F.; WÜNSCH, L. P. Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 26, p. 456–480, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.5335/rep.v26i2.8701.

DE SOUZA, M. S. M. X.; DE CASTRO, J. B. O uso da robótica no ensino e na aprendizagem da Matemática: revisão sistemática. *Revista Insignare Scientia – RIS*, v. 5, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n4.12663.

FAZENDA, I. A. A construção de fundamentos a partir de uma prática docente interdisciplinar. In: *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. 1994.

FINO, C. N. Dewey, Papert, Construcionismo e currículo. *(Contra)Tempos de educação e democracia*, p. 21–30, 2017.

FRANCA, D. F. C.; PEREIRA, M. C. C.; GAMA, C. L. G. O uso da robótica pedagógica como tecnologia educacional para o ensino da Matemática. *Ciência é Minha Praia*, v. 2, n. 1, p. 15–21, 2017.

GALVÃO, A. P. et al. Robótica educacional e o ensino de Matemática: experimento educacional no Ensino Fundamental. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) — UFOPA, Santarém, 2018.

GARCIA, M. F.; RABELO, D. F.; SILVA, D. da; et al. Novas competências docentes frente às tecnologias digitais interativas. *Teoria e Prática da Educação*, v. 14, n. 1, p. 79–87, 2011.

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.

GROSS, G. F. S. Cultura digital frente às demandas das escolas do campo: a robótica educacional como possibilidade para o ensino de Matemática. 2020. 155 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) — UTFPR, Curitiba, 2020.

HONDA, F.; PIRES, F.; PESSOA, M.; MAIA, J. Cadê minha pizza? Um jogo para exercitar Matemática e Pensamento Computacional através de grafos. Anais do SBGames (Artigo estendido), p. 876–885, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2022.226057.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION (ISTE). Operational definition of computational thinking. 2021. Disponível em: https://www.iste.org/pt/areas-of-focus/computational-thinking-in-the-classroom.

KALINKE, M. A.; BALBINO, R. O. Lousas digitais e objetos de aprendizagem. In: KALINKE, M. A.; MOCROSKI, L. F. (org.). *A lousa digital e outras tecnologias na educação matemática*. Curitiba: CRV, 2016.

KENSKI, V. M. Tecnologias e ensino presencial e a distância. Campinas: Papirus, 2003.

LIMA, T. C. S. de; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista Katálysis*, v. 10, p. 37–45, 2007.

MAFFI, C. Inserção da robótica educacional nas aulas de Matemática: desafios e possibilidades. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) — PUCRS, Porto Alegre, 2018.

MARÇAL, J. O. M. et al. Inclusão digital de crianças e adolescentes por meio da robótica educacional. In: *III Congresso sobre Tecnologias na Educação*. 2018. Disponível em: http://ceur-ws.org/Vol-2185/CtrlE_2018_paper_70.pdf.

MARQUES, M.; CAVALHEIRO, S.; FOSS, L.; AVILA, C.; BORDINI, A. Uma proposta para o desenvolvimento do pensamento computacional integrado ao ensino de Matemática. *Anais do SBIE*, v. 1, p. 314, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.314.

MARTINEZ ORTIZ, A. Fifth grade students' understanding of ratio and proportion in an engineering robotics program. 2010. Disponível em: https://peer.asee.org/fifth-grade-students-understanding-of-ratio-and-proportion-in-an-engineering-robotics-program.pdf.

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge, 2013.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EduSer – Revista de Educação*, v. 2, n. 2, 2016.

MIRANDA, G. L. Linguagem Logo. *Análise Psicológica*, v. 8, p. 117–120, 1990.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MORETTI, V. F. O pensamento computacional no ensino básico: potencialidades de desenvolvimento com o uso do Scratch. 2019. Trabalho acadêmico. UFRGS. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/199282/001100942.pdf.

MOR, Y.; NOSS, R. Programming as mathematical narrative.International Journal ofContinuing Engineering Education and Life-long Learning, v. 18, n. 2, p. 214–233, 2008.

NAVARRO, E. R. N.; SOUSA, M. do C.; ROLKOUSKI, E. O movimento lógico-histórico do conceito de pensamento computacional. *Obutchénie*, v. 8, p. 1–21, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.14393/OBv8.e2024-32.

NUNES, D. J. Ciência da Computação na Educação Básica. *Revista Gestão Universitária*, 2011. Disponível em: http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/ciencia-da-computacao-na-educacao-basica--3.

OLIVEIRA, A. D. de. Robótica nas aulas de Matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) — UEPB, Campina Grande, 2017.

OLIVEIRA, L. C.; RIBEIRO, L. G. G.; MACHADO, A. F. V. Introdução à lógica de programação utilizando robôs educacionais para crianças do ensino básico. In: *SBGames 2015*

– *Cultura*. 2015. Disponível em: http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/cultura-short/147626.pdf.

OLIVEIRA, J. F.; FERREIRA, A. S. Robótica educacional e sua contribuição para o ensino da Matemática. 2021. Artigo.

PAREDES, H. C.; LOPES, R. M. A importância da programação visual na aprendizagem de conceitos matemáticos. 2020. Artigo.

PAPERT, S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, S.; HAREL, I. Constructionism: research reports and essays, 1985–1990. Norwood, NJ: Ablex, 1991.

PAPERT, S.; RESNICK, M. Technological fluency and the representation of knowledge. Proposal to NSF. MIT Media Lab, 1995.

PEREIRA, J. Metodologia da pesquisa qualitativa: abordagens e ferramentas. São Paulo: Atlas, 2018.

QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F.; SANTOS, M. P. Pensamento computacional, robótica e educação. *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento*, v. 4, n. 1, p. 107–129, 2017.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 26, n. 26, p. 6–20, 2018.

REIS, R. da S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Apropriação das TIC no ensino de ciências: revisão (2007–2016). *RENOTE*, v. 15, n. 2, 2017. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/79232.

RODRIGUES, W. dos S. Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º ano: metodologia LEGO® Zoom Education. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado Profissional) — UNESP, Ilha Solteira, 2015.

RÜEDEL, A. C. et al. Assimilação de conceitos de triângulos e quadriláteros via robótica. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — UPF, 2019.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. Metodologia da pesquisa. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, É. O. et al. Construtivismo e construcionismo no trabalho com robótica educacional. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 9, n. 20, p. 21–39, 2021.

SANTOS, M. E. dos; MENDONÇA, A. P. Aplicação da robótica educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo. *RENOTE*, v. 14, n. 2, 2016.

SANTOS, R.; SILVA, M. A robótica educacional: entendendo conceitos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 13, p. 345–366, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3895/rbect.v13n3.10965.

SARTORELLO, L. B. R. A robótica educacional nos anos iniciais e o desenvolvimento do pensamento computacional. 2023. Dissertação (Mestrado) — UFU, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/40933/1/RoboticaEducacionalAnos%20(1).pdf
.

SCHEFFER, N.; FINN, G.; ZEISER, M. H. Tecnologias digitais na área de Matemática da política educacional da BNCC: reflexões para o ensino fundamental. *ENCITEC*, v. 11, p. 119–131, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.31512/encitec.v11i2.440.

SCHUMACHER BARCELOS, T.; SILVEIRA, I. F. Pensamento computacional e Educação Matemática: relações para o ensino de computação na educação básica. 2012. Disponível em: https://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/wei/artigos/Pensamento%20Computacional%20e%20Educacao%20Matematica%20Relacoes%20para%20o%20Ensino%20de%20Computacao%20na%20Educacao%20Basica.pdf.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *REAMEC*, v. 3, n. 1, p. 87–98, 2015.

SILVA, A. A. R. S. da. Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital. 2010. Trabalho acadêmico. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/14394.

SILVA, L. A.; LEÃO, M. B. C. O software Atlas.ti como re-experimento de ensino para a análise de conteúdo: robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 24, p. 715–728, 2018.

SILVA, R. S. Ensinar Matemática com o uso das tecnologias digitais. In: DA SILVA, R. S.; NOVELLO, T. P.; GAUTÉRIO, V. L. B. (org.). *E-book*. p. 45–56. Disponível em: https://ead-tec.furg.br/images/textos/Livros/Ebook_final.pdf#page=45.

SOBREIRA, E. S. R.; TAKINAMI, O. K.; SANTOS, V. G. dos. Programando, criando e inovando com o Scratch. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: http://www.br-ie.org/pub/index.php/pie/article/view/2592.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: estratégias e questões de formação e avaliação. *Revista e-Curriculum*, 2016. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051.

WALTER, S. A.; BACH, T. M. Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: inovando a análise de conteúdo por meio do Atlas.ti. *Administração: ensino e pesquisa*, v. 16, n. 2, p. 275–308, 2015. DOI: 10.13058/raep.2015.v16n2.236.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008.

WING, J. M. Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, v. 25, n. 2, p. 7–14, 2017.

ZILIO, C. Robótica educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática. 2020. Dissertação (Mestrado) — UFRGS, 2020. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/210389/001115190.pdf.

ZORZO, G.; GASPERI, A. M.; ROSA, L. D. F.; EMMEL, R. As TICs no ensino de Matemática e a problematização do Teorema de Tales em contexto remoto. *ENACED/SIEPEC*, 2020. Disponível em: https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/enacedesiepec/article/view/18788

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2026.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017. DOI: https://doi.org/10.21723/riaee.v12.n4.out./dez.2017.8778. Disponível em: https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778. Acesso em: 10 jun. 2026.

CARATTI, Ricardo Lima; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. O pensamento computacional na visão dos professores da educação básica. Educação em Foco, Juiz de Fora, v. 28, n. 1, 2023. DOI: https://doi.org/10.34019/2447-5246.2023.v28.42061. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/42061. Acesso em: 10 jun. 2026.

GESSER, Gabriel José. Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática. 2022. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/231255. Acesso em: 10 jun. 2026.

PAPERT, Seymour. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

SANTOS, Daniel Moreira dos; OLIVEIRA, Márcia Gonçalves de. Desafios e possibilidades de implementação da Robótica na Educação Básica: discussões em uma formação híbrida de professores. EaD em Foco, v. 15, n. 1, e2544, 2025. DOI: http://dx.doi.org/10.18264/eadf.v15i1.2544. Disponível em: https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/2544. Acesso em: 10 jun. 2026.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC). Diretrizes para o ensino de computação na educação básica. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em: https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica. Acesso em: 10 jun. 2026.

BBC LEARNING. Learning computing for kids: beginner coding resources. 2015. Disponível em: https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1. Acesso em: 10 jun. 2026.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2012, Vancouver, Canadá. *Anais* [...]. Vancouver: AERA, 2012. 25 p. Disponível em: https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf. Acesso em: 10 jun. 2026.

CHEVALIER, Morgane; GIANG, Christian; EL-HAMAMSY, Laila; BONNET, Evgeniia; PAPASPYROS, Vaios; PELLET, Jean-Philippe; AUDRIN, Catherine; ROMERO, Margarida; BAUMBERGER, Bernard; MONDADA, Francesco. The role of feedback and guidance as

intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. Computers & Education, v. 180, 2022. Artigo 104431. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104431.

FERREIRA, Ingrid Oara Lopes. O pensamento computacional em uma disciplina eletiva de robótica. 2024. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, 2024.

KAMINSKI, Márcia Regina. O Pensamento computacional no âmbito da modelagem matemática na perspectiva da aprendizagem significativa. 2023. 245 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

LIUKAS, Linda. Hello Ruby: adventures in coding. New York: Feiwel & Friends, 2015.

MARASSI, Andressa Pires. Robótica educacional com o software PictoBlox e placa Arduino para o desenvolvimento de habilidades da matemática e do pensamento computacional. 2024. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade do Estado do Mato Grosso, Barra do Bugres, 2024.

MARASSI, Andressa Pires; PIASSON, Diego. Desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional por meio da Robótica Educacional com PictoBlox e Arduino. REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura, [s. l.], v. 20, n. 53, 2025. DOI: https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2025.n53.e2025012.id675.

MERINO-ARMERO, José Miguel; GONZÁLEZ-CALERO, José Antonio; CÓZAR-GUTIÉRREZ, Ramón. Computational thinking in K-12 education: an insight through meta-analysis. Journal of Research on Technology in Education, v. 54, n. 3, p. 410-437, 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1870250.

APÊNDICE A - E-BOOK: PICTOBLOX E ARDUINO UNO NA EDUCAÇÃO: PROPOSTAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Nesta seção, apresenta-se o e-book produzido como Produto Educacional decorrente desta pesquisa. O material reúne os projetos desenvolvidos durante o curso de extensão, contemplando os materiais necessários para a construção dos protótipos, bem como orientações e o passo a passo para a realização das programações.

O e-book foi elaborado com o propósito de ampliar e democratizar o acesso ao uso de plataformas de programação visual associadas à Robótica Educacional, oferecendo aos professores possibilidades para sua integração ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Ressalta-se que este material possui finalidade exclusivamente educacional e pedagógica, sem caráter comercial, publicitário ou finalidade de venda, buscando contribuir para a disseminação de práticas que articulem com a Matemática, programação e Robótica Educacional no contexto escolar.

Sobre este caderno

Este material apresenta o ambiente de programação PictoBlox e sua integração com o Arduino Uno por meio de nove projetos educacionais voltados ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional.

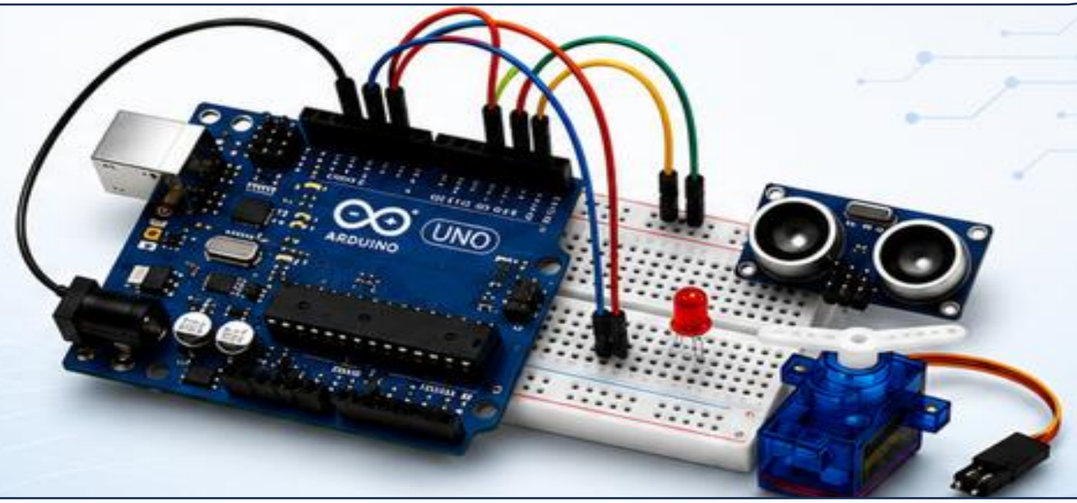
As propostas foram elaboradas a partir de uma pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UNEMAT, oferecendo possibilidades pedagógicas para a utilização da robótica educacional em contextos escolares.



UNEMAT
Universidade do Estado de Mato Grosso
Carlos Alberto Reyes Maldonado

PPGECM
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática - UNEMAT

PictoBlox e Arduino Uno na Educação: Propostas para o Ensino de Matemática e o Desenvolvimento do Pensamento Computacional



Autor: Marcelo Lima Portela
Orientador: Prof. Dr. Diego Piason
Linha 2: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática

Barra do Bugres – MT, 2026

SOBRE O E-BOOK

APRESENTÇÃO

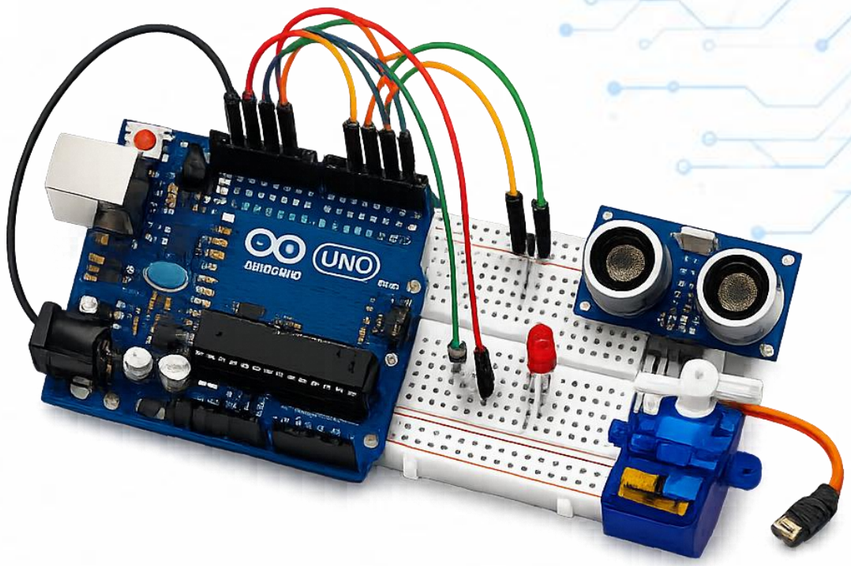
Este material é resultado de uma pesquisa desenvolvida no PPGECM/UNEMAT que investigou as contribuições da robótica educacional para o ensino de Matemática e o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Inicialmente, são apresentados os conceitos básicos do PictoBlox e do Arduino Uno, ferramentas utilizadas na construção dos projetos propostos.

Trata-se de um guia introdutório voltado à ambientação do leitor, servindo como apoio para o desenvolvimento das atividades e para a exploração de novas possibilidades pedagógicas com tecnologias digitais.

PICTOBLOX





OBJETIVO DO CADERNO

Apresentar o ambiente PictoBlox e a plataforma Arduino Uno por meio de projetos educacionais voltados ao ensino de Matemática e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional, oferecendo subsídios para a implementação de práticas pedagógicas fundamentadas na robótica educacional.

A seguir é apresentado de forma geral a plataforma de programação visual PictoBlox. Conforme a Figura 1 é possível notar que a página inicial se divide em 5 partes. Cada parte da tela principal exibe e contém funcionalidades distintas, sendo elas:

1 - Menu principal

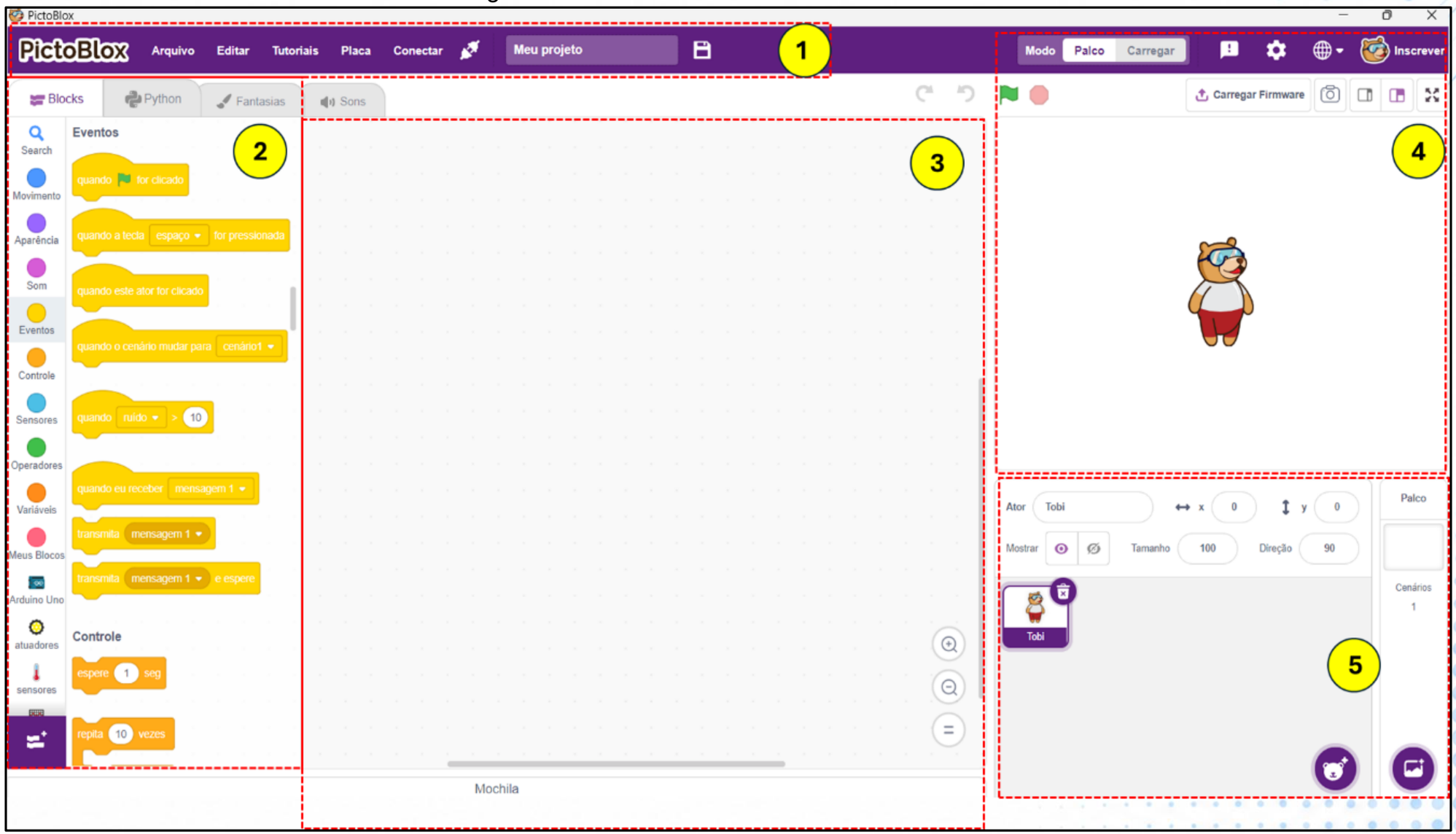
2 – Aba de Blocos

3 – Área de Script

4 – Palco

5 – Cenário

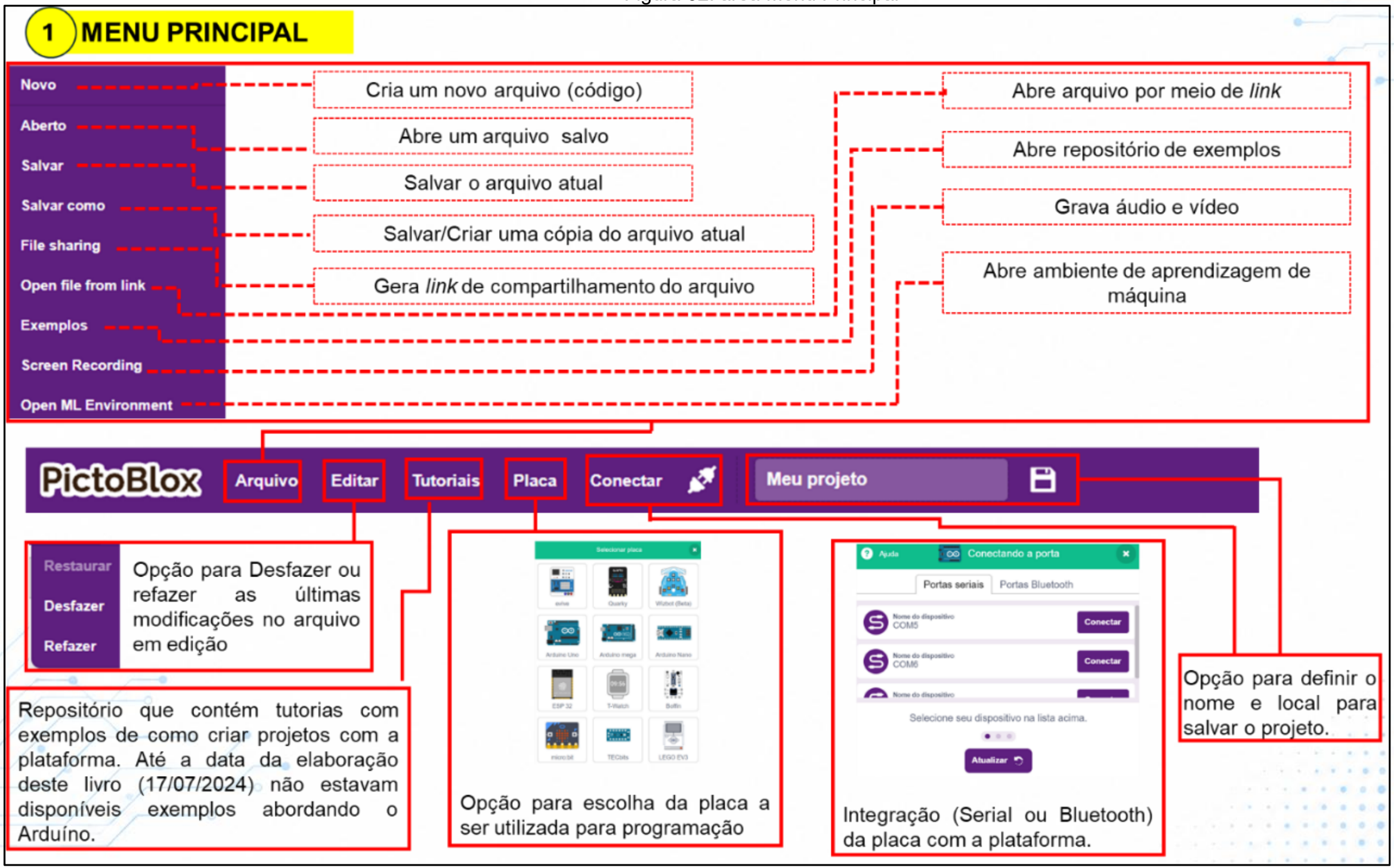
Figura 01: Interface inicial do *software* PictoBlox



Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

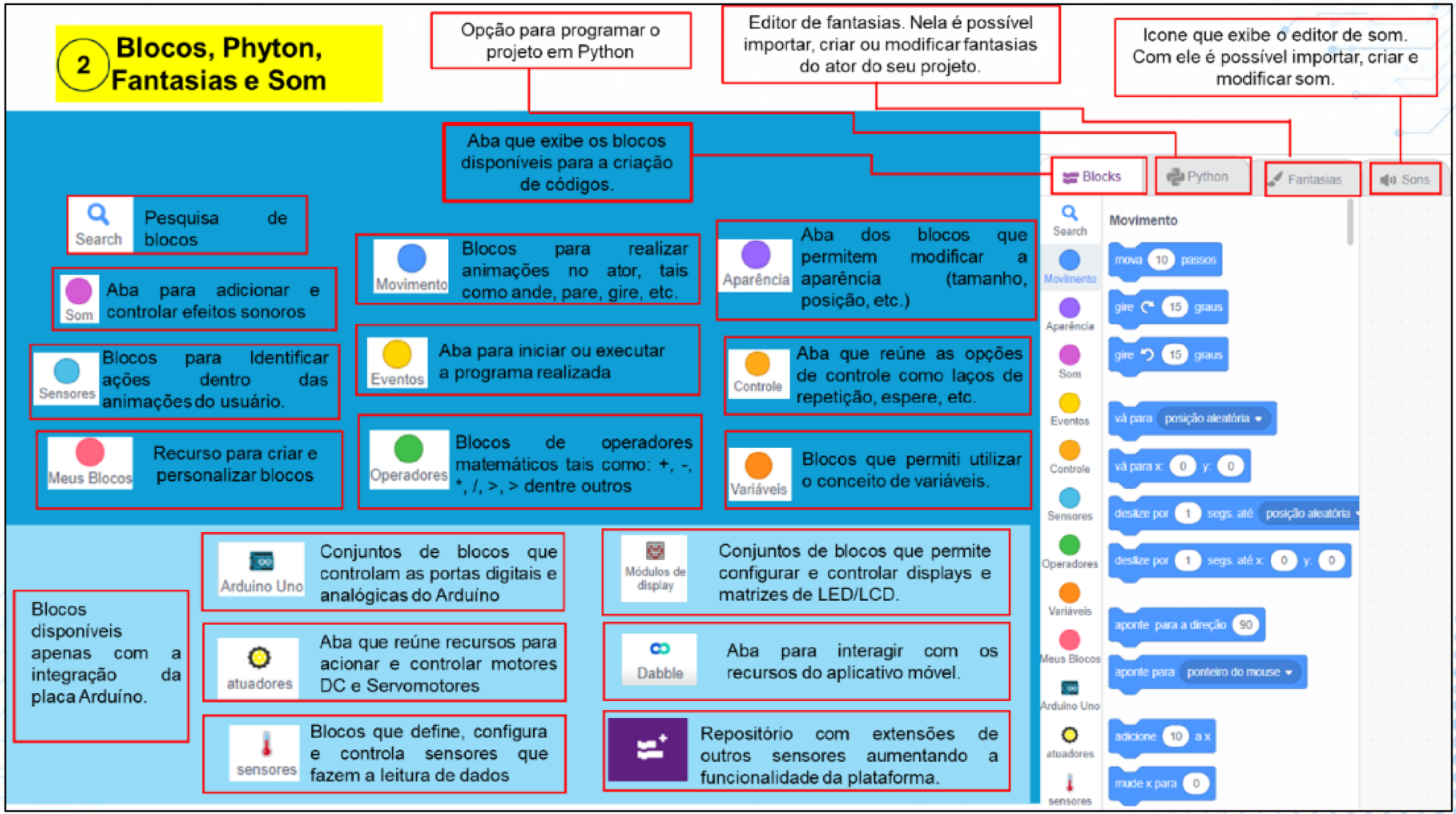
As Figuras (02,03,04) apresentam de uma forma mais detalhada cada uma destas partes da plataforma.

Figura 02: área Menu Principal



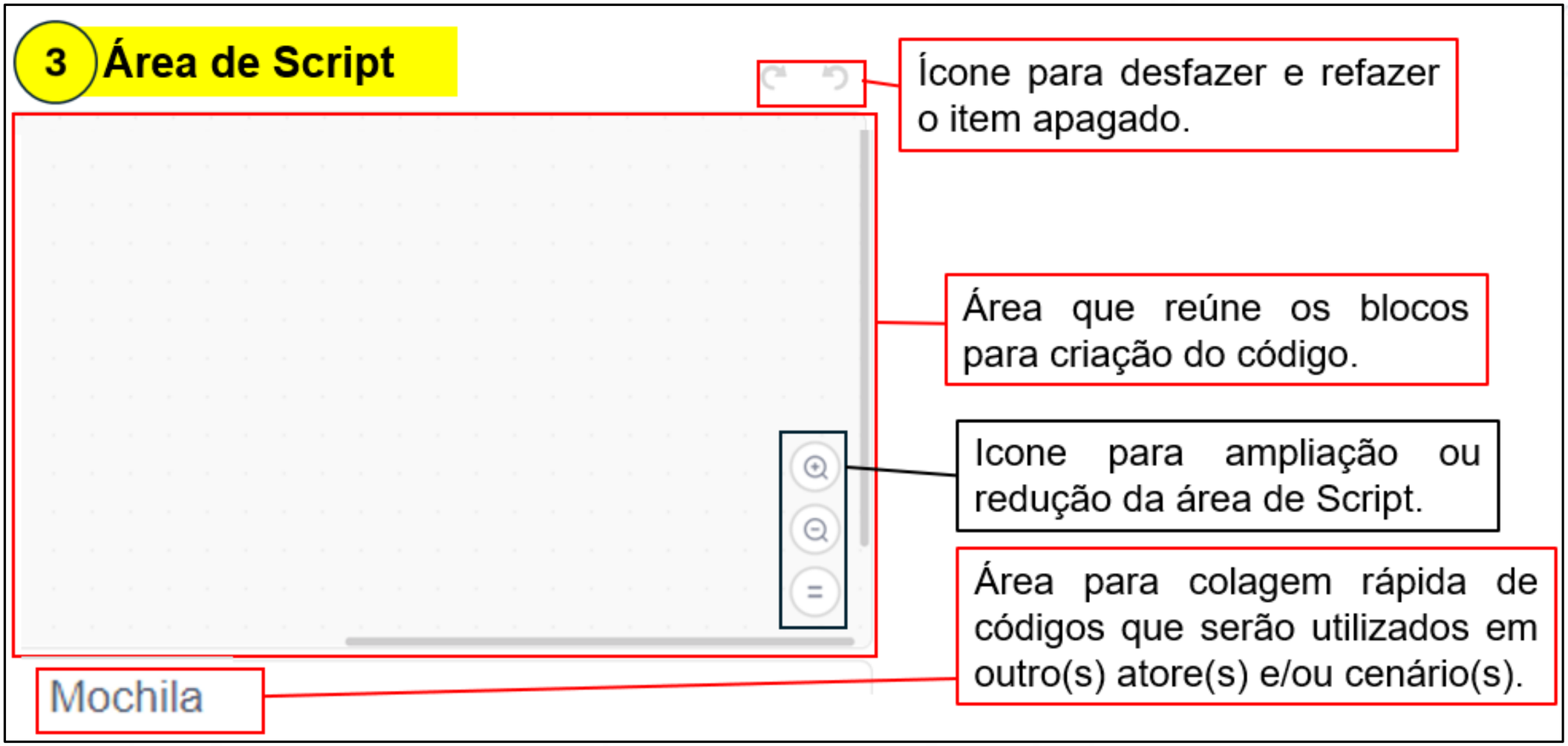
Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

Figura 03: Área de blocos, Phyton, Fantasias e Som



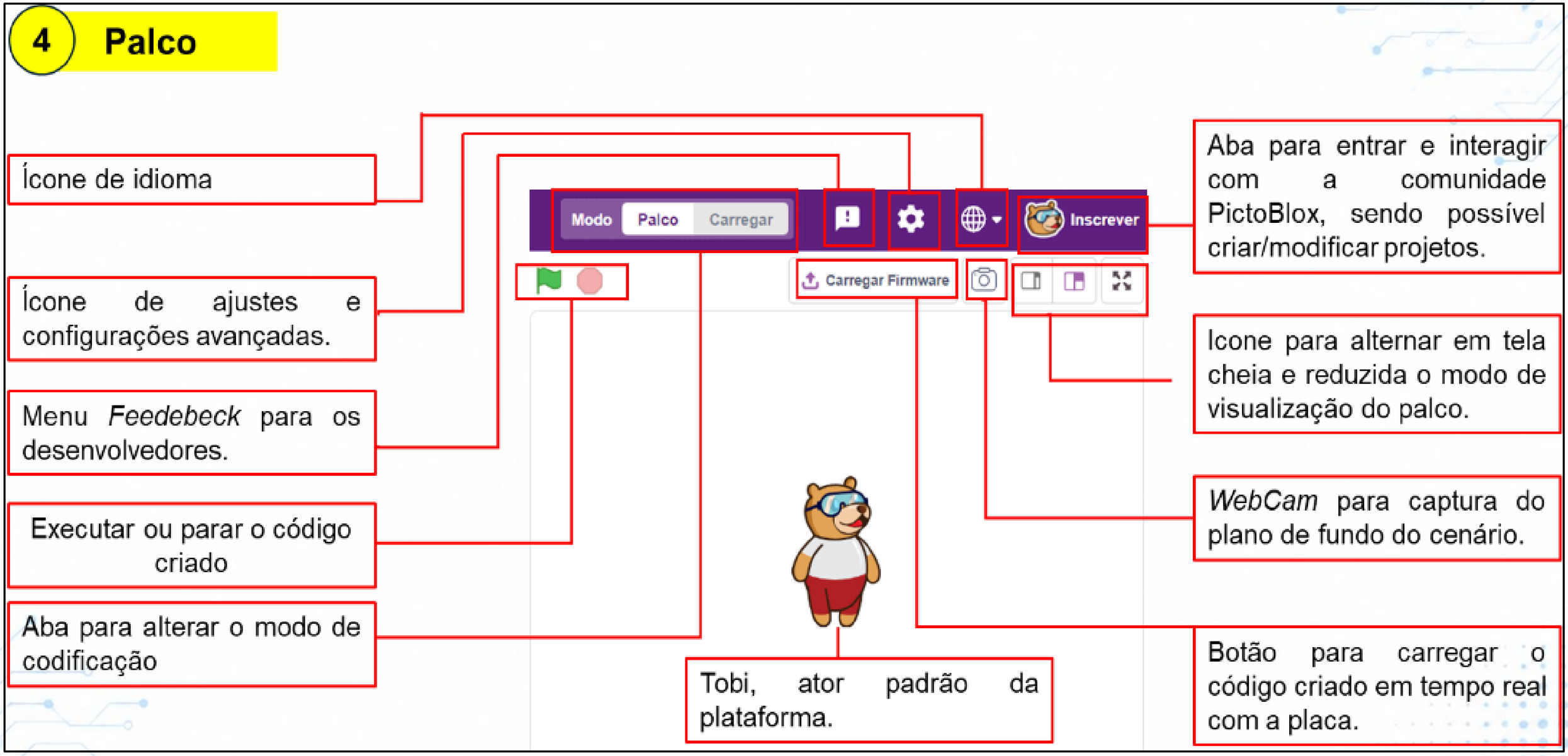
Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

Figura 06: área de Script em blocos



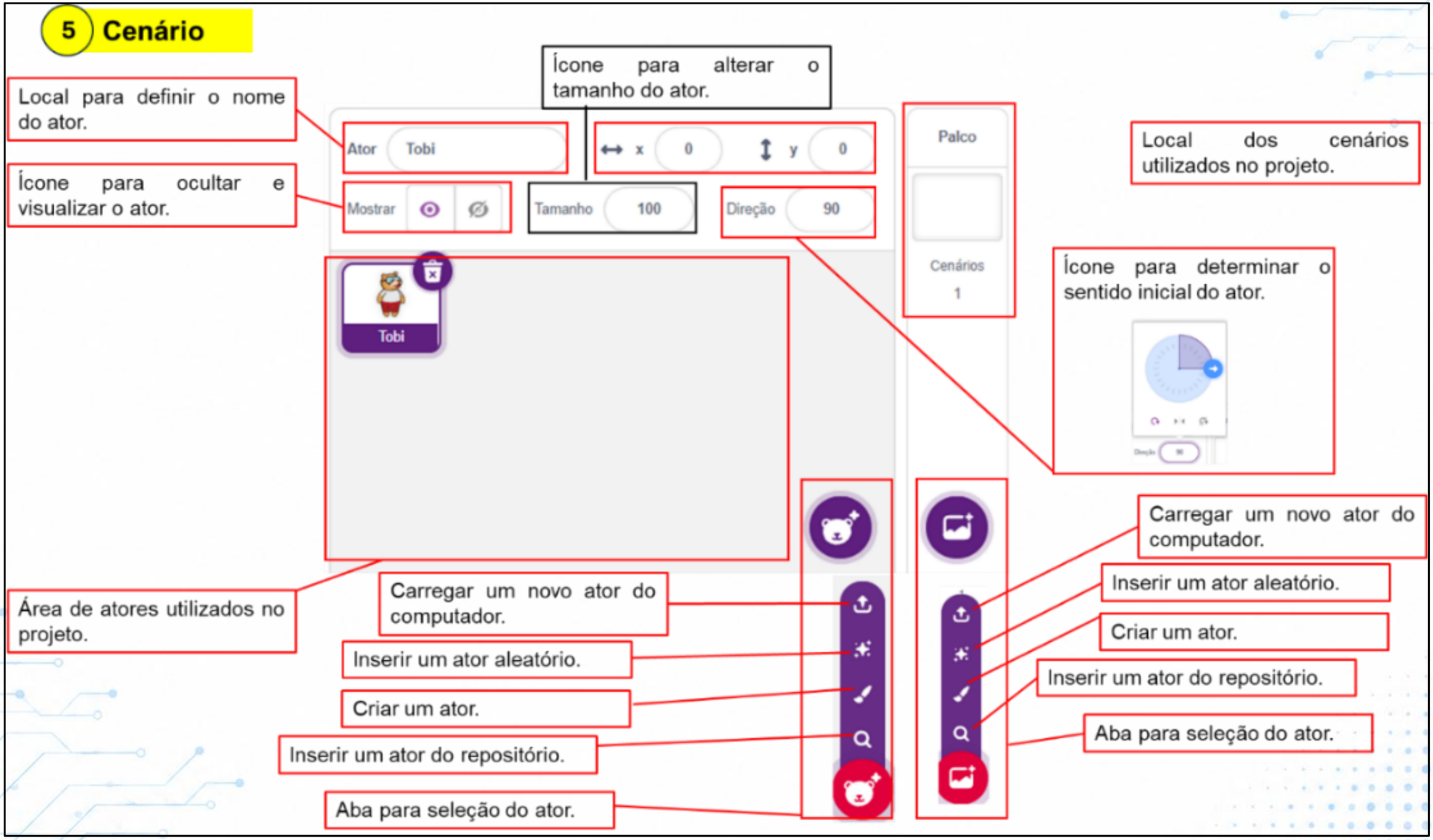
Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

Figura 07: Área Palco



Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

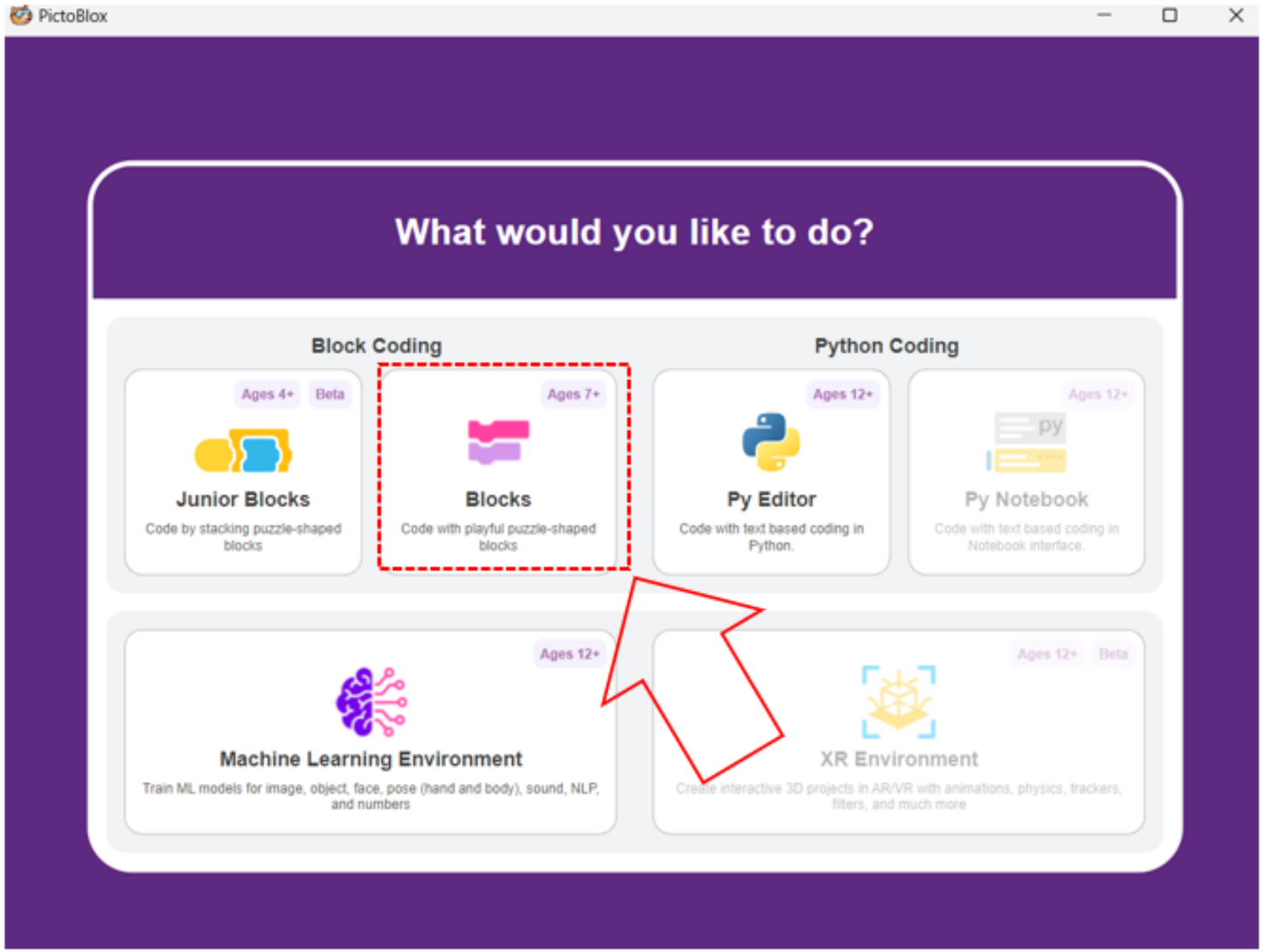
Figura 08: área Cenário



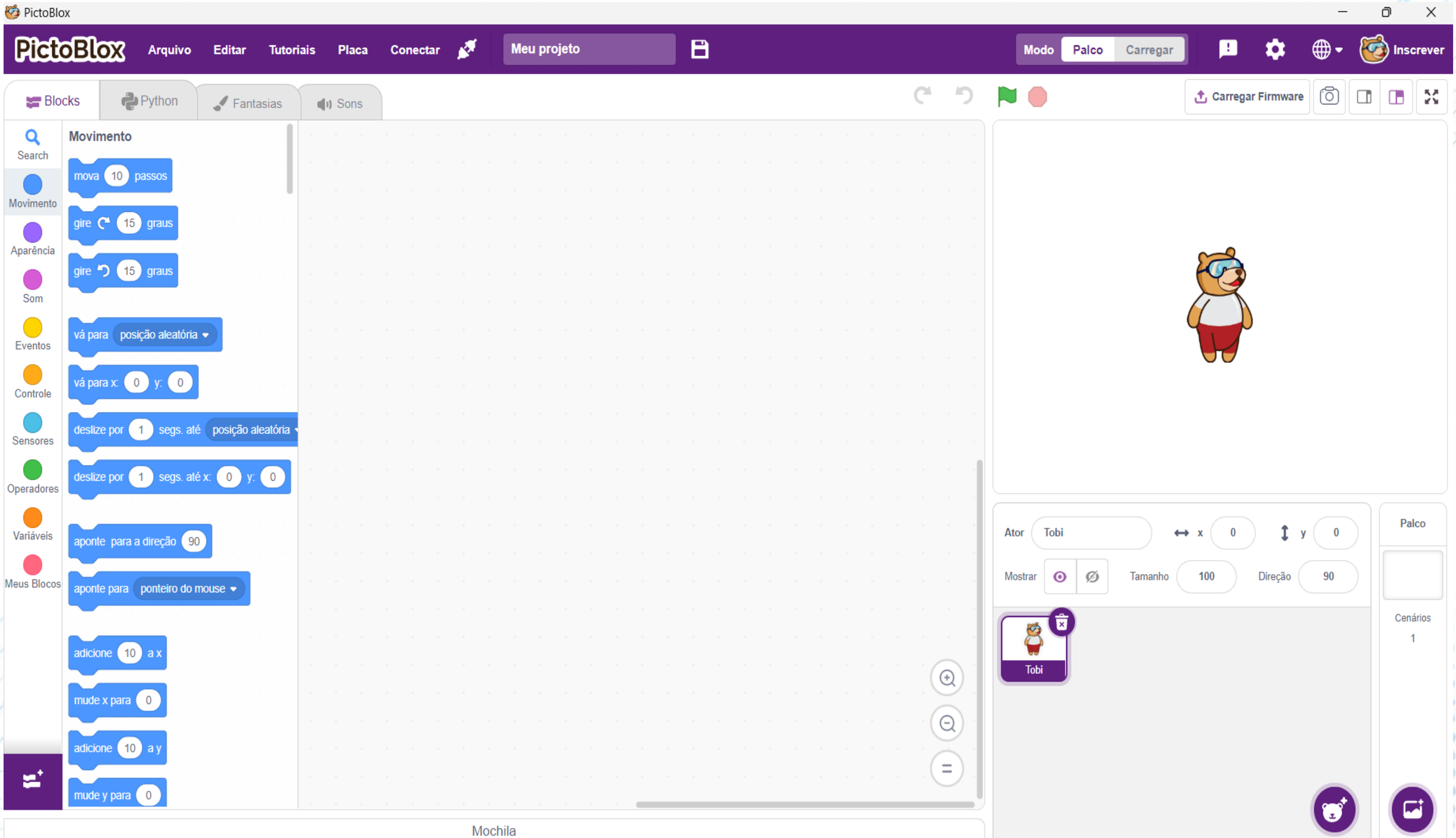
Recorte feito pelo autor do *software Pictblox*

Passo 01: Abrindo o PictoBlox

Quando o PictoBlox for inicializado, clique em "Blocks" para abrir a área de edição em blocos da ferramenta.

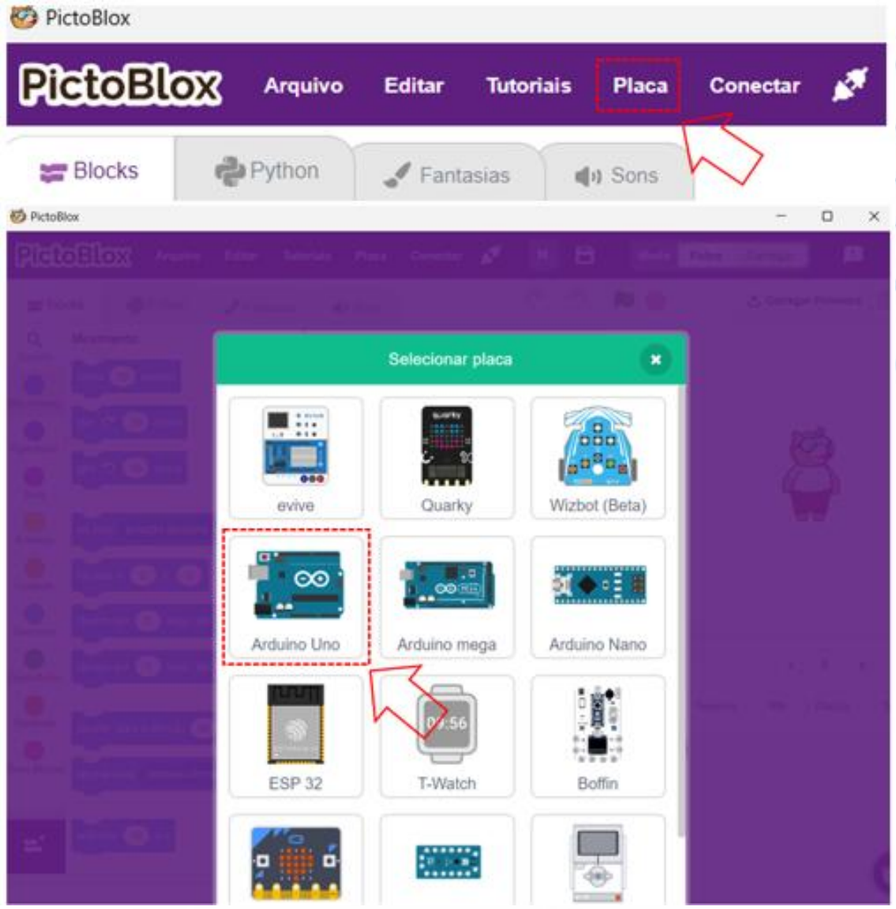


Após inicializar a plataforma PictoBlox e clicar na opção “Blocks" a interface abaixo será apresentada.



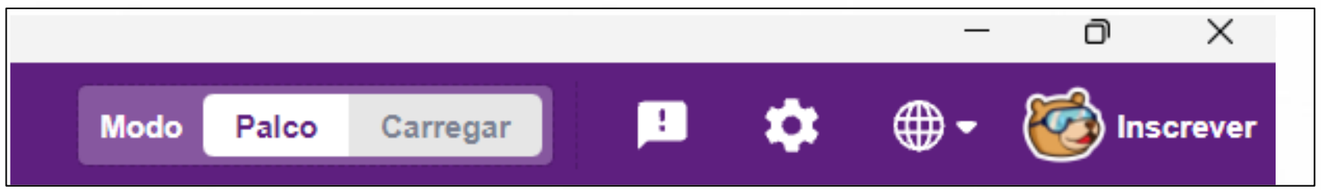
Passo 02: Conectar e selecionar a placa de Prototipagem

Clique na janela “Placa” localizada na barra superior de ferramentas e selecione a placa Arduíno UNO.



Passo 03: Selecionar o “Modo” que será realizado o código

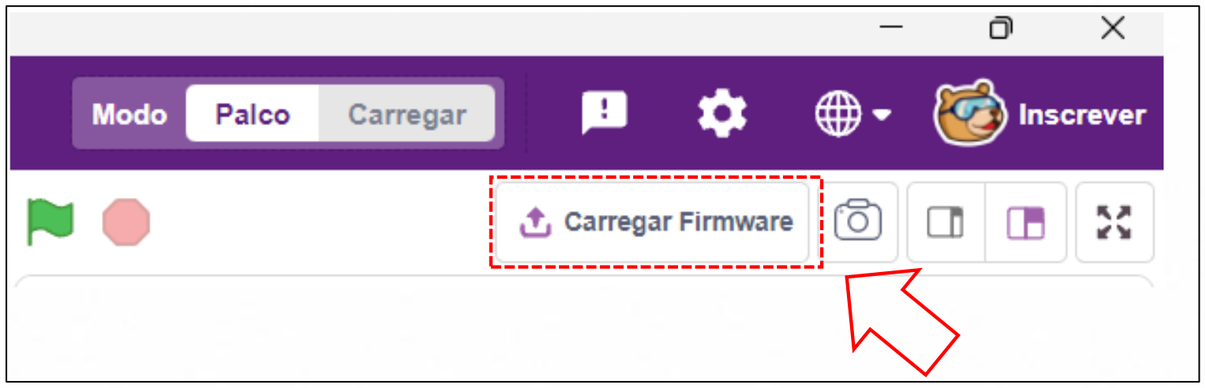
Após integrar a placa Arduíno ao computador ainda é preciso escolher o tipo de área que será realizada a programação pois a plataforma disponibiliza duas opções, o “Modo Palco” e “Modo Carregar”. A opção a ser escolhida depende do tipo de Objeto de Aprendizagem que será criado.



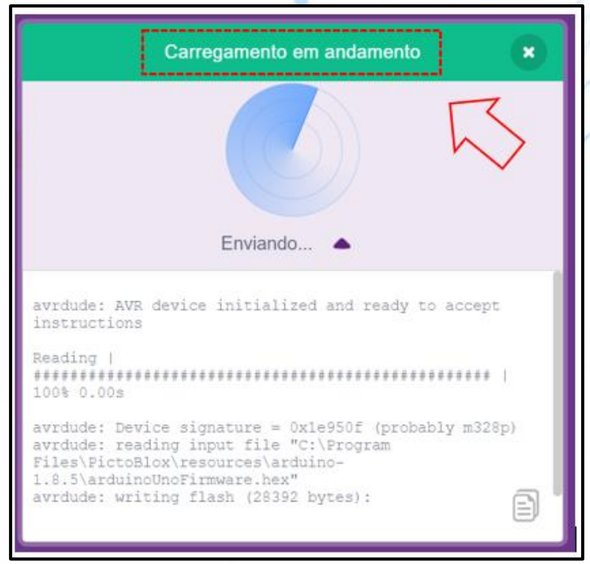
A primeira opção é o “Modo Carregar” que permite criar códigos de dispositivos eletrônicos integrados exclusivamente a placa Arduino. Já na opção “Modo Palco” possibilita criar a programação dos blocos interagindo a placa Arduíno com o aplicativo e componentes do computador como teclas do teclado, som, dentre outros. O momento a seguir para a criação do código de programação, após isso que o passo é realizado.

Passo 04: Carregando o FIRMWARE

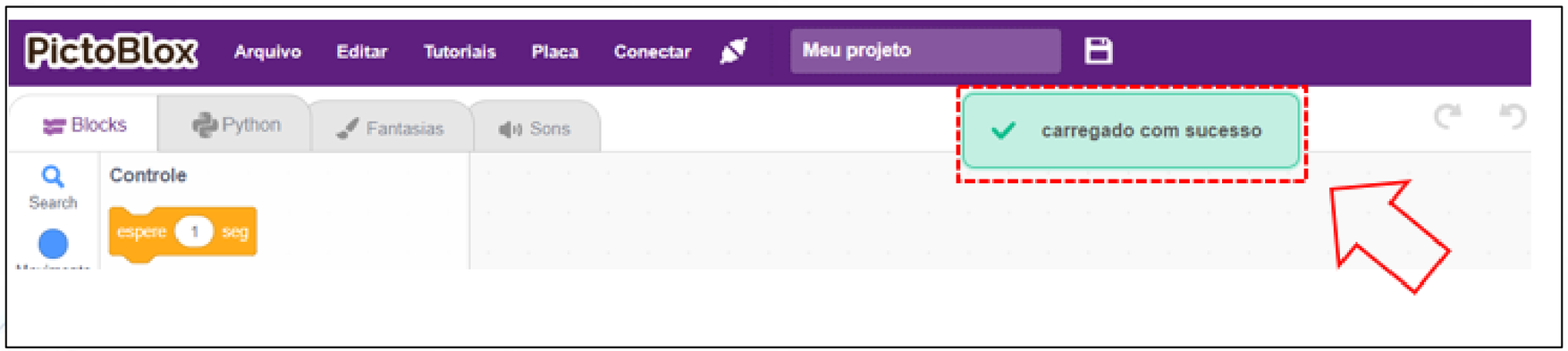
Concluído a criação do código é necessário envia-lo ao Arduíno para executar, e para isso clique na opção “Carregar Firmware”.



Na sequência irá aparecer a seguinte mensagem.



Se o código criado estiver correto, no sentido lógico de programação, será apresentado a mensagem de código “carregado com sucesso”, conforme a imagem abaixo, e a placa irá executá-lo.

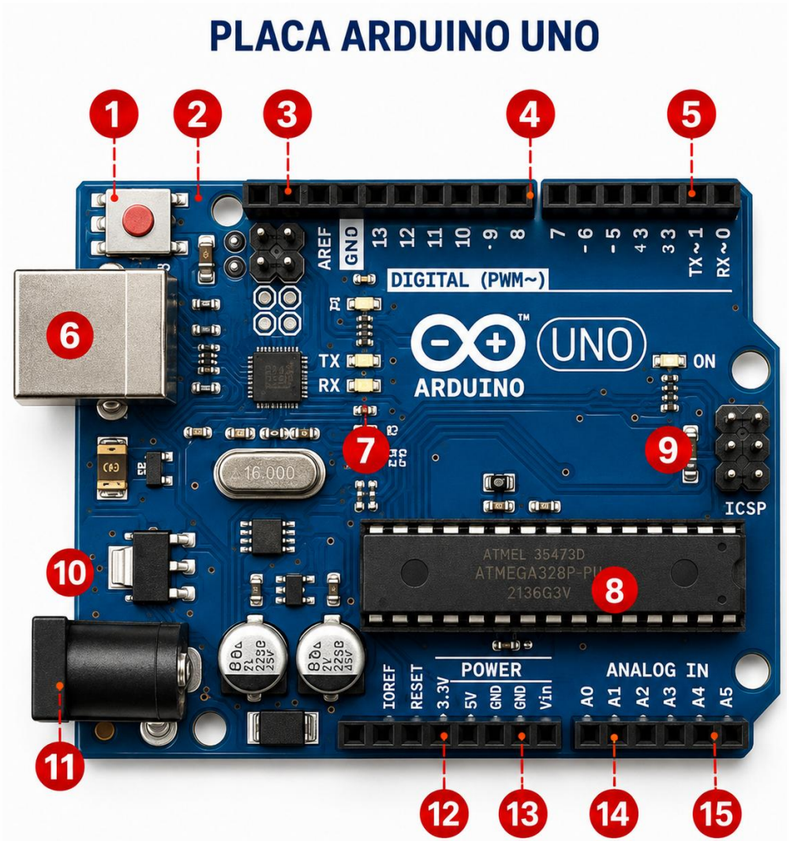


ATENÇÃO: o código só deve ser carregado quando as conexões com o(s) dispositivo(s) eletrônicos e a placa Arduíno estiver ligado corretamente pois uma conexão errada pode queimar a placa, o sensor usado ou ambos.

O que é o Arduino Uno?

O Arduino Uno é uma placa eletrônica programável utilizada para controlar sensores e dispositivos.

É amplamente empregada em projetos educacionais por sua simplicidade, baixo custo e versatilidade, podendo ser alimentada por USB, bateria de 9V ou fonte externa de 9V.



PRINCIPAIS COMPONENTES		
Nº	**Componente**	**Função**
1	Reset	Reinicia a placa
2	AREF	Referência analógica
3	GND	Terra
4	Pinos digitais	Entrada e saída
5	PWM	Saída analógica simulada
6	USB	Alimentação e programação
7	TX/RX	Comunicação serial
8	ATmega328P	Processamento
9	LED ON	Indica alimentação
10	Regulador	Proteção de tensão
11	Barrel Jack	Fonte externa
12	3.3V	Alimentação 3,3V
13	5V	Alimentação 5V
14	GND	Terra
15	A0-A5	Entradas analógicas

FORMAS DE ALIMENTAÇÃO



USB

Conecte a placa ao computador pela porta USB. É o método mais comum durante a prototipagem e testes.



BATERIA DE 9V

Indicada para projetos móveis e autônomos.

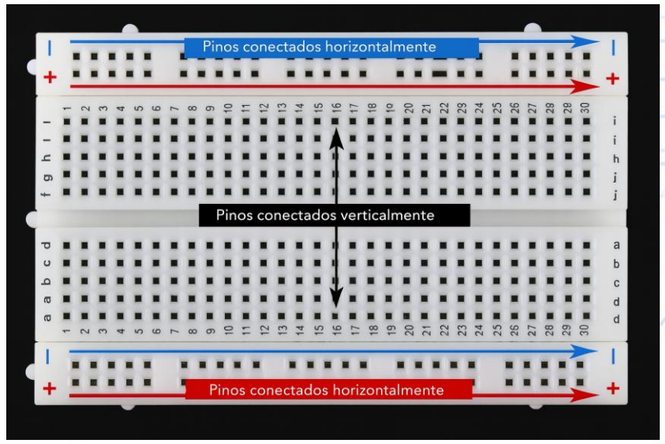


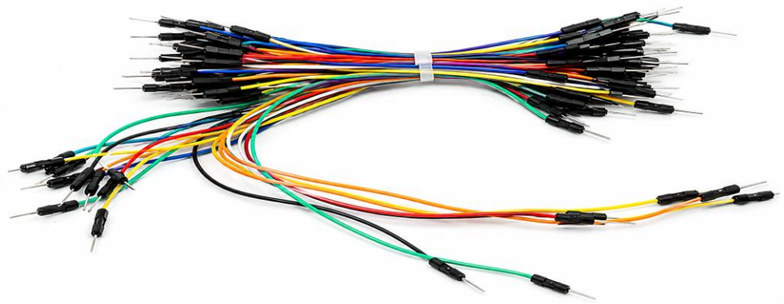
FONTE EXTERNA AC/DC DE 9V

Conecte uma fonte de alimentação de 9V ao conector Barrel Jack (alimentação externa).

O QUE É A PROTOBOARD?

A protoboard é uma placa de prototipagem que permite montar circuitos eletrônicos sem solda, facilitando testes e experimentações com componentes como LEDs, resistores, sensores e fios jumper. Suas linhas laterais são utilizadas para alimentação elétrica, enquanto as colunas centrais realizam as conexões entre os componentes.



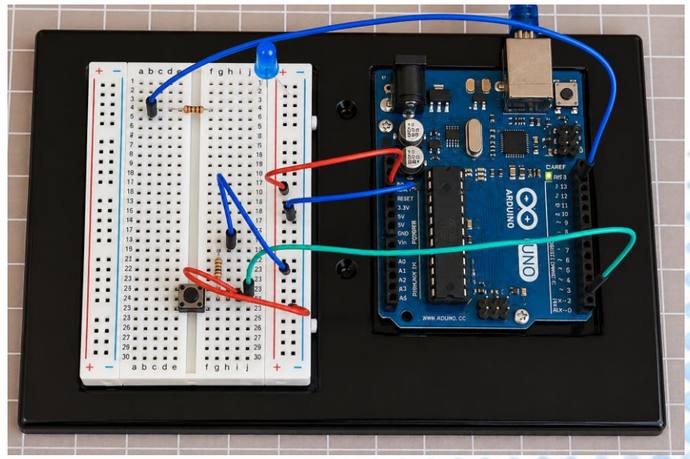


FIOS JUMPER E ALIMENTAÇÃO

A protoboard não possui alimentação própria. Para funcionar, ela precisa ser energizada por uma fonte externa, normalmente a própria placa Arduino, por meio de fios jumper. Esses fios também são utilizados para realizar conexões entre componentes eletrônicos, permitindo a construção e o teste de circuitos de forma prática.

EXEMPLO PRÁTICO DE MONTAGEM COM ARDUINO UNO

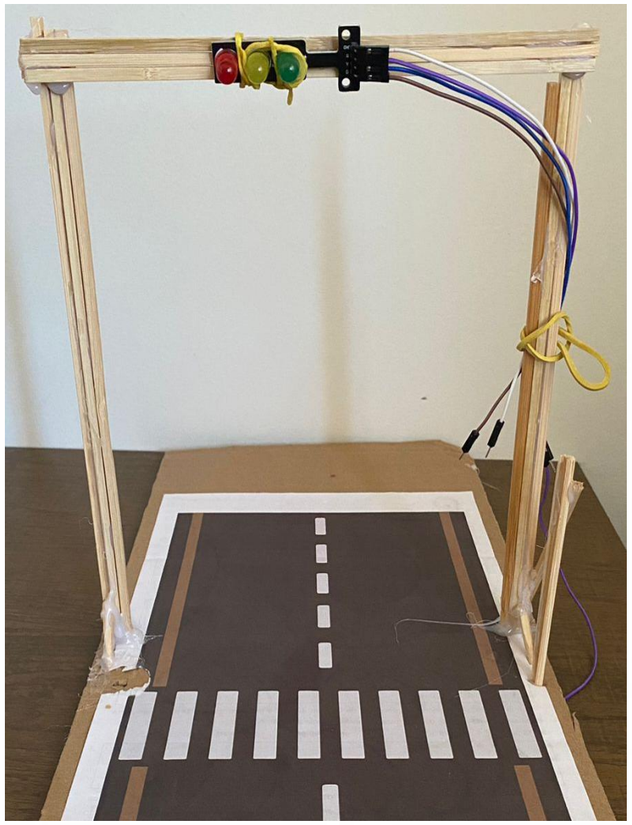
A imagem apresenta uma montagem básica utilizando Arduino Uno, protoboard, fios jumper, resistor, LED e botão. Esse tipo de circuito é amplamente utilizado em atividades introdutórias de eletrônica e programação, permitindo compreender o funcionamento dos componentes e suas conexões de forma prática.



PROJETOS E APLICAÇÕES

A integração de componentes eletrônicos à placa Arduino possibilita o desenvolvimento de uma ampla variedade de projetos. Nos próximos capítulos, serão apresentados protótipos desenvolvidos com essa integração, cuja lógica de funcionamento foi programada por meio da plataforma PictoBlox.

Projeto 01: Semáforo Inteligente



Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto **Semáforo Inteligente** consiste na construção de um semáforo programável com LEDs, no qual o tempo de sinalização varia conforme a quantidade de veículos, permitindo a aplicação de conceitos de proporcionalidade e equações do 1º grau.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de modelar e resolver situações-problema utilizando proporcionalidade e equações do 1º grau por meio da programação de um semáforo inteligente.
Objetos do conhecimento matemático: Variáveis e equações do 1º grau; Resolução e interpretação de equações; Grandezas diretamente proporcionais.

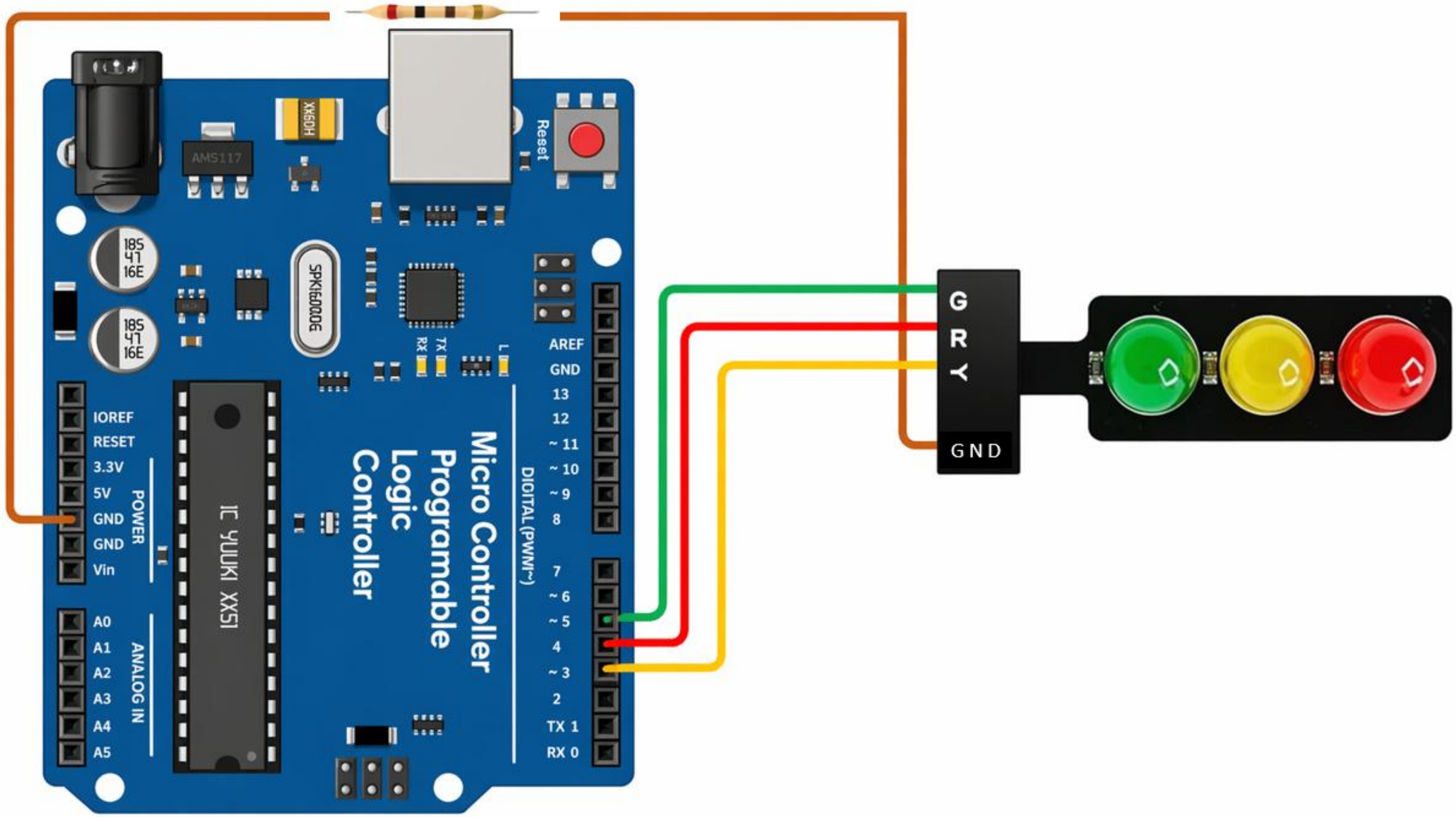
HABILIDADES DA BNCC

(EF08MA08) Resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com uma e duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o plano cartesiano como recurso**.**
(EF08MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.

LISTA DE MATERIAIS

- **01** MÓDULO LED SEMÁFORO
- **01** RESISTOR 200 OHM
- **08** JUMPERS MACHO FÊMEA
- **09** PALITOS DE CHURRASCO
- **02** BASTÕES DE COLA QUENTE
- **01** TUBO DE COLA BRANCA
- IMPRESSÃO DA RUA (Disponível no Apêndice)
- **01** PAPELÃO 20x30 cm

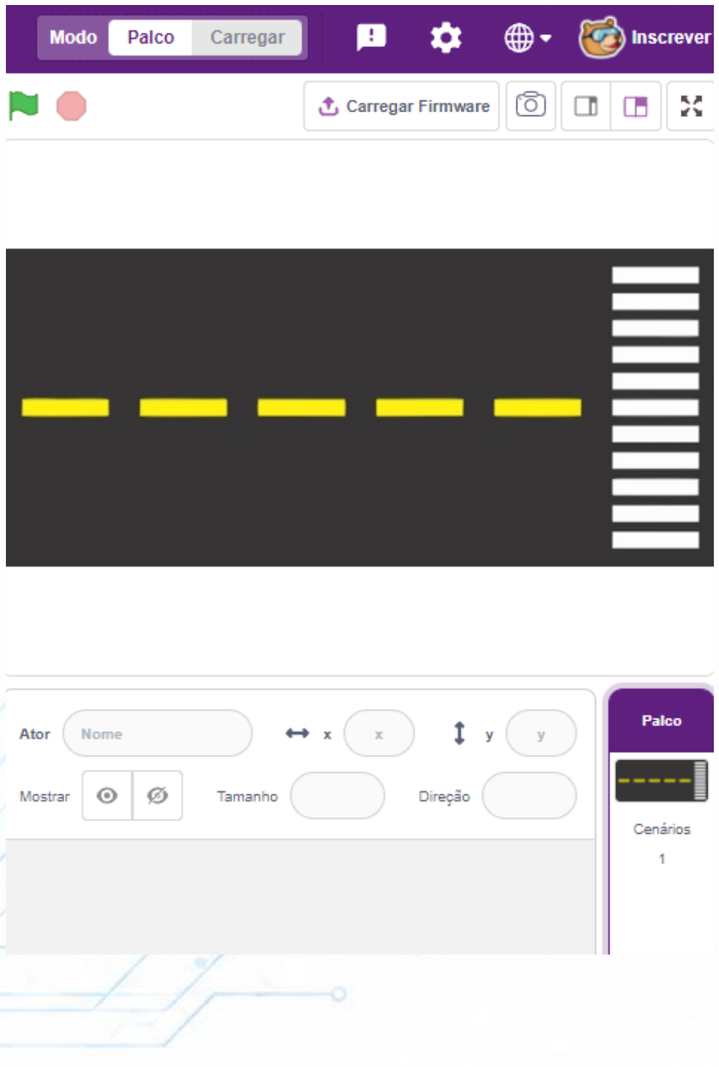
PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO



CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

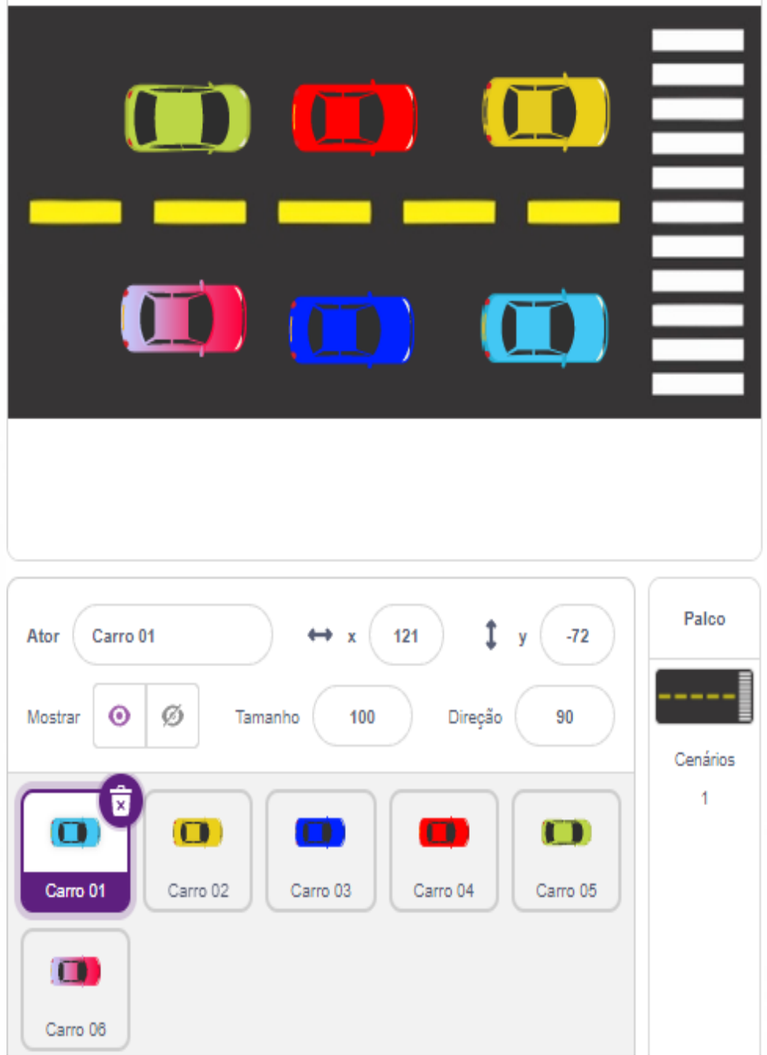
Passo 01: Inserir o Cenário

Vá na aba do “PALCO” e insira a imagem rua salvo no drive do caderno de atividades.



Passo 02: Criar os atores “carro”

Vá na aba Atores no Ícone “SELECIONAR UM ATOR” e selecione e personalize 6 atores do tipo carro.



Passo 03: Criar as variáveis carro e tempo no cenário rua

Vá na aa cenário e selecione “rua”, depois crie duas variáveis carros e tempo, conforme a ilustração ao lado.



Passo 04: Programando os atores carros

Carro 01



Carro 02



Carro 03



Carro 04



Carro 05



Carro 06



Passo 05: Programando os Leds

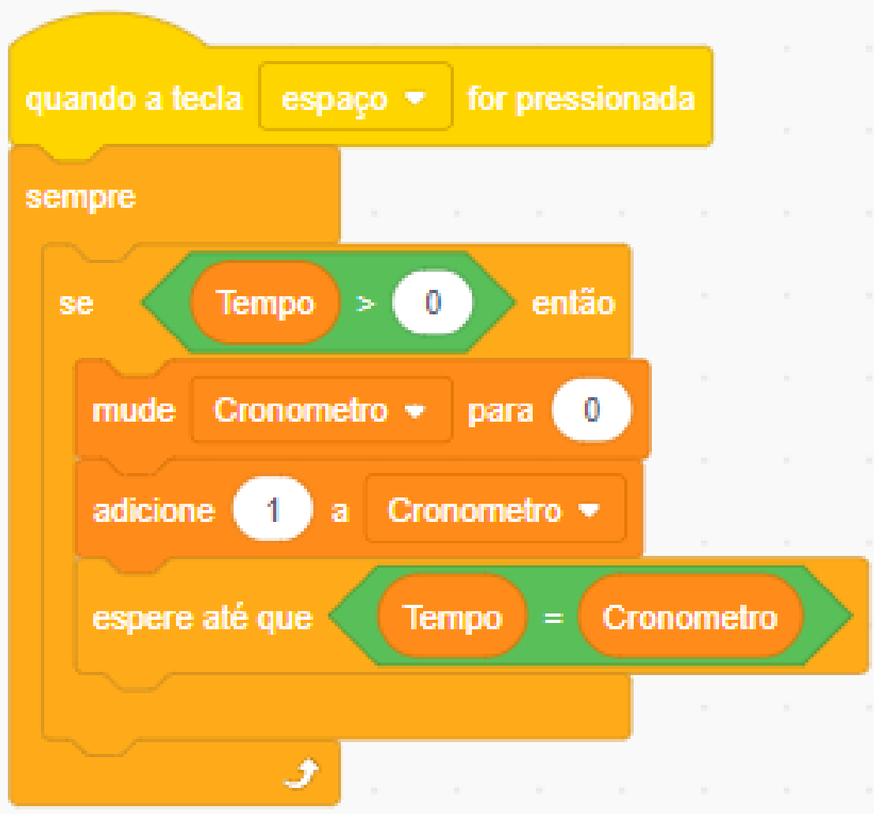
⇨ Vá na aba Ator.





Passo 06: Criando a variável cronômetro

⇨ Vá na ABA cenário “RUA”



Atividades

1) Descreva os principais passos realizados na construção do Semáforo Inteligente.

2) Qual a diferença entre um semáforo convencional e o Semáforo Inteligente desenvolvido nesta atividade?

3) Como a lógica de funcionamento do semáforo foi representada no software PictoBlox?

4) De que forma a Matemática contribuiu para a construção e programação do Semáforo Inteligente? Cite os conceitos utilizados.

5) O que você entende por variável? Identifique as variáveis utilizadas nesta atividade.

6) Existe alguma relação de dependência entre as variáveis identificadas? Explique.

7) Como podemos representar matematicamente a relação entre a quantidade de veículos e o tempo de abertura do semáforo?

8) De que maneira foi realizada a sincronização entre o semáforo de veículos e o semáforo de pedestres?

9) Quais dificuldades você encontrou ao realizar as conexões entre o módulo semáforo e a placa Arduino?

10) Você considerou fácil ou difícil programar o projeto no PictoBlox? Justifique sua resposta.

11) Se a quantidade de veículos aumentar, o que acontece com o tempo de abertura do semáforo? Essa relação é proporcional? Explique.

12) Escreva uma possível equação do 1º grau que represente o funcionamento do Semáforo Inteligente e explique o significado de cada variável utilizada.

Desafio

13) Considere que o tempo de abertura do semáforo é calculado pela equação **T = 2V + 10**, em que **T** representa o tempo de abertura (em segundos) e **V** a quantidade de veículos detectados. Determine:

a) O tempo de abertura para 5 veículos.

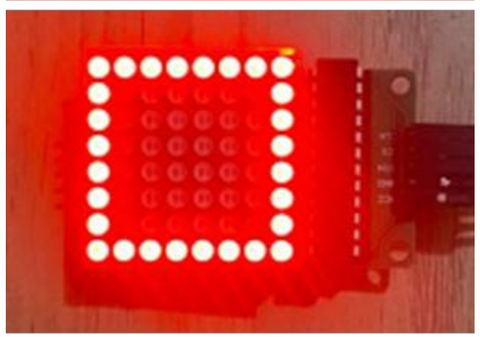
b) O tempo de abertura para 12 veículos.

c) A quantidade de veículos detectados se o semáforo permaneceu aberto por 30 segundos.

14) O semáforo atual foi programado para permanecer aberto por no máximo 60 segundos. Proponha uma nova regra matemática que considere a quantidade de veículos, mas que nunca ultrapasse esse limite. Explique sua estratégia e represente-a por meio de uma equação.

Projeto 02: Polígonos com Módulo Matriz MAX 7219







Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental.

Descrição: Construção de um protótipo com módulo matriz MAX capaz de representar polígonos e exibir suas principais propriedades geométricas, favorecendo a visualização e a compreensão de seus elementos.

Objetivo da aula: Compreender e analisar as propriedades dos polígonos por meio da construção e programação de um protótipo, explorando conceitos geométricos, mediatriz e pensamento computacional.

Objetos do conhecimento: Polígonos: reconhecimento, nomenclatura e classificação; Elementos dos polígonos: lados, vértices, ângulos e diagonais; Comparação de figuras geométricas planas; Mediatriz como lugar geométrico.

Habilidades da BNCC

(EF06MA18) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros.

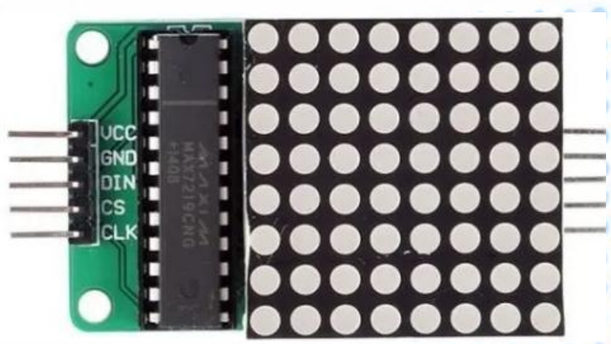
(EF08MA17) Aplicar os conceitos de mediatriz como lugares geométricos na resolução de problemas.

LISTA DE MATERIAIS

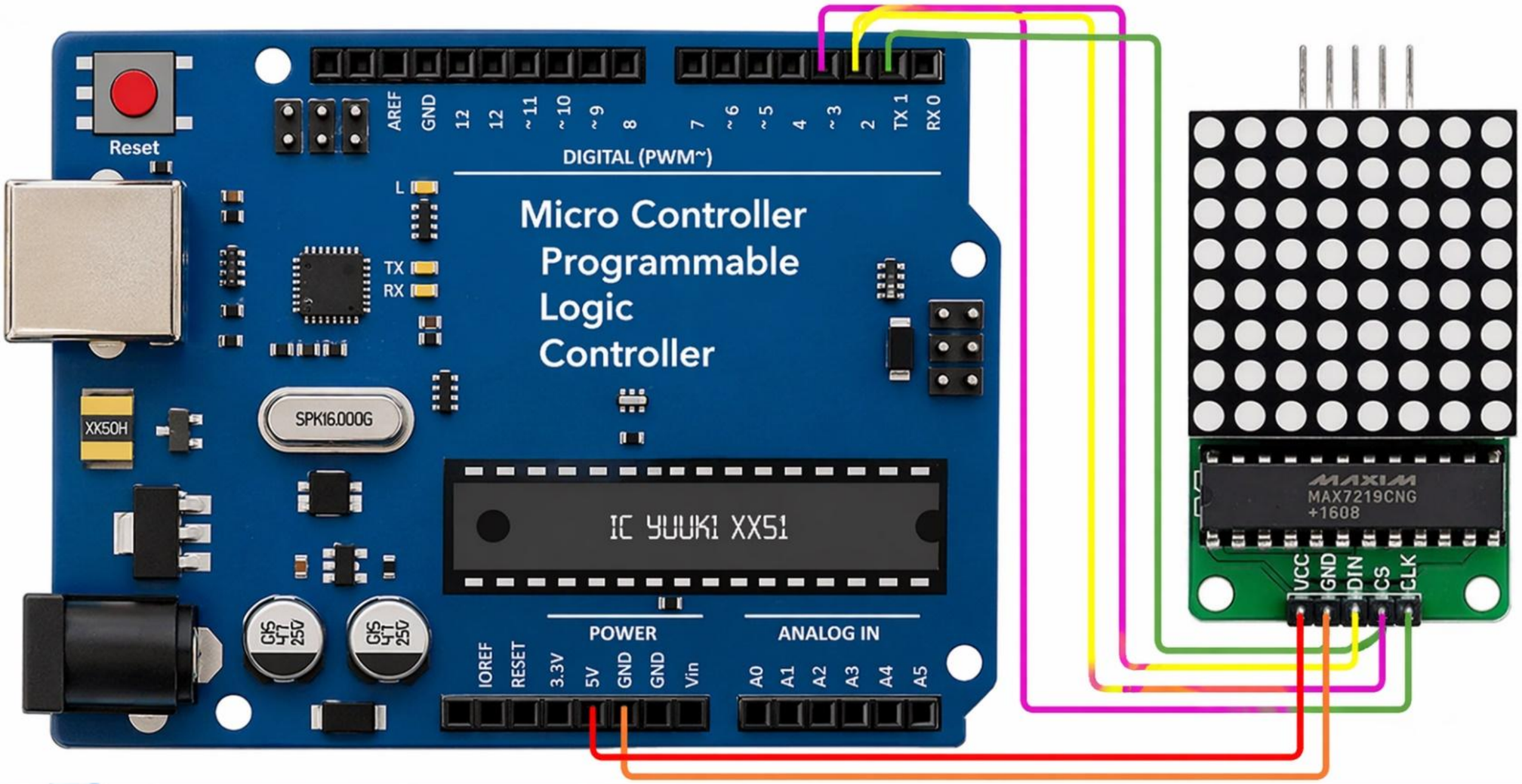
8 conectores macho x fêmea



1 Módulo Matriz MAX 7219

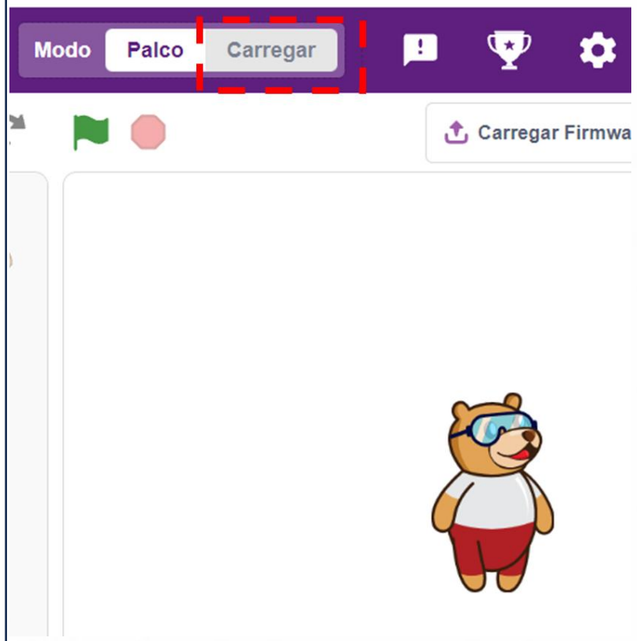


PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO

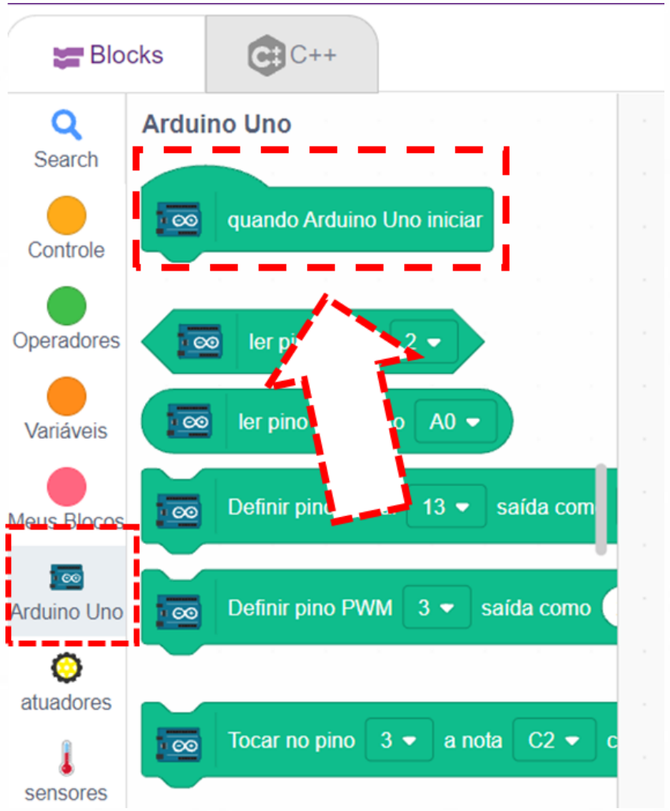


CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: Inicie no modo carregar



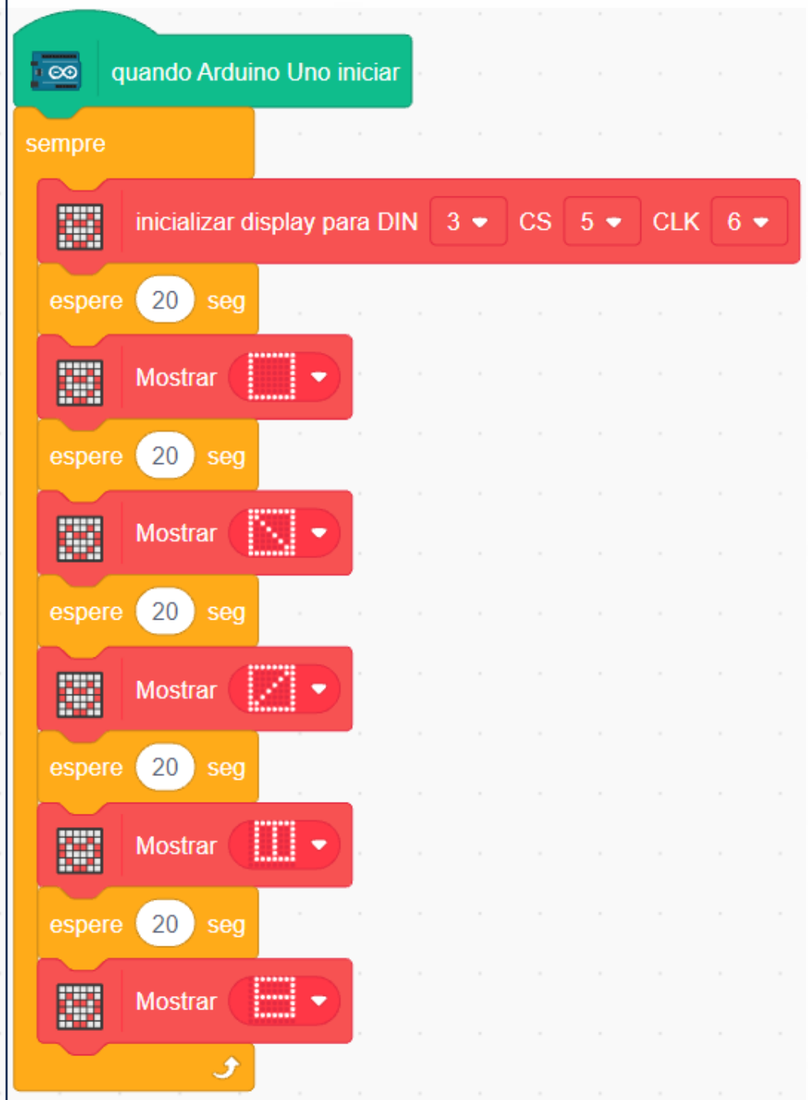
Passo 02: Vá na ABA Arduíno Uno e arraste o bloco “QUANDO ARDUINO UNO COMEÇAR”



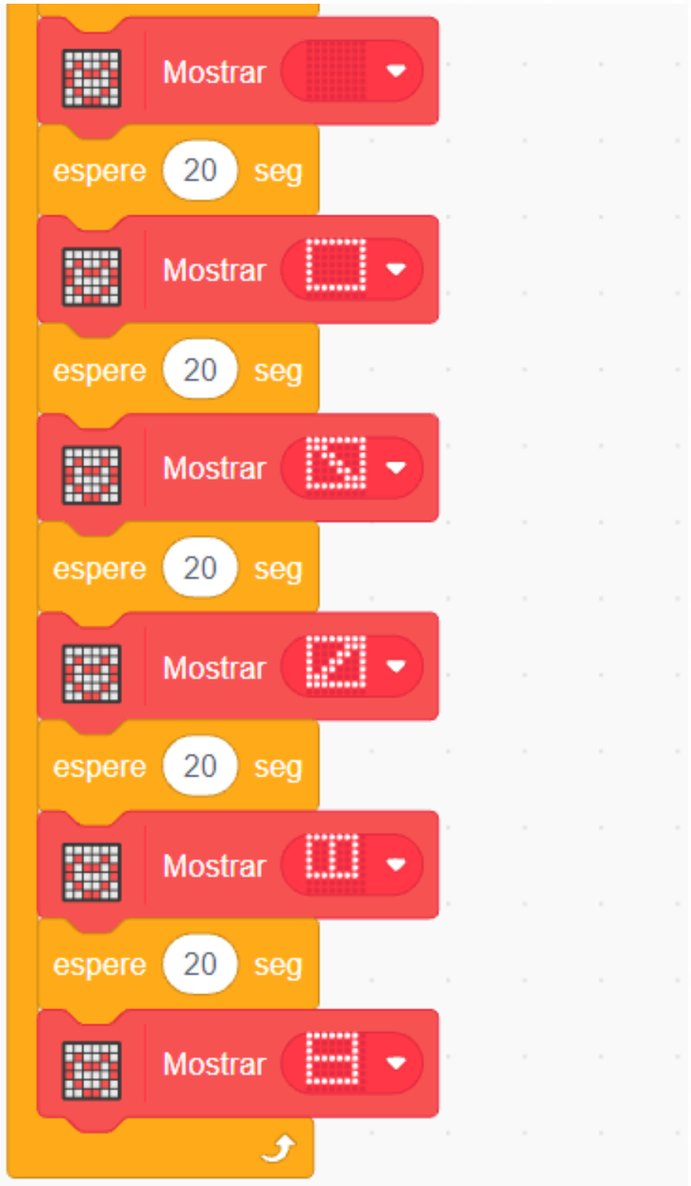
Passo 03: Vá na ABA Controle e arraste o bloco “SEMPRE”; Depois vá na ABA “MÓDULO DE DISPLAY” e arraste o bloco “INICIAR DISPLAY”.



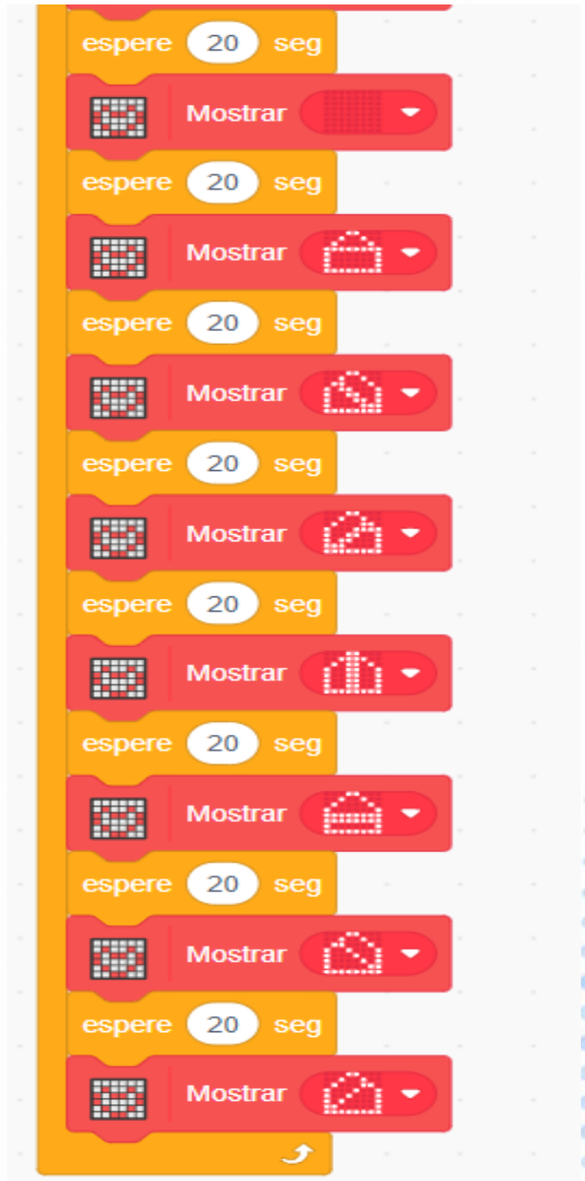
Passo 06: Construção do quadrado e suas propriedades que serão apresentadas. Ainda na ABA.



Passo 08: Construção do Pentágono e suas propriedades.



Passo 07: Construção do retângulo e suas propriedades



ATIVIDADES

1. O quadrado possui quantos lados e quantos vértices?
2. Qual é a principal diferença entre um quadrado e um retângulo?
3. Observe as figuras estudadas: quadrado, retângulo, pentágono e hexágono. Qual delas possui 5 lados?
4. Qual polígono possui 6 vértices e 6 lados?
5. Quantos ângulos internos possui um pentágono?
6. Um retângulo possui lados opostos com a mesma medida. Isso é verdadeiro ou falso?
7. Qual polígono possui todos os lados com a mesma medida e quatro ângulos retos?
8. Complete a tabela abaixo:

POLÍGONO	NÚMERO DE LADOS	NÚMERO DE VÉRTICES
Quadrado		
Retângulo		
Pentágono		
Hexágono		

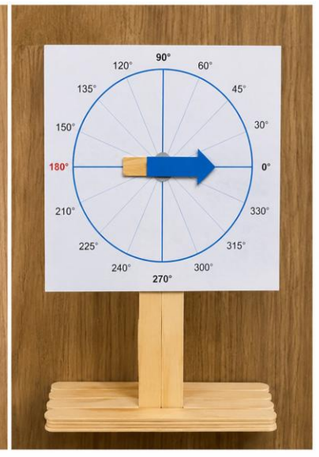
9. Desenhe um hexágono e marque nele: lados, vértices e ângulos.

10. A mediatriz de um lado de um quadrado passa exatamente pelo ponto médio desse lado. O que significa “ponto médio”?

Projeto 03: Braço Reflexivo







Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental.

Descrição: O projeto Braço Robótico Reflexivo consiste na construção de um dispositivo capaz de identificar e reproduzir movimentos do braço humano, permitindo explorar ângulos notáveis e relações de proporcionalidade.

Objetivo da aula: Construir e programar, no PictoBlox, um protótipo com potenciômetro e servomotor, desenvolvendo conceitos de ângulos, proporcionalidade e relações entre grandezas.

Objetos do conhecimento matemático: Ângulos notáveis; medida de ângulos; grandezas diretamente proporcionais; representação algébrica entre variáveis.

HABILIDADES DA BNCC

(EF08MA12) Identificar a natureza da variação de duas grandezas, expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano.

(EF08MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.

LISTA DE MATERIAIS

12 Conectores Macho Fêmea



1 Servomotor 9G



1 Potenciômetro kΩ



1 clipe grande



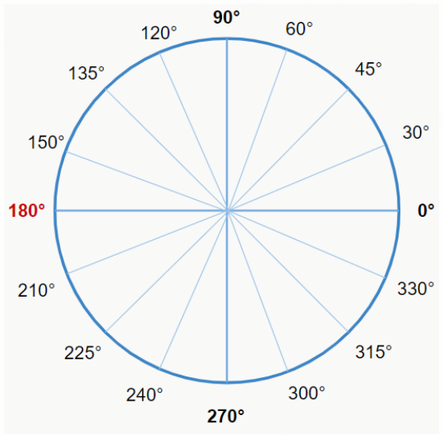
10 palitos de picolé



50 centímetros de Velcro



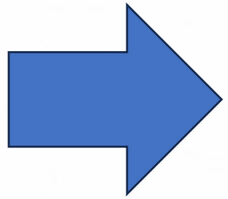
Impressão de uma circunferência (Disponível nos apêndices)



1 Papelão 15x15 cm



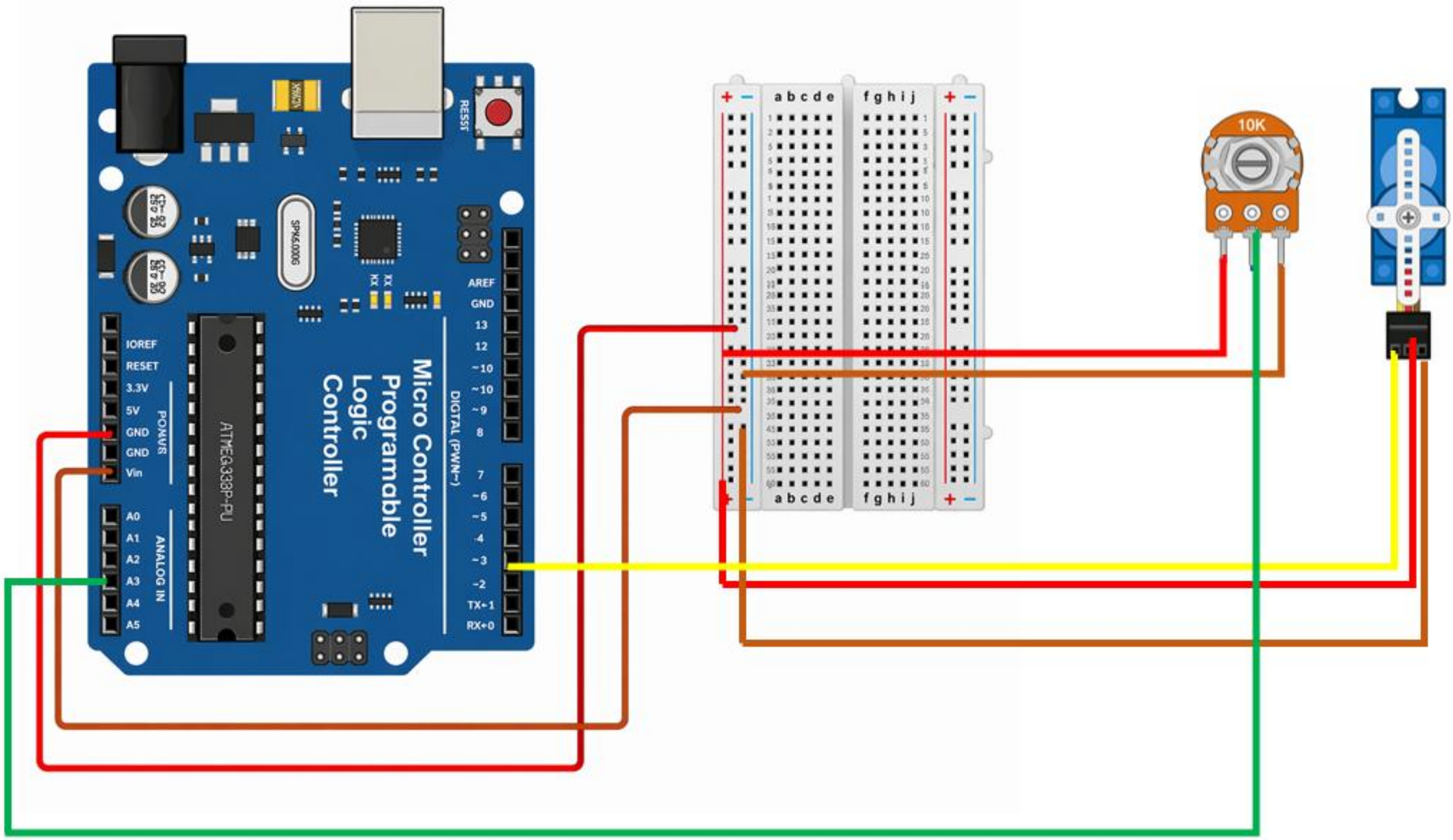
Impressão de seta (Disponível nos apêndices)



1 Tubo de cola quente



PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO

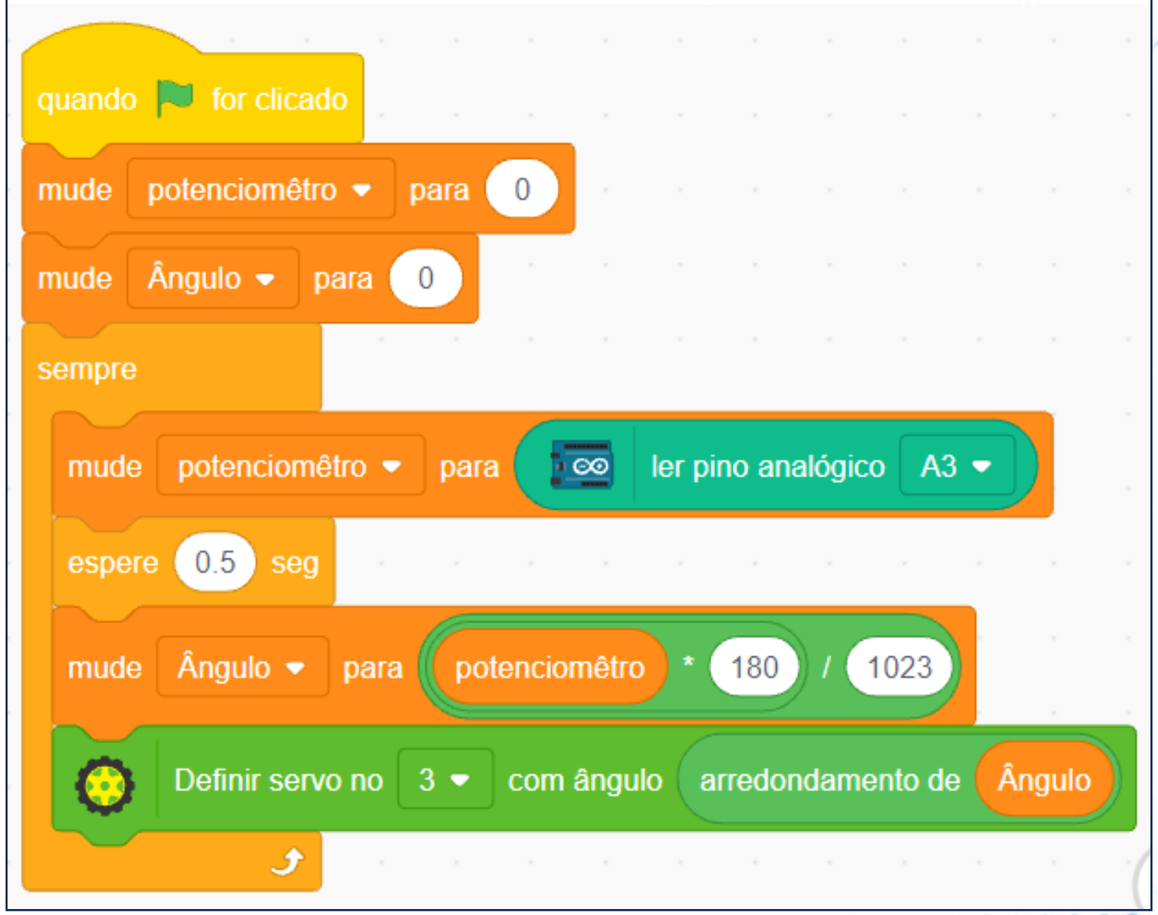


CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: Arraste o bloco “Quando Bandeirinha verde for clicada” e depois crie duas variáveis (potenciômetro e ângulo) e arraste o bloco delas e mude para 0.



Passo 02: Vinculando as variáveis com os dispositivos



ATIVIDADES

1. Qual estratégia você utilizou para realizar a conversão entre a leitura do potenciômetro e o ângulo de rotação do servomotor?

2. Essa relação pode ser representada por meio de uma equação? Em caso afirmativo, escreva-a.

3. Considerando a relação estabelecida entre a leitura do potenciômetro e o servomotor, qual é o ângulo correspondente a uma leitura de 800?

4. De que maneira essa conversão foi implementada na programação do protótipo?

5. Sabendo que a leitura máxima do potenciômetro é 1023 e corresponde a 180°, qual leitura aproximada representa o ângulo de 180°?

6. Qual leitura aproximada do potenciômetro corresponde ao ângulo de 90°? Explique como encontrou o resultado.

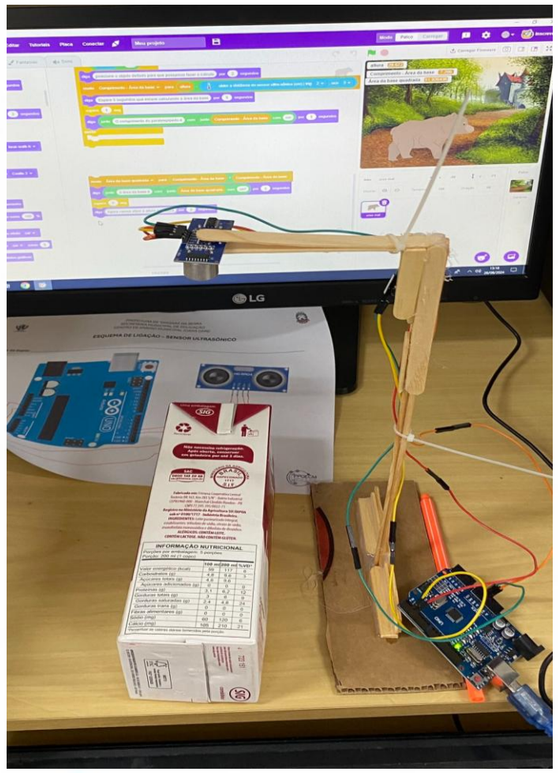
7. Se o servomotor estiver posicionado em 60°, qual deverá ser a leitura aproximada do potenciômetro?

8. Qual leitura aproximada do potenciômetro representa o ângulo de 45°? Mostre a estratégia utilizada.

9. Se o braço robótico estiver ajustado em 30°, qual leitura aproximada deverá aparecer no potenciômetro?

10. Observando os valores encontrados para 30°, 45°, 60°, 90° e 180°, o que você percebe sobre a relação entre a leitura do potenciômetro e o ângulo do servomotor?

Projeto 04: Volume Dinâmico



Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto Volume Dinâmico consiste na programação de um personagem interativo que orienta atividades sobre volume de blocos retangulares e conversão de unidades de capacidade.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de resolver situações-problema envolvendo o cálculo de volume, medidas e conversão de unidades, articulando matemática, programação e experimentação.

Objetos do conhecimento matemático: Volume de blocos retangulares; cálculo de volume; medidas espaciais; conversão de unidades de capacidade.

HABILIDADES DA BNCC

(EF08MA21) Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de recipiente cujo formato é o de um bloco retangular.

LISTA DE MATERIAIS

1 Sensor Ultrassônico



10 palitos de picolé



1 Papelão 15x15 cm



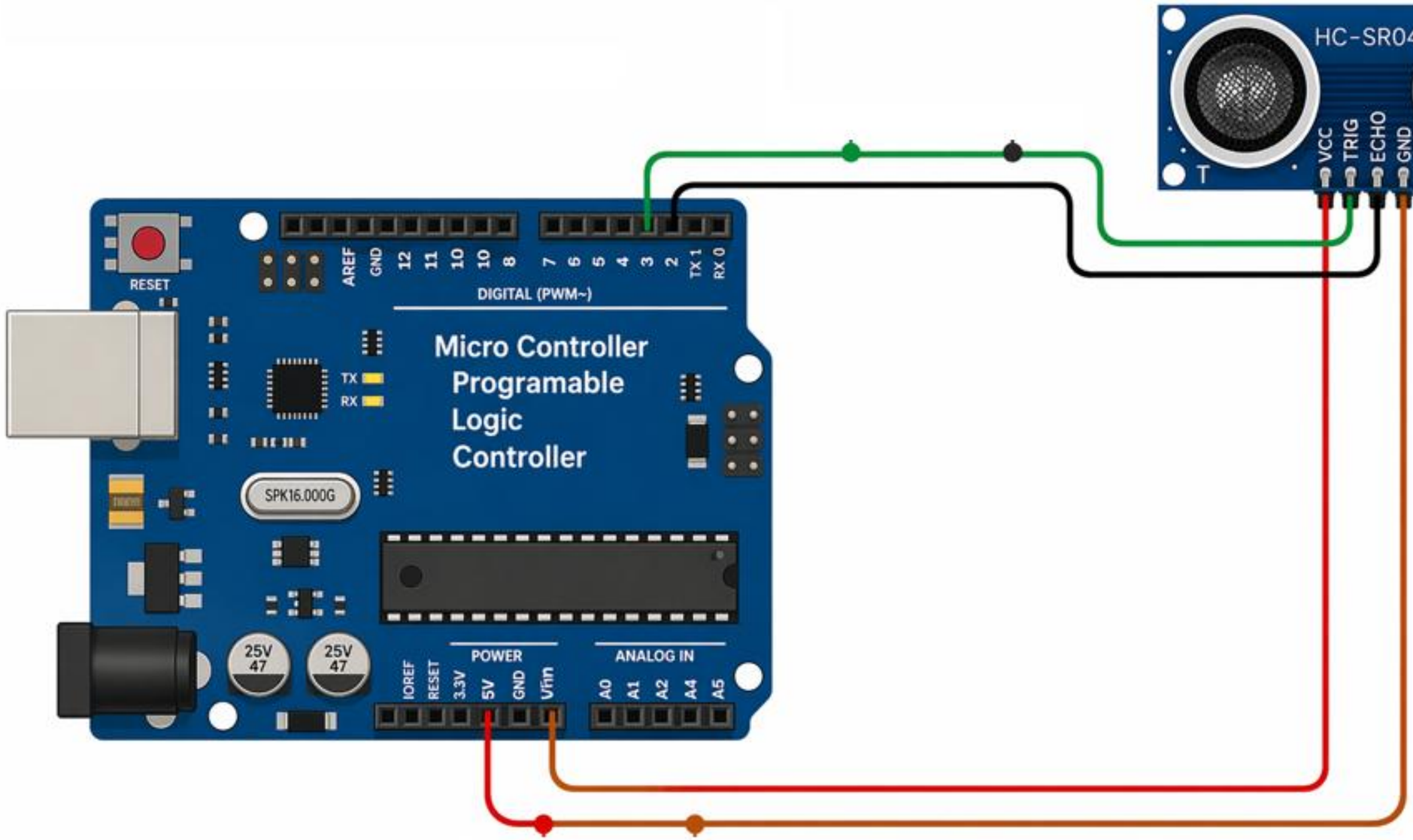
1 Tubo de cola quente



12 Conectores Macho Fêmea

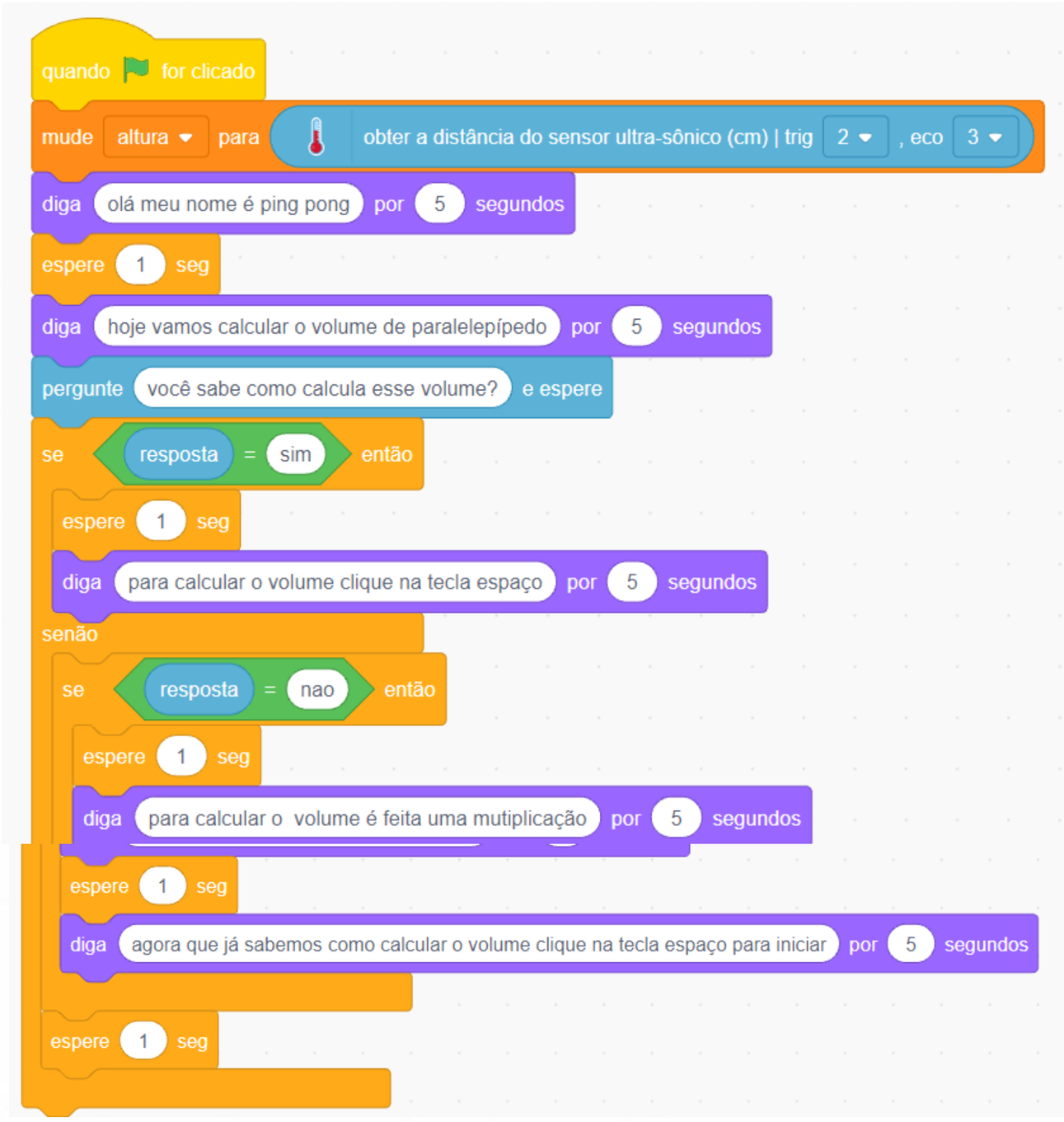


PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO

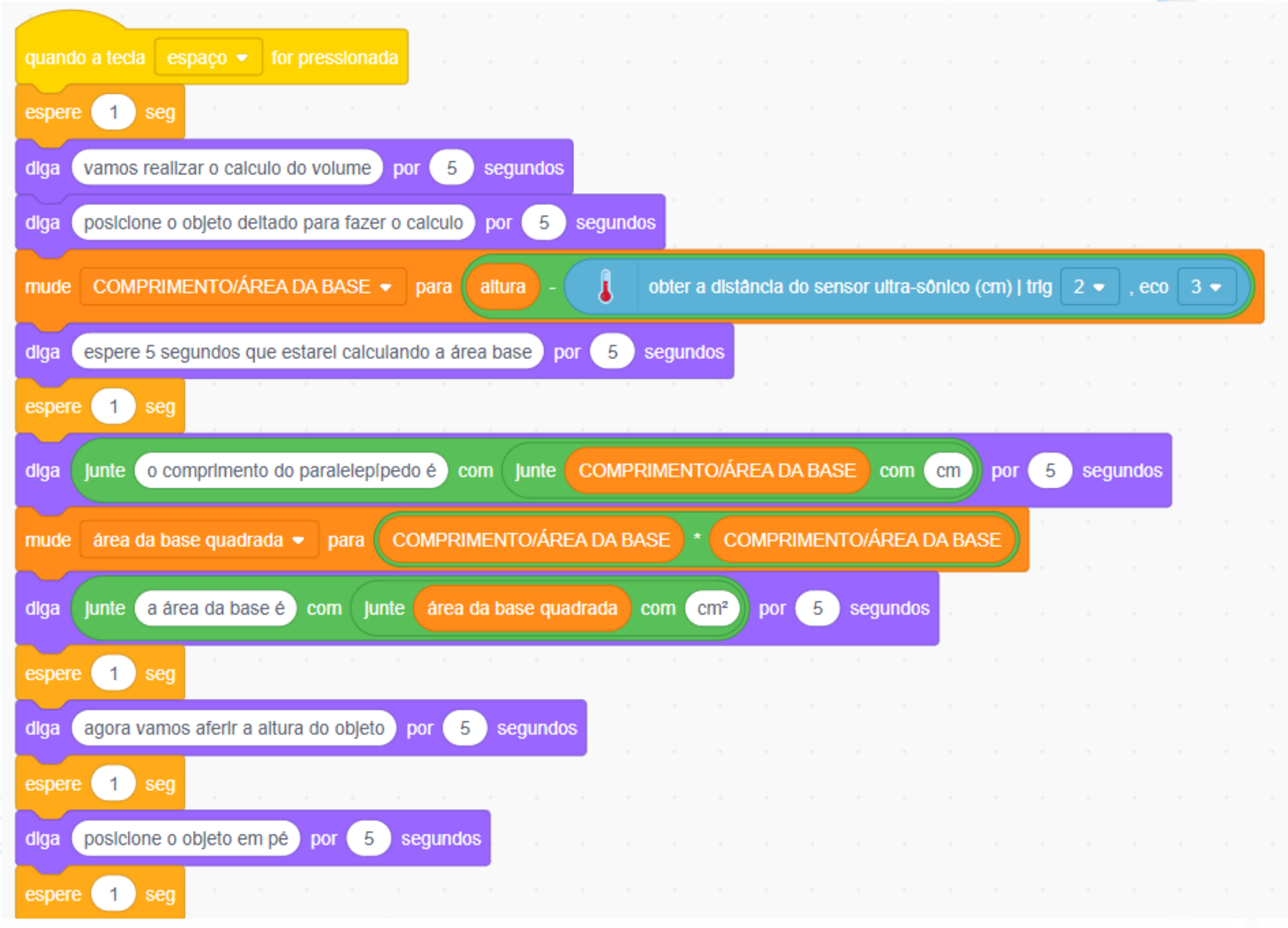


CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

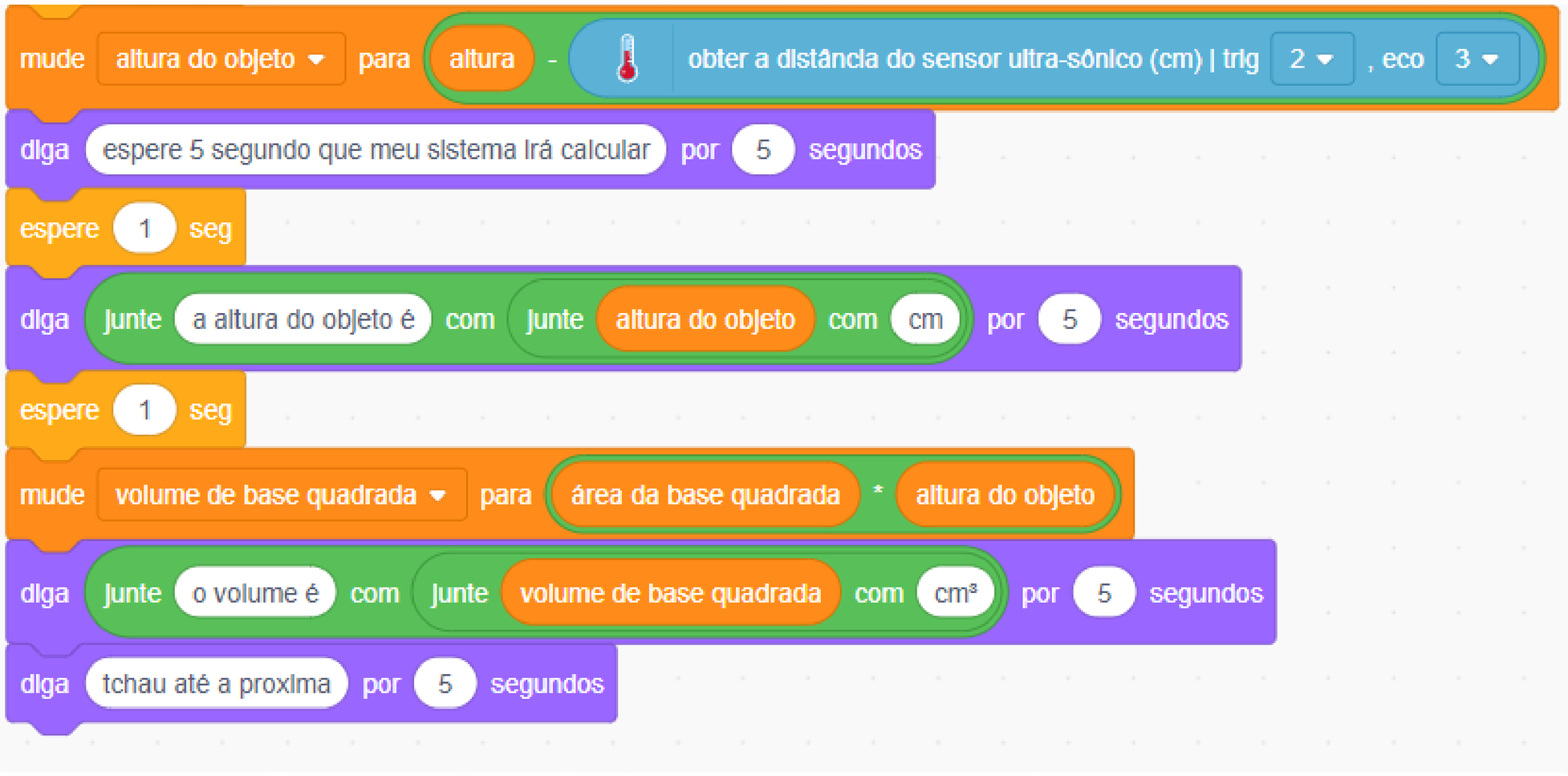
Passo 01: Criar a programação para acionar o sensor e também programar personagem.



Passo 02 - A: Programar o personagem para instruir o usuário a posicionar o objeto, realizar as medições necessárias e efetuar o cálculo do volume.



Passo 02 - B: Programar o personagem para instruir o usuário a posicionar o objeto, realizar as medições necessárias e efetuar o cálculo do volume.

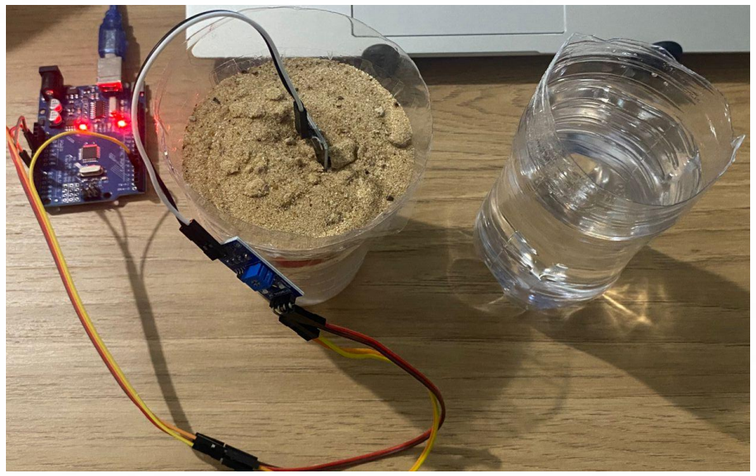


ATIVIDADES

Observação: As questões apresentadas a seguir têm como objetivo auxiliar os alunos a retomarem o conceito de volume, ficando a critério do professor a forma de utilizá-las, seja como introdução à atividade, seja ao longo de seu desenvolvimento.

1. O que é volume em um bloco retangular?
2. Quais medidas são necessárias para calcular o volume de um bloco retangular?
3. O que representam o comprimento, a largura e a altura no objeto analisado?
4. Qual fórmula utilizamos para calcular o volume de um bloco retangular?
5. Em que unidade o volume pode ser expresso?
6. Se uma das medidas aumentar, o que acontece com o volume?
7. Por que é importante medir corretamente cada dimensão do objeto?
8. Como o sensor ultrassônico pode ajudar na obtenção das medidas do objeto?
9. Qual a diferença entre volume e área?
10. Como a programação do personagem pode auxiliar o usuário a realizar o cálculo corretamente?
11. Um bloco retangular possui comprimento de 8 cm, largura de 4 cm e altura de 3 cm. Qual é o volume desse bloco?
12. Uma caixa retangular possui comprimento de 10 cm, largura de 5 cm e altura de 2 cm. Qual é o volume dessa caixa?

Projeto 05: Umidade de solo



Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto Irrigação Inteligente consiste na construção de um protótipo capaz de medir a umidade do solo, permitindo coletar e analisar dados relacionados à irrigação e sustentabilidade.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de coletar, organizar, representar e interpretar dados sobre a umidade do solo, utilizando tabelas, planilhas eletrônicas e gráficos.

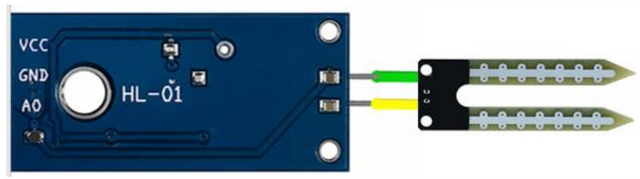
Objetos do conhecimento matemático: Coleta e organização de dados; tabelas e planilhas eletrônicas; leitura e interpretação de gráficos; representação gráfica de dados estatísticos.

HABILIDADES DA BNCC

(EF08MA23) Avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa.
(EF06MA32) Interpretar e resolver situações envolvendo dados de pesquisas em contextos ambientais e de sustentabilidade, apresentados em tabelas e gráficos, sintetizando conclusões.

LISTA DE MATERIAIS

1 Sensor Higômetro



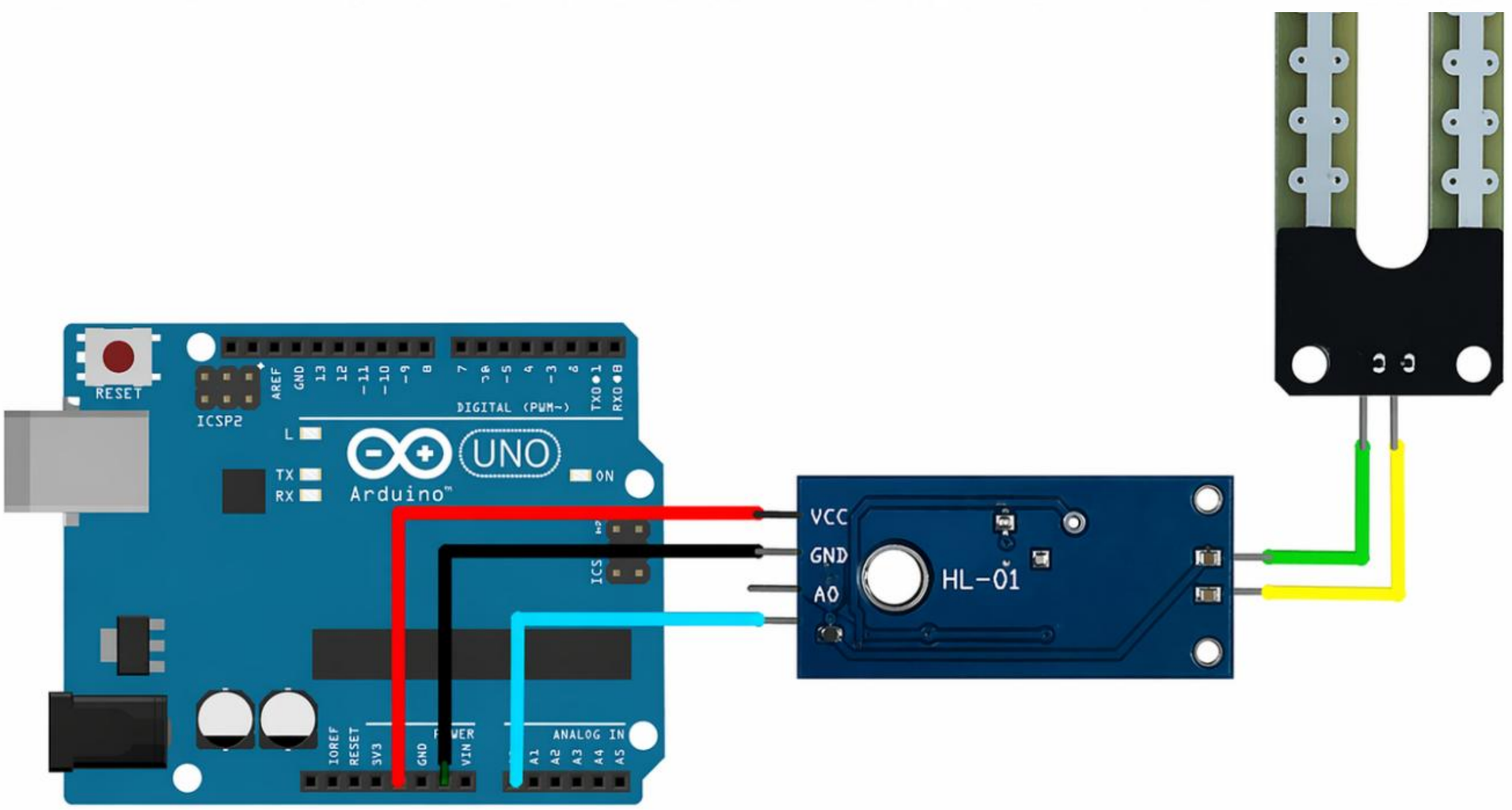
2 Recipiente de Plástico



5 Conectores Macho Fêmea



PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO



CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: fazendo a programação do dispositivo.



Passo 02: Exportando os dados para planilha eletrônica



ATIVIDADES

1. Qual a importância de registrar os dados de umidade do solo em uma planilha eletrônica?
2. Como organizar, em uma tabela, os valores coletados pelo sensor ao longo do tempo?
3. Quais colunas podem ser utilizadas em uma planilha para registrar horário, data e nível de umidade?
4. Por que a tabela facilita a análise dos dados coletados pelo protótipo?
5. Qual tipo de gráfico é mais adequado para representar a variação da umidade do solo durante o dia?
6. Qual tipo de gráfico não é indicado para representar a variação da umidade do solo ao longo do tempo? Por quê?
7. Em que situação um gráfico de colunas pode ser mais indicado do que um gráfico de linhas?
8. Como identificar, em um gráfico, os momentos em que a umidade do solo diminuiu?
9. De que forma a planilha pode ajudar na comparação entre diferentes dias de coleta de dados?
10. Como o uso de planilhas, tabelas e gráficos pode auxiliar na tomada de decisões sobre a irrigação das plantas?

Projeto 06: Jardim autônomo



Público-alvo: 7º e 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto Jardim Autônomo consiste na construção de um protótipo que monitora a umidade do solo e aciona automaticamente a irrigação, permitindo explorar porcentagens em contextos tecnológicos e sustentáveis.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de resolver situações-problema envolvendo porcentagens, relacionando os níveis de umidade do solo ao funcionamento da irrigação automática.

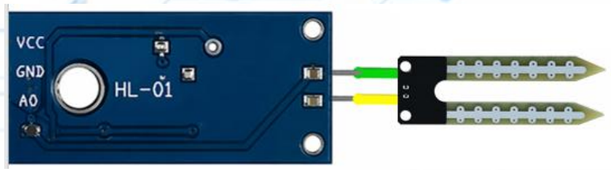
Objetos do conhecimento matemático: Porcentagem; representação e interpretação de dados percentuais; resolução de situações-problema; proporcionalidade.

HABILIDADES DA BNCC

(EF06MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens com base na ideia de proporcionalidade, utilizando diferentes estratégias.
(EF07MA02) Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora.

LISTA DE MATERIAIS

1 SENSOR HIGROMÊTRO



1 MÓDULO RELÊ DE 1 CANAL 5 V



20 CONECTORES MACHO FÊMEA



1 MINI BOMBA SUBMERSA 5V



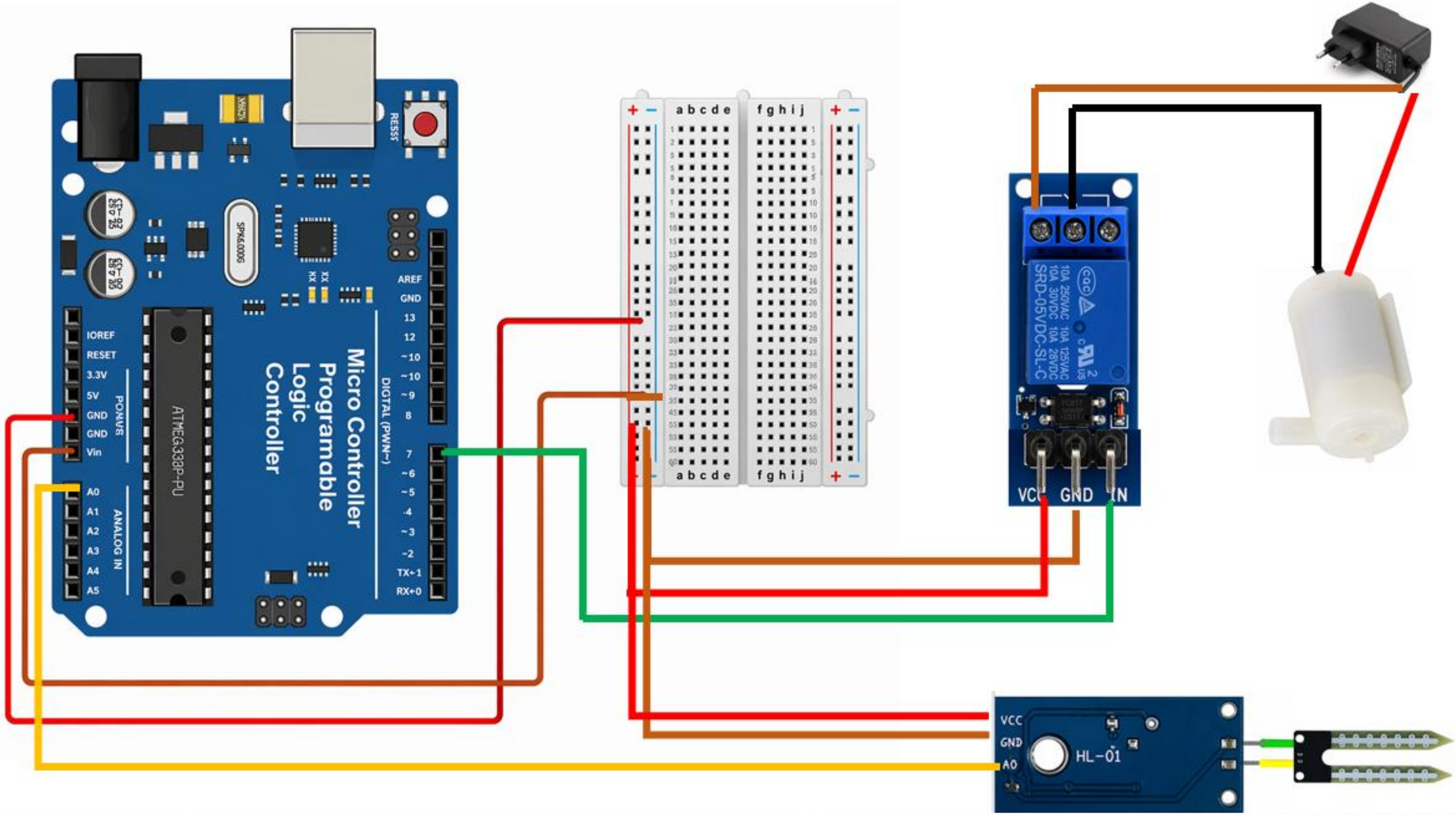
1 RECIPIENTES DE PLASTICO DE 5 L



50 CENTÍMETROS DE MANGUEIRA DE AQUÁRIO

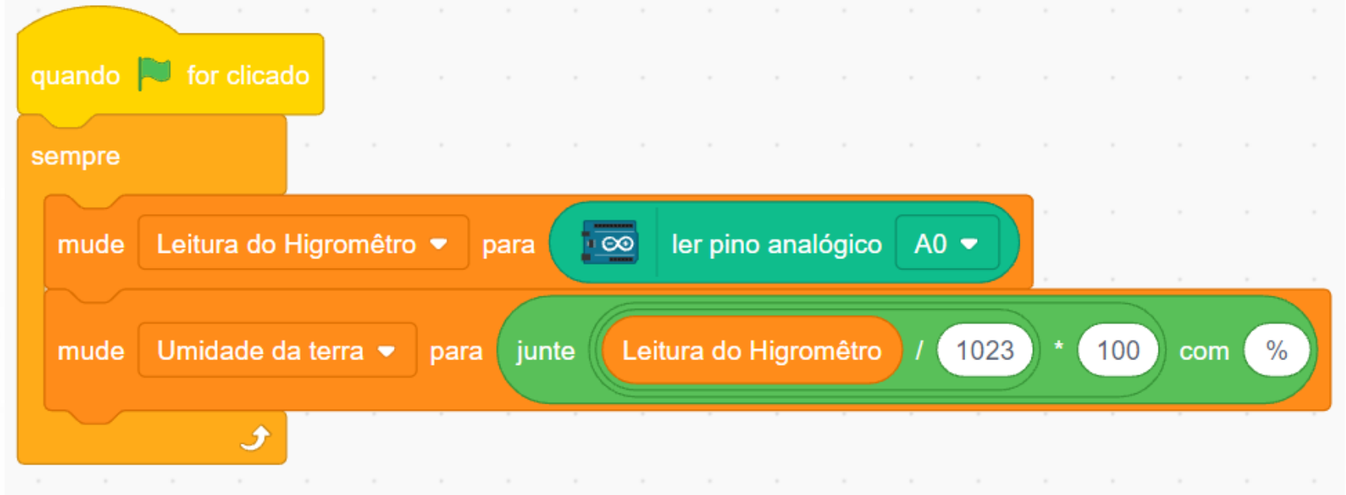


PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO

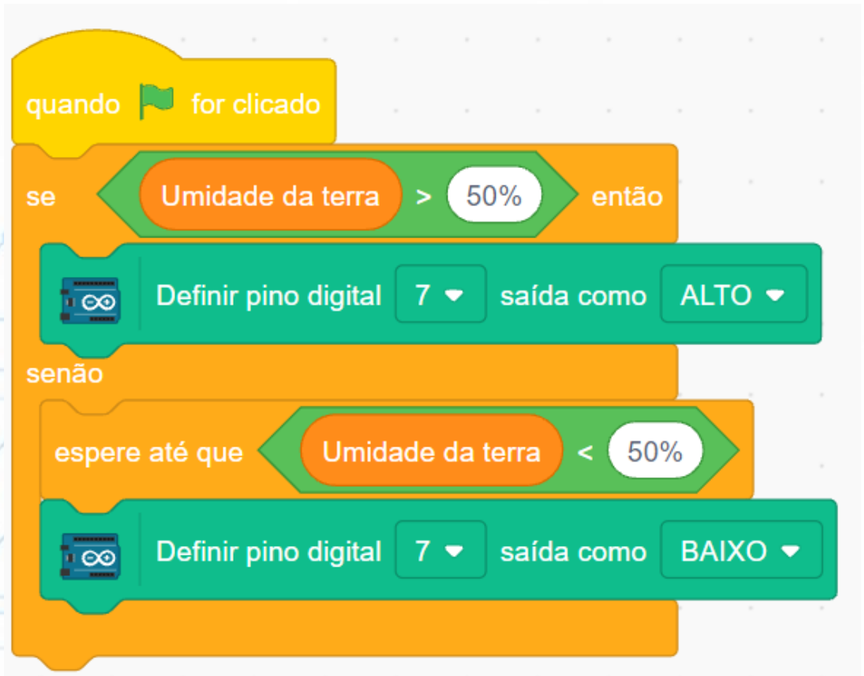


CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: Programando o sensor higrômetro e criando parâmetros de leitura.



Passo 02: Programando a mini Bomba 5v



ATIVIDADES

1. O sistema do Jardim Autônomo foi programado para acionar a minibomba quando a umidade estiver abaixo de 50%. Se o sensor indicar 45%, a bomba deve ligar? Explique.

2. Se a leitura do sensor mostrar 60% de umidade, a bomba deverá permanecer ligada ou desligada? Justifique.

3. Em uma escala de 0% a 100%, o que significa dizer que o solo está com 30% de umidade?

4. A umidade do solo passou de 35% para 55% após a irrigação. Quantos pontos percentuais ela aumentou?

5. Durante o dia, a umidade reduziu de 70% para 40%. Quantos pontos percentuais foram perdidos?

6. Se o solo está com 48% de umidade, faltam quantos pontos percentuais para atingir o parâmetro de 50%?

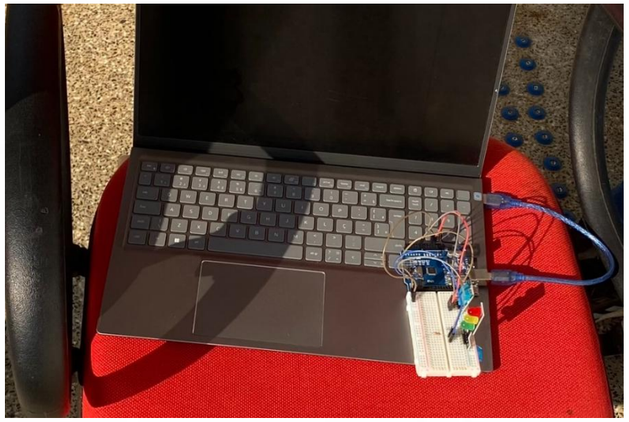
7. Dois vasos foram analisados: um com 25% e outro com 52% de umidade. Em qual deles a bomba deve ser acionada?

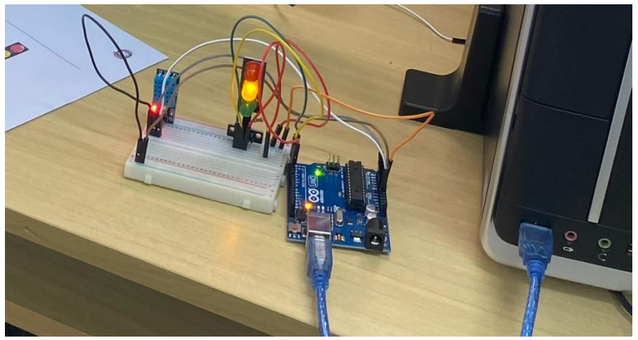
8. Como foi feito a modelagem da porcentagem na programação do dispositivo?

9. Como a utilização de porcentagens facilita a programação automática da irrigação no projeto Jardim Autônomo?

10. Para definir o parâmetro de 50% como nível mínimo de umidade, foi necessário analisar dados e comparar valores do sensor. Como a Matemática pode ajudar nessa modelagem e na escolha desse valor de referência?

Projeto 07: Estação Meteorológica





Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto **Estação Meteorológica** consiste na construção de um protótipo que mede temperatura e umidade em diferentes ambientes, permitindo coletar, comparar e analisar dados estatísticos.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de coletar, organizar e analisar dados de temperatura e umidade, utilizando planilhas, gráficos e medidas de tendência central.
Objetos do conhecimento matemático: Organização de dados; tabelas e gráficos; média, moda e mediana; amplitude; análise e comparação de dados.

HABILIDADES DA BNCC

(EF08MA23) Avaliar a adequação de diferentes tipos de gráficos para representar um conjunto de dados de uma pesquisa.
(EF08MA25) Obter medidas de tendência central (média, moda e mediana), compreendendo seus significados e relacionando-as à dispersão dos dados indicada pela amplitude.

LISTA DE MATERIAIS

10 CONECTORES MACHO FÊMEA



02 MÓDULO LED SEMÁFORO



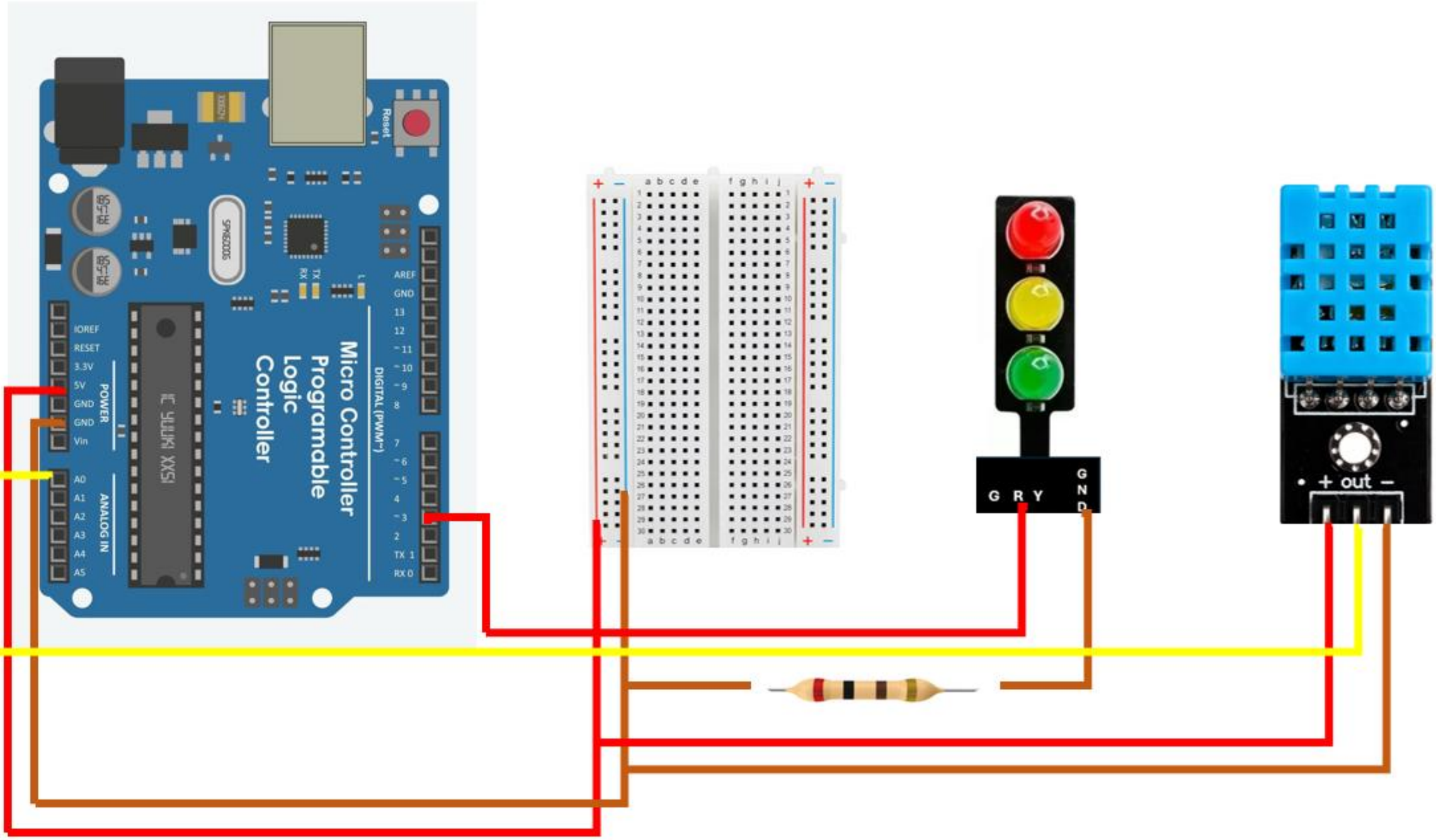
02 RESISTOR 200 OHM



02 MÓDULOS SENSOR DTH11

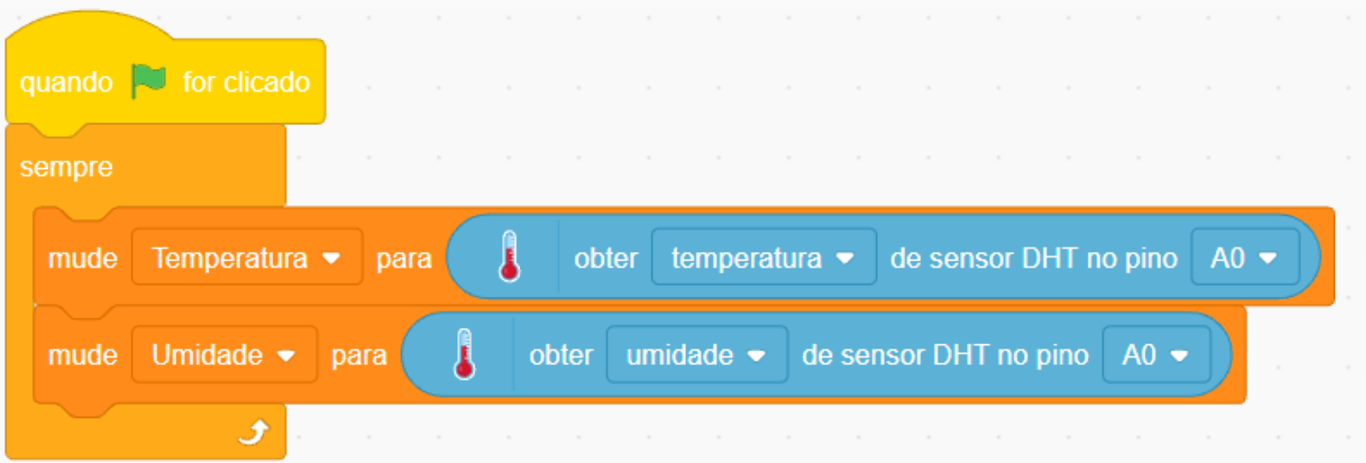


PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO

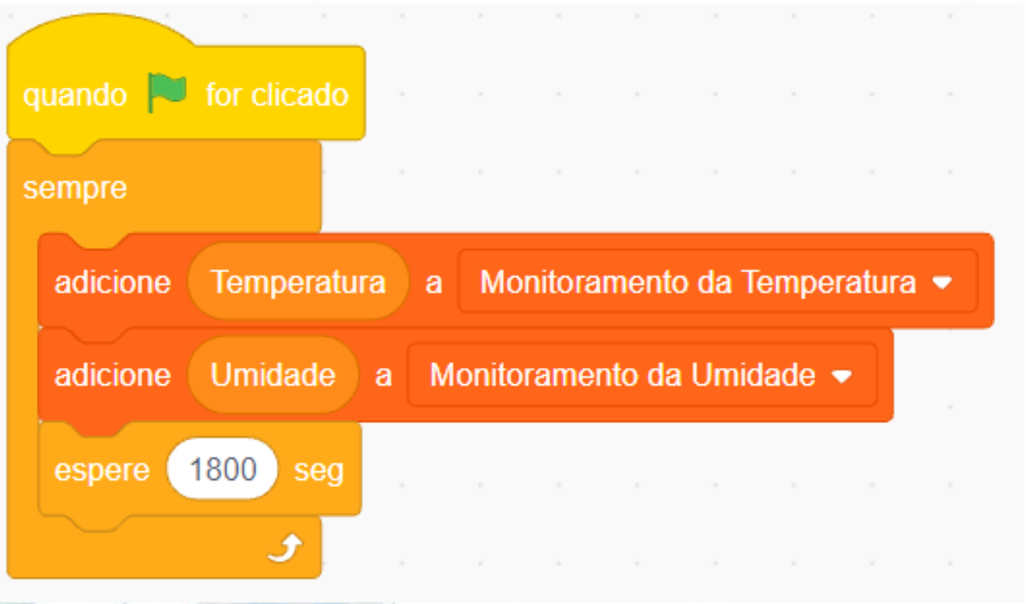


CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: Conectando os sensores



Passo 02: Criando as variáveis para leitura continua (a cada 30 minutos)



Passo 03: Programando o led para acionamento.



ATIVIDADES

1. Qual a importância de registrar os dados de temperatura e umidade em uma planilha eletrônica?

2. Ao comparar os dados coletados em ambiente interno e externo, quais diferenças podem ser observadas?

3. Qual tipo de gráfico é mais adequado para representar a variação da temperatura ao longo do tempo?

4. Qual tipo de gráfico é mais indicado para comparar a umidade entre ambiente interno e externo?

5. Por que escolher corretamente o tipo de gráfico é importante na análise dos dados?

6. Como calcular a média das temperaturas registradas durante a atividade?

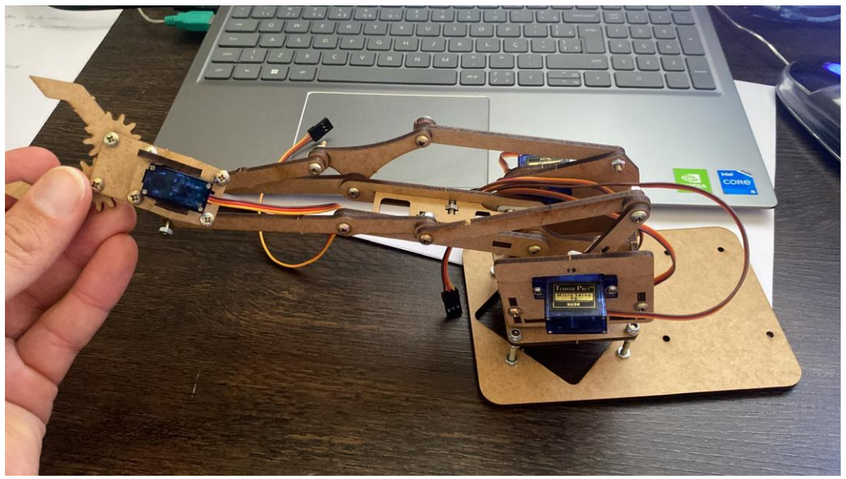
7. O que a moda pode indicar ao analisar os valores de umidade coletados?

8. Como encontrar a mediana de um conjunto de temperaturas registradas?

9. De que forma tabelas e gráficos ajudam na interpretação de fenômenos climáticos observados no projeto?

10. Que conclusões podem ser elaboradas a partir da análise dos dados coletados pela Estação Meteorológica?

Projeto 08: GARRA DINÂMICA



Público-alvo: 8º ano do Ensino Fundamental

Descrição: O projeto **Garra Dinâmica** consiste na construção de um protótipo capaz de realizar movimentos controlados e apreender objetos, utilizando servomotores e potenciômetros.

Objetivo da aula: Desenvolver a capacidade de resolver situações-problema envolvendo proporcionalidade, relacionando a variação do potenciômetro aos movimentos e ângulos dos servomotores.

Objetos do conhecimento matemático: Grandezas e suas relações; proporcionalidade direta; conversão e escala de medidas; representação algébrica entre variáveis.

HABILIDADE DA BNCC

(EF08MA13) Resolver e elaborar problemas que envolvam grandezas diretamente ou inversamente proporcionais, por meio de estratégias variadas.

LISTA DE MATERIAIS

2 Potenciômetro kΩ



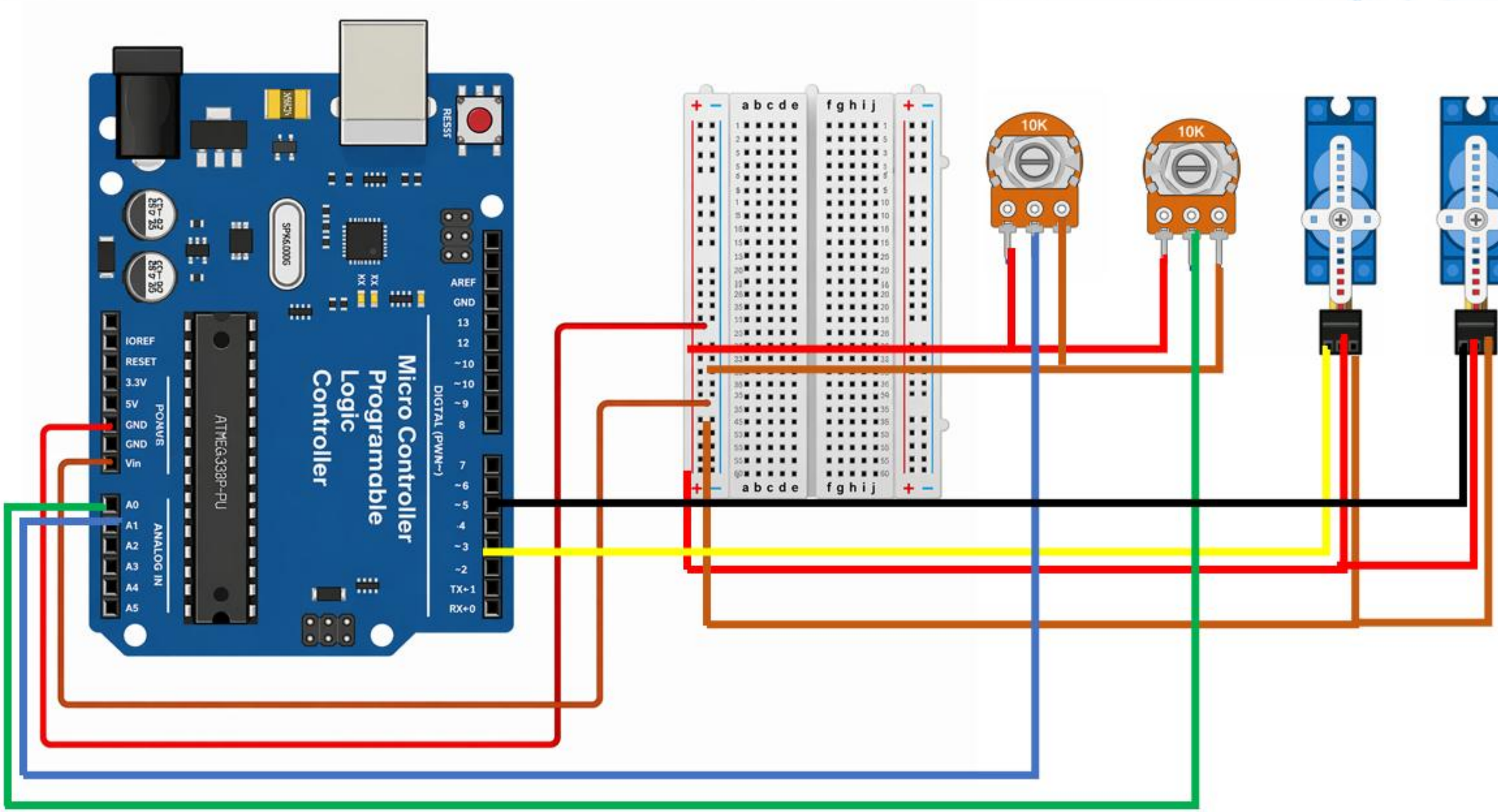
2 Servomotor 9G



20 Conectores Macho Fêmea



PROTOTIPAGEM DO CIRCUITO ELETRÔNICO



CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

Passo 01: Criando as variáveis para leitura dos potenciômetros



Passo 02: Conectando as variáveis a leitura dos potenciômetros e também fazendo a conversão para os servomotores



CONSTRUÇÃO DO CÓDIGO

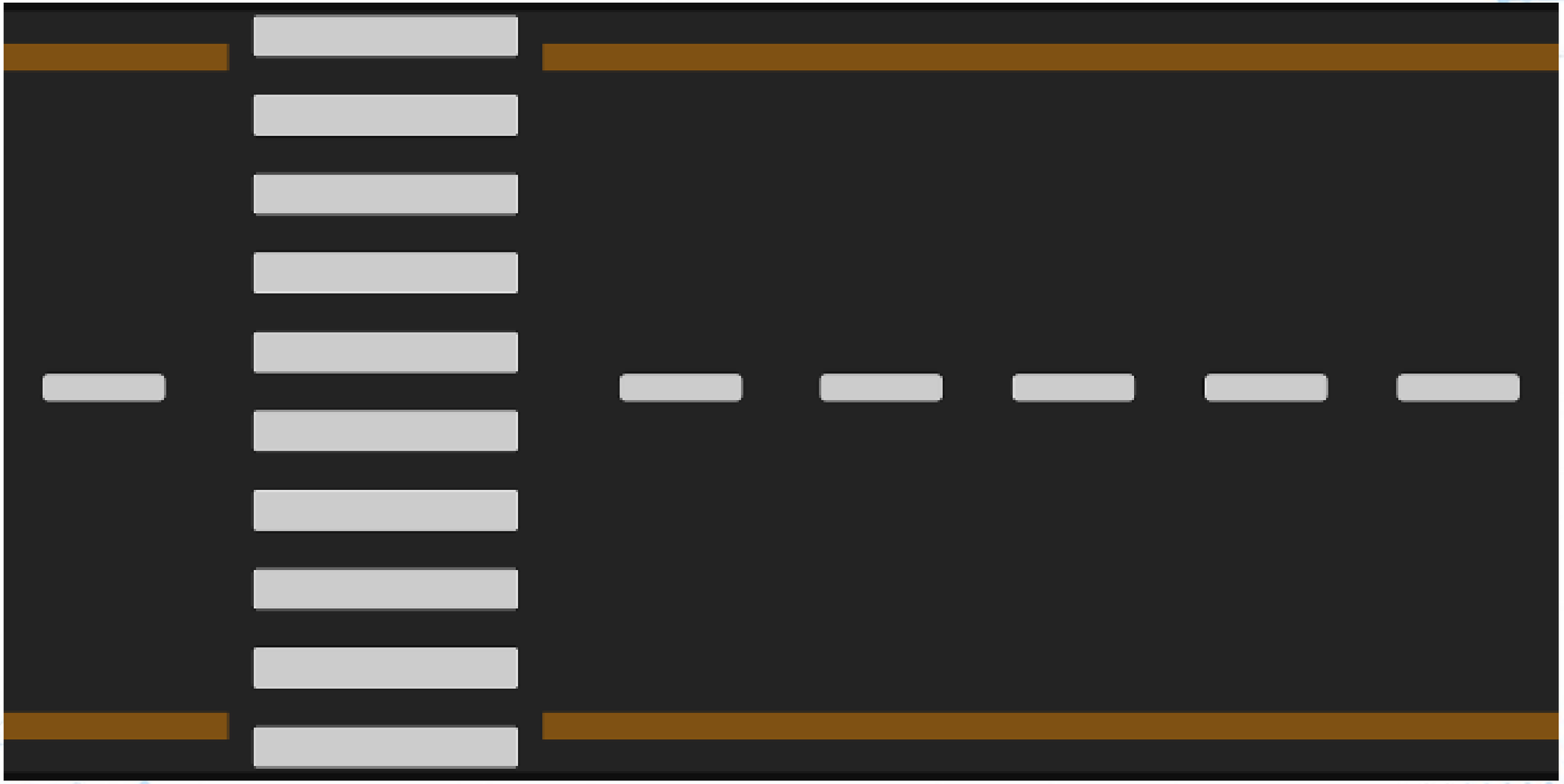
Passo 01: Criando as variáveis para leitura dos potenciômetros

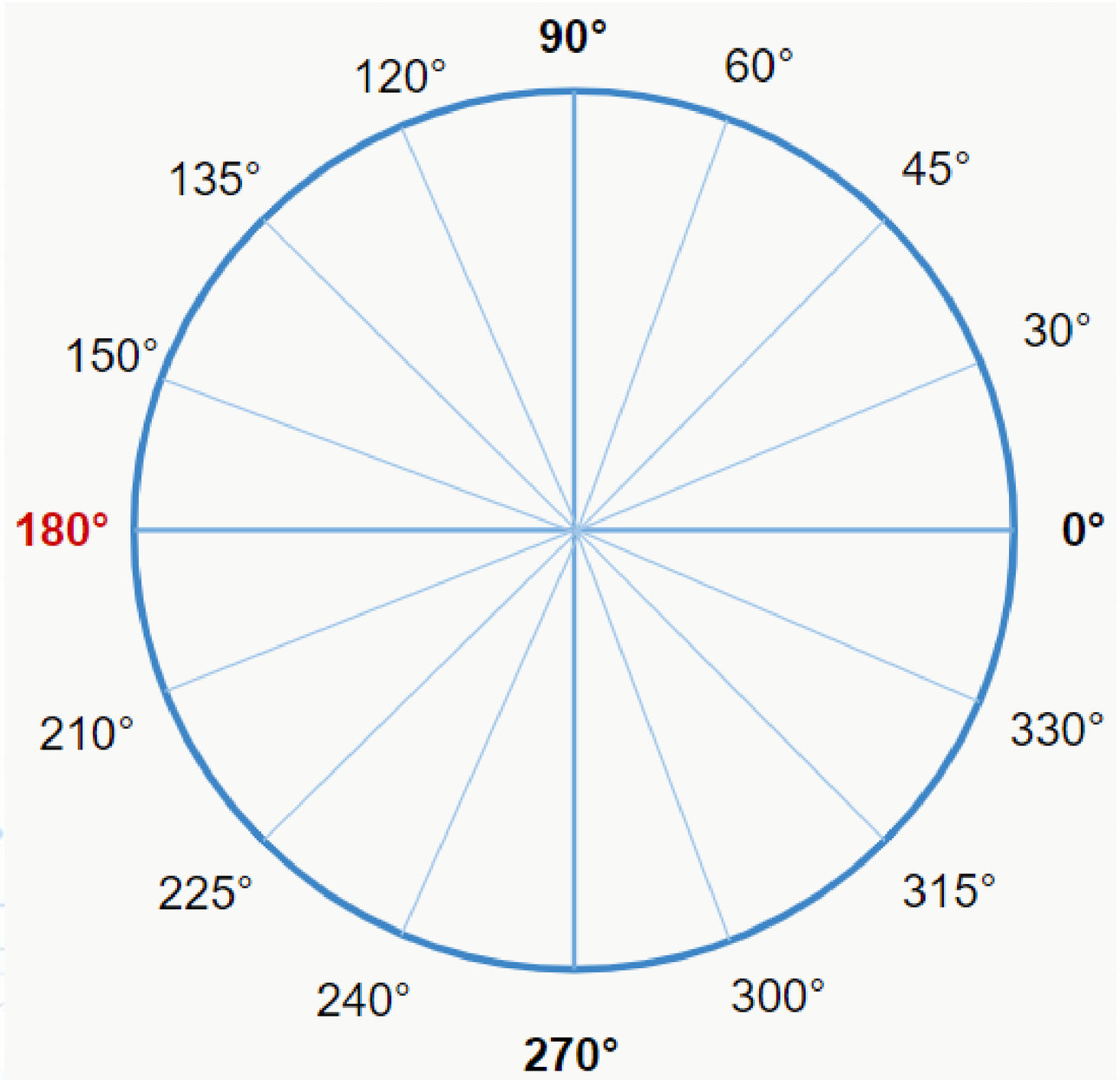


Passo 02: Conectando as variáveis a leitura dos potenciômetros e também fazendo a conversão para os servomotores



ARQUIVOS PARA IMPRESSÃO




90°
120°
60°
135°
45°
150°
30°
180°
0°
210°
330°
225°
315°
240°
300°
270°

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos apresentados neste caderno de atividades foram desenvolvidos no contexto de uma pesquisa de mestrado e integram o Produto Educacional elaborado como resultado do programa de pós-graduação.

Este material possui finalidade exclusivamente educacional e pedagógica, não apresentando caráter comercial, publicitário ou finalidade de venda. Sua elaboração tem como propósito contribuir com a prática de professores que ensinam Matemática, oferecendo possibilidades para a utilização do PictoBlox e da robótica educacional no desenvolvimento de atividades que articulem conhecimentos matemáticos, tecnologia digital e pensamento computacional.

As propostas apresentadas buscam servir como referência e inspiração para que os professores possam adaptar, ampliar e desenvolver novas experiências de acordo com a realidade, os recursos disponíveis e as necessidades de aprendizagem de seus estudantes.

Ressalta-se, ainda, que as imagens ilustrativas presentes neste material foram produzidas com o auxílio de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), sendo utilizadas com finalidade exclusivamente didática e de apoio visual às propostas apresentadas.

Dessa forma, este caderno constitui um recurso educacional destinado à disseminação de práticas pedagógicas e ao fortalecimento da integração entre Matemática, PictoBlox e robótica educacional, contribuindo para a criação de experiências de aprendizagem mais investigativas, práticas e contextualizadas.