



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Rafael Vieira Abrantes

ROBÔ TAN 2.0: UMA PROPOSTA PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL

PAU DOS FERROS/RN

2021

Rafael Vieira Abrantes

## ROBÔ TAN 2.0: UMA PROPOSTA PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo

PAU DOS FERROS/RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A158r Abrantes, Rafael Vieira.  
ROBÔ TAN 2.0: UMA PROPOSTA PARA A ROBÓTICA  
EDUCACIONAL / Rafael Vieira Abrantes. - 2021.  
42 f. : il.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva  
Segundo.

Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de  
Computação, 2021.

1. Robótica Educacional. 2. Flutter. 3.  
Arduino. 4. Modelagem 3D. I. Gurgel da Silva  
Segundo, Francisco Carlos, orient. II. Título.

Rafael Vieira Abrantes

ROBÔ TAN 2.0: UMA PROPOSTA PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Trabalho aprovado em Pau dos Ferros/RN, 01 de *Junho* de 2021:

---

Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva  
Segundo  
Presidente

---

Prof. Dr. Pedro Thiago Valério de Souza  
Professor Avaliador

---

Prof. Me. Felipe Torres Leite  
Professor Avaliador

Pau dos Ferros/RN  
2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro agradeço a Deus por me proporcionar uma família maravilhosa, meu pai Edmilson e minha mãe Maria que sempre acreditaram em mim e apostaram tudo no meu estudo, ao meu irmão que na construção deste trabalho está passando por momentos difíceis e que a todo momento não deixo de pensar nele, nunca irei esquecer de todo o apoio.

A minha segunda família, Alderi, Avani, Robson e Camila, sempre estive do meu lado e me apoiando em tudo que faço, espero logo encontrar todos de novo e conversar por horas, agradeço demais por tudo.

A Vanérica que encontrei nas aulas de Circuitos Digitais e que ao fazer o primeiro trabalho juntos, virou minha uma amiga para vida, nunca vou esquecer todo momento que passamos, as dificuldades, as apostas para chegar no horário, as confraternizações e as raivas que passamos juntos, considero como minha família.

A Beatriz que nos momentos difíceis me deu força para continuar, nunca desistiu e sempre acreditou no meu potencial até hoje, obrigado por tudo.

Aos meus amigos que estão comigo desde que cheguei em Sousa-PB, Yago, Renata, Maria Luiza, Carlos, Anderson e Wolsey, obrigado por tudo.

Ao meu orientador Francisco Segundo que sem ele este trabalho não seria realizado e por estar sempre disponível para tudo, desde de uma dúvida até para desabafar, só tenho a agradecer.

*"Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança."  
Stephen Hawking*

## RESUMO

Através do avanço tecnológico, ao longo do tempo, algo que tem ganhado bastante destaque é a robótica educacional, com o conceito de fazer robôs escondendo sua complexidade, fazendo com que o aluno seja capaz de melhorar a forma de pensar, aguçar sua criatividade, entre outros. O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo próprio para controle do Robô TAN 2.0 e a melhoria do mesmo. Foi realizado desenvolvimento do *layout* do aplicativo para a comunicação, o aplicativo utilizando Flutter, a construção do robô utilizando o Arduino, o conceito do robô utilizando modelagem 3D para integralizar o jogo medieval TANGRAM e realização testes de comunicação do aplicativo com o robô. Foram desenvolvidas 3 práticas referente aos 3 modos de aplicação que o aplicativo possui: modo de controle manual do robô, tabuleiro para o funcionamento do desvio de obstáculos e por fim um tabuleiro com o um percurso de seguidor de linha. O ROBÔ TAN 2.0 mostrou-se funcional e conseguindo realizar as tarefas que podem ajudar na criatividade.

**Palavras-chaves:** Robótica Educacional; Flutter; Arduino; Modelagem 3D.

## ABSTRACT

Through technological advances, over time, something that has gained considerable prominence is educational robotics, with the concept of making robots hiding their complexity, making the student able to improve their way of thinking, sharpen their creativity, among others. This work aims to develop an application to control the Robot TAN 2.0 and improve it. Development of the layout of the application for communication, the application using Flutter, the construction of the robot using Arduino, the concept of the robot using 3D modeling to integrate the medieval game TANGRAM and conducting communication tests of the application with the robot was carried out. Three practices were developed regarding the three application modes that the application has: manual robot control mode, board for the operation of the obstacle avoidance and finally a board with a line follower path.

ROBOT TAN 2.0 proved to be functional and able to perform tasks that can help creativity.

**Key-words:** Educational Robotics; Flutter; Arduino; 3d modeling.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Labirinto. . . . .                                                  | 14 |
| Figura 2 – (a) Mouse Robô e (b) Prática com o Mouse Robô. . . . .              | 15 |
| Figura 3 – Robô TAN. . . . .                                                   | 16 |
| Figura 4 – (a) Desenho do gato e do (b) foguete. . . . .                       | 17 |
| Figura 5 – Estrutura de um projeto em Flutter. . . . .                         | 18 |
| Figura 6 – (a) Estrutura na parte do <i>android</i> e (b) <i>iOS</i> . . . . . | 19 |
| Figura 7 – Exemplo de código em Dart. . . . .                                  | 19 |
| Figura 8 – Página inicial do Android Studio. . . . .                           | 20 |
| Figura 9 – (a) Arduino Leonardo e (b) Arduino Uno. . . . .                     | 21 |
| Figura 10 – Página inicial do Arduino IDE. . . . .                             | 21 |
| Figura 11 – Módulo bluetooth HC-05. . . . .                                    | 22 |
| Figura 12 – Funcionamento do ultrassônico. . . . .                             | 23 |
| Figura 13 – Ultrassônico HC-SR04. . . . .                                      | 23 |
| Figura 14 – Módulo seguidor de linha. . . . .                                  | 24 |
| Figura 15 – (a) Funcionamento Motor DC e (b) Motor DC. . . . .                 | 24 |
| Figura 16 – Modelo da Ponte H L9110S. . . . .                                  | 25 |
| Figura 17 – Página inicial do Figma. . . . .                                   | 26 |
| Figura 18 – Página inicial do Blender. . . . .                                 | 27 |
| Figura 19 – <i>Layout</i> da tela inicial do aplicativo. . . . .               | 28 |
| Figura 20 – <i>Layout</i> da conexão manual. . . . .                           | 29 |
| Figura 21 – <i>Layout</i> do menu. . . . .                                     | 29 |
| Figura 22 – (a) <i>Layout</i> do modo 1, (b) modo 2 e (c) modo 3. . . . .      | 30 |
| Figura 23 – <i>Layout</i> do sobre. . . . .                                    | 30 |
| Figura 24 – Tela inicial do aplicativo. . . . .                                | 31 |
| Figura 25 – Tela para conectar o robô de forma manual. . . . .                 | 32 |
| Figura 26 – Tela do menu do aplicativo. . . . .                                | 32 |
| Figura 27 – (a) Modo 1 do aplicativo, (b) Modo 2 e (c) Modo 3. . . . .         | 33 |
| Figura 28 – Tela do sobre do aplicativo. . . . .                               | 33 |
| Figura 29 – Robô TAN 2.0 com os componentes montados. . . . .                  | 34 |
| Figura 30 – (a) Base do Robô TAN 2.0 frente e (b) atrás. . . . .               | 34 |
| Figura 31 – (a) Robô TAN 2.0 completo frente e (b) atrás. . . . .              | 35 |
| Figura 32 – Tabuleiro da prática 1 com o Robô TAN 2.0. . . . .                 | 36 |
| Figura 33 – Tabuleiro da prática 3 com o Robô TAN 2.0. . . . .                 | 37 |
| Figura 34 – Tabuleiro da prática 3 com o Robô TAN 2.0. . . . .                 | 38 |

## SUMÁRIO

|              |                                     |           |
|--------------|-------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                   | <b>11</b> |
| 1.1          | MOTIVAÇÃO                           | 11        |
| 1.2          | METODOLOGIA                         | 12        |
| 1.3          | OBJETIVOS                           | 12        |
| <b>1.3.1</b> | <b>Objetivo Geral</b>               | <b>13</b> |
| <b>1.3.2</b> | <b>Objetivos Específicos</b>        | <b>13</b> |
| 1.4          | ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO             | 13        |
| <b>2</b>     | <b>ESTADO DA ARTE</b>               | <b>14</b> |
| 2.1          | TRABALHOS RELACIONADOS              | 14        |
| <b>3</b>     | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>          | <b>17</b> |
| 3.1          | TANGRAM                             | 17        |
| 3.2          | FLUTTER                             | 17        |
| <b>3.2.1</b> | <b>Arquitetura Flutter</b>          | <b>18</b> |
| <b>3.2.2</b> | <b>Dart</b>                         | <b>19</b> |
| <b>3.2.3</b> | <b><i>Android Studio</i></b>        | <b>20</b> |
| 3.3          | ARDUINO                             | 20        |
| <b>3.3.1</b> | <b>Arduino IDE</b>                  | <b>21</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Bluetooth HC-05</b>              | <b>22</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>Ultrassônico HC-SR04</b>         | <b>22</b> |
| <b>3.3.4</b> | <b>Seguidor de Linha</b>            | <b>23</b> |
| <b>3.3.5</b> | <b>Motor DC</b>                     | <b>24</b> |
| 3.4          | PROTOTIPAGEM DA INTERFACE GRÁFICA   | 25        |
| 3.5          | MODELAGEM 3D                        | 26        |
| <b>4</b>     | <b>DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO</b> | <b>28</b> |
| 4.1          | PROTOTIPAGEM DO APLICATIVO          | 28        |
| 4.2          | APLICATIVO ROBÔ TAN 2.0             | 31        |
| 4.3          | CONSTRUÇÃO DO ROBÔ TAN 2.0          | 34        |
| 4.4          | MODELAGEM 3D                        | 34        |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>      | <b>36</b> |
| 5.1          | PRÁTICA I                           | 36        |
| 5.2          | PRÁTICA II                          | 37        |
| 5.3          | PRÁTICA III                         | 37        |

|          |                        |           |
|----------|------------------------|-----------|
| 5.4      | LIMITAÇÕES DO TRABALHO | 38        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO</b>       | <b>39</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>     | <b>40</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Através do avanço tecnológico, diversas ferramentas surgiram para facilitar as tarefas do cotidiano. Uma delas que tem ganhado bastante destaque é a robótica educacional. Até a década de 1990, o campo da robótica era restrito à grandes pesquisadores. Todavia, a partir do avanço tecnológico, esse tema foi levado às escolas, de forma que as crianças possam montar seus próprios robôs. O conceito era de fazer os robôs, mas escondendo a complexidade deles, tornando-os mais acessíveis (SILVA; BLIKSTEIN, 2020). Com isso, surgiu a robótica educacional.

Segundo MATARIC (2014), um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico e que pode sentir o seu ambiente e agir sobre ele para alcançar seus objetivos. De acordo com esta definição, o primeiro robô da história criado foram as tartarugas de William Grey Walter na década de 1940 (MATARIC, 2014).

Os robôs de William Grey eram tartarugas com 3 rodas no formato de triciclo e coberto com uma concha de plástico transparente. Uma delas possuía sensor de luz e sensor de colisão fazendo com que o robô andasse à procura de luz e ir em direção a ela ou afastar da mesma, além da capacidade de desviar de obstáculos (MATARIC, 2014). A partir desse marco histórico e do desenvolvimento da eletrônica, surgiram vários trabalhos científicos e desenvolvimento de robôs.

A robótica educacional apresenta benefícios para o aprendizado, o aluno é capaz de melhorar o raciocínio lógico, estimulando o pensar de forma lógica, analítica e crítica, fortalecendo o lado esquerdo do cérebro. Além disso, tem a vantagem do aprimoramento da escrita, a formulação de ideais e de como se expressar. Todas essas vantagens têm como resultado a melhoria no desempenho escolar, visto que o aluno aprende a raciocinar e analisar os conteúdos de forma crítica e criativa. Outro fator importante é o desenvolvimento interpessoal, pois com o uso da robótica educacional, o aluno melhora/desenvolve a cooperação e o companheirismo, ajudando no trabalho em equipe (FIEMG, 2020).

A proposta deste trabalho é propor e desenvolver melhorias para o Robô TAN (DIAS, 2020). Foi desenvolvido um aplicativo *mobile* com a finalidade de controlar de forma exclusiva este robô e observar sua funcionalidade. Além disso, foi realizada a modelagem em 3D das peças do robô. Foram propostas atividades para a utilização do Robô TAN 2.0 com o objetivo de melhorar a parte cognitiva e motora através de práticas que envolvem cores, operações matemáticas e controle do robô.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

A utilização da robótica educacional estimula a pensar de forma lógica. Po-dendo melhorar o trabalho em equipe, envolver a multidisciplinaridade e desenvolver a criatividade para a resolução de problemas (NOEMI, 2019a).

A robótica educacional é beneficiada com o avanço da tecnologia e um delas é uso de *smartphones* para diversas aplicações na área da robótica, facilitando a utilização dos robôs (NOEMI, 2019b).

Associado à isso, a utilização de *smartphones* para o uso da internet só cresce ao longo dos anos. Em 2018, no Brasil, o percentual foi de 98,1% dos lares que tinham serviço a internet e o celular era o dispositivo utilizado para o acesso, em relação ao ano anterior o aumento em 1,1%. O percentual das crianças com idade entre 10 e 13 anos que utilização *internet* foi de 71,2% para 75% entre 2017 e 2018. Enquanto isso, o uso do microcomputador diminuiu de 56,6% para 50,7%. (IBGE, 2020). No Brasil, mais da metade dos adultos (60%) possuem um *smartphone* no bolso, em média 70 a 80 softwares são instalados nos *smartphones* e o consumo de aplicativos do brasileiro é cerca de três horas diariamente (DEMARTINI, 2019).

Com o crescimento da utilização dos celulares, o mercado mundial de aplicativos deve movimentar US\$6,3 trilhões até 2021 (DEMARTINI, 2019).

O desenvolvimento do *software* foi utilizado o *framework* Flutter, isso porque com o mesmo código são gerados aplicativos tanto para *android* quanto para *iOS* (MARINHO, 2020).

Esse trabalho consiste na continuação do trabalho de DIAS (2020) realizou a construção de um robô de baixo custo para utilizar na robótica educacional. Como evolução do Robô TAN, este trabalho realizou o desenvolvimento do software para controlá-lo, e foi modelado uma atualização para as peças do Robô TAN 2.0.

## 1.2 METODOLOGIA

Inicialmente, foi exercido um levantamento bibliográfico sobre a robótica em geral, robótica educacional, desenvolvimento de aplicativos *mobile* (*framework* Flutter, linguagem de programação Dart e construção de *layouts*), funcionamento do Arduino e seus componentes e por fim construção de objetos em 3D para a modelagem do design do Robô.

Logo após executou-se a construção do *software* e realizando testes controlados com o Robô TAN 2.0, para averiguar o funcionamento com o mínimo de problemas possíveis, e tornar o aplicativo de fácil utilização.

A partir de testes básicos de funcionamento do aplicativo realizados, realizou-se a modelagem do robô e assim adicionar novas funcionalidades no mesmo.

## 1.3 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados todos os objetivos para o desenvolvimento e finalização do trabalho, tanto para as melhorias que serão propostas para o Robô TAN 2.0, modelagem 3D do mesmo e desenvolvimento do aplicativo para o controle do robô.

### 1.3.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo a criação de um aplicativo *mobile* com finalidade de controlar e observar a funcionalidade do Robô TAN 2.0.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para a realização deste trabalho são:

- Criação do aplicativo *mobile*:
  - Criar aplicativo de fácil utilização para os usuários;
  - Realizar a comunicação entre o *smartphone* e o Robô TAN 2.0;
  - Desenvolver ferramentas para controle e observação do Robô TAN 2.0;
- Modelagem 3D do Robô TAN 2.0:
  - Modelagem do *design* utilizando impressão 3D;
- Teste do Robô TAN 2.0:
  - Realizar testes de funcionalidade com foco na robótica educacional;

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte forma: No Capítulo 2 é apresentado o estado da arte mencionando trabalhos relacionados na construção do aplicativo e do Robô TAN 2.0. No Capítulo 3 é apresentado o referencial teórico para a concepção do trabalho. No Capítulo 4 é mostrado o desenvolvimento do aplicativo e do Robô 2.0. No Capítulo 5 são exibidos os resultados obtidos e testes realizados com o Robô TAN 2.0 construído e no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões do trabalho e possíveis trabalhos futuros.

## 2 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos que possuem alguma relação com a proposta deste, desde da pesquisa de protótipos com aplicação a alunos tanto no ensino fundamental e médio, quanto pesquisas sobre como está o estudo acerca da robótica educacional.

### 2.1 TRABALHOS RELACIONADOS

No Brasil, a robótica educacional começou a ser utilizada no país com o objetivo de uma nova linguagem, fortalecer o intelecto das crianças através de atividades que necessitavam de computador. Independente de faixa etária, a robótica educacional oferece um enorme potencial pedagógico (PAPERT, 1985).

SANTOS e MENEZES (2005) utilizaram a robótica educacional em alunos da 8ª série no ensino da física utilizando robôs *Mindstorms* da LEGO. Os alunos desenvolveram uma montanha russa, um robô que arremessa bolas na cesta e um robô seguidor de linha, relacionando assuntos de física da 8ª série para cada projeto.

SASAHARA e CRUZ (2007) construíram o Hajime, um robô de baixo custo, constituído de sucatas e com base em *software* livre, estimulando o desenvolvendo do ensino-aprendizagem através da robótica. Os autores realizaram a comparação do robô desenvolvido com os robôs disponíveis no mercado com o mesmo propósito.

SILVA (2009) apresentou uma proposta de ensino para alunos no ensino fundamental utilizando os Robôs da Lego *Mindstorms*. O público-alvo foram crianças na faixa etária de 8 a 10 anos. Nas práticas foram utilizados alguns jogos, entre eles, foi a utilização de um labirinto, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Labirinto.



Fonte: Silva (2009).

SANTOS, NASCIMENTO e BEZERRA (2010) apresentaram *kits* de baixo custo para a utilização da robótica educacional, relacionando o valor de *kits* disponíveis no mercado em comparação ao proposto. Na Figura 2, é apresentado um dos robôs construídos utilizando sucata com uma das práticas.

Figura 2 – (a) Mouse Robô e (b) Prática com o Mouse Robô.



Fonte: Santos, Nascimento e Bezerra (2010).

LOPES et al. (2015) apresentaram um trabalho desenvolvida em um projeto de pesquisa que implementaram em 8 escolas, em que foram desenvolvidas atividades com a robótica educacional com alunos que obtiveram rendimento baixo no ENEM e com alunos portadores de deficiências. O trabalho mostrou que a colaboração dos alunos em equipe superou os obstáculos de uma turma heterogênea.

LIBARDONI e PINO (2016) apresentaram um levantamento bibliográfico de trabalhos entre 2011 e 2014, totalizando 150 artigos sobre a robótica educacional, sendo entre eles artigos sobre fabricação de protótipos, aplicando atividades com alunos e entre outros. Com essa pesquisa, foi observado que houve um crescimento na pesquisa sobre a robótica educacional.

AQUINO et al. (2017) apresentaram uma proposta de um curso semipresencial utilizando o Arduino em soluções para robótica educacional. O curso teria a carga horária de 120 horas/aulas, sendo que 24 dessas horas seriam presenciais e o restante utilizando uma plataforma de ensino a distância.

CAMPOS (2017) realizou um levantamento bibliográfico sobre a robótica na educação no Brasil, identificando desafios e questões para implementar o mesmo. O trabalho apresenta propostas para melhorar o crescimento da robótica, melhorar o aprendizado de quem já está utilizando e o incentivo de mais pesquisas na área, sendo assim, fomentando o crescimento sobre o assunto.



DIAS (2020), apresentou o ROBÔ TAN, um robô voltado para robótica educacional de baixo custo baseado em um jogo medieval chamado de TANGRAM, possibilitando a construção de diversas formas, estimulando a criatividade e coordenação motora. Na Figura 3 é mostrado o robô desenvolvido pela autora.

Figura 3 – Robô TAN.



Fonte: Dias (2020).

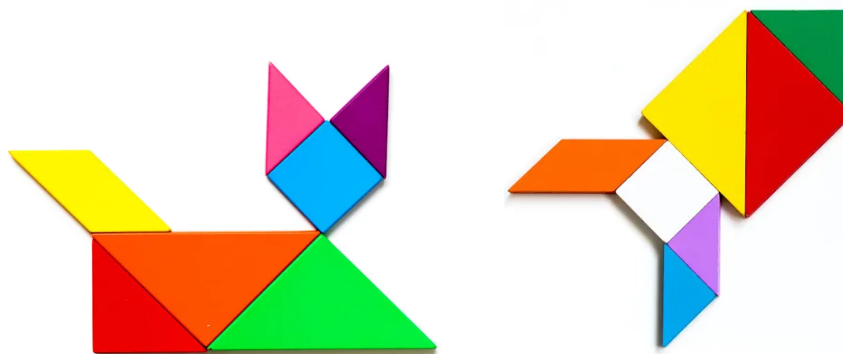
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse Capítulo será apresentado o resultado de todo o levantamento bibliográfico a respeito da concepção e desenvolvimento do robô e do aplicativo, desde a construção do *layout* do aplicativo até a modelagem 3D do Robô TAN 2.0.

#### 3.1 TANGRAM

O Tangram é um jogo muito antigo e famoso no mundo, desenvolvido na China e se espalhou no mundo todo por ser um jogo simples, mas requer criatividade, paciência e tempo. É feito por 7 figuras geométricas que unidas forma um quadrado, e com elas, é possível realizar diversos desenhos, mais de 1000 imagens, desde uma casa até um gato ou um foguete, conforme é apresentada na Figura 4 (DANTAS, 2020).

Figura 4 – (a) Desenho do gato e do (b) foguete.



Fonte: (NUNES, 2020).

O Tangram contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico, a criatividade utilizando como um recurso pedagógico e o uso do Tangram em disciplinas como matemática, arte, história pode ajudar no desenvolvimento do aluno na disciplina, relacionando o jogo com a disciplina (BENEVENUTI; SANTOS, 2016).

#### 3.2 FLUTTER

*Flutter* é um *kit* de desenvolvimento implementado pela Google, de código aberto, possibilitando a criação de aplicativos tanto para *Android* quanto para *iOS* utilizando o mesmo código e com a linguagem de programação Dart (ANDRADE, 2020).

O Flutter é multiplataforma, então, pode utilizar no *Windows*, *Linux* e *macOS* e consegue acessar de forma nativa as funcionalidades do celular, como, câmera, *bluetooth*, *wifi*, etc. Grandes empresas utilizam o Flutter para a criação dos seus aplicativos, por exemplo, NuBank e Alibaba (ANDRADE, 2020).

A organização no Flutter é baseada em *Widgets*. Texto, botão, espaçamento, todos são baseados em *Widget* e depois viram componentes para o *Android* e o *iOS*, formando um código nativo com alto desempenho (MARINHO, 2020).

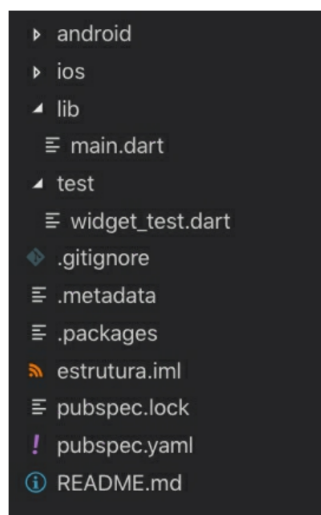
O Flutter tem algumas vantagens em relação à outras tecnologias similares, por exemplo, compilação mais rápida, a ferramenta de *hot reload*, que faz com que os desenvolvedores ganhem tempo a cada alteração no código, tempo de *boot* mais rápido, e alguns problemas com a comunicação com o *hardware* excluída, entre outros (MARINHO, 2020).

### 3.2.1 Arquitetura Flutter

Quando é criado o projeto em Flutter, por padrão, o *framework* cria algumas pastas e arquivos, conforme é apresentado na Figura 5. Estes arquivos fazem o desenvolvedor construir o projeto e conseguir carregar o código nos dispositivos tanto no *android* quanto no *iOS*.

O arquivo *.gitignore* é utilizado para especificar o que não será versionado no git. O arquivo *metadata* contém propriedades do Flutter como atualizações da ferramenta. No *.packages* contém todas as dependências para o funcionamento do Flutter. Na parte do *pubspec.yaml* contém as dependências e extensão que o programador deseja utilizar no projeto. O Flutter irá ler o arquivo de leitura que é o *pubspec.lock*. O arquivo *README.md*, é utilizado para descrever sobre o projeto, ele não interfere na construção e funcionamento do projeto (MARINHO, 2020).

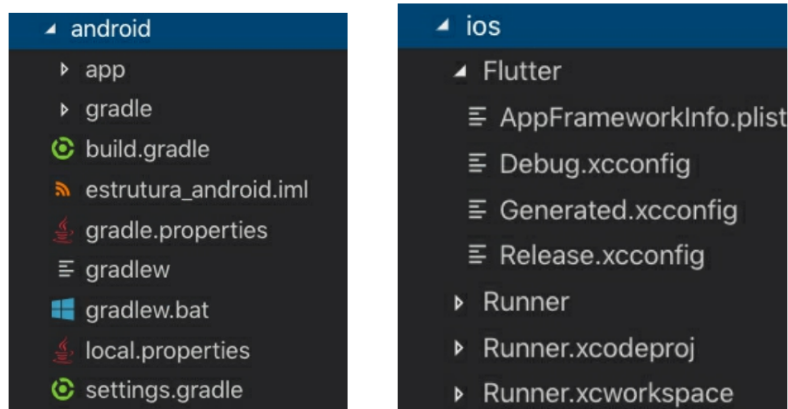
Figura 5 – Estrutura de um projeto em Flutter.



Fonte: (MARINHO, 2020).

Na pasta *android*, encontra-se o projeto para o *android* nativo. Quando é compilado, o programa transforma para Java e executa. Na Pasta *iOS* de forma similar ao *android*, contém o projeto para o *iOS* nativo, porém, em Swift, apresentados na Figura 6 (a) e (b) (MARINHO, 2020).

Figura 6 – (a) Estrutura na parte do *android* e (b) *iOS*.



Fonte: (a) (MARINHO, 2020), (b) (MARINHO, 2020)

### 3.2.2 Dart

Dart é uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida pela Google em 2011. Utilizando a sintaxe baseada em C e consegue ser muito parecido com Java (GUEDES, 2019).

O *framework* Flutter quando utilizando o Dart, não há a necessidade de linguagens de *layout* (JSX, XML, entre outros) para a construção de interface visual (MARINHO, 2020).

Na Figura 7 é apresentado um exemplo de código feito em Dart<sup>1</sup> e compilado logo ao lado.

Figura 7 – Exemplo de código em Dart.



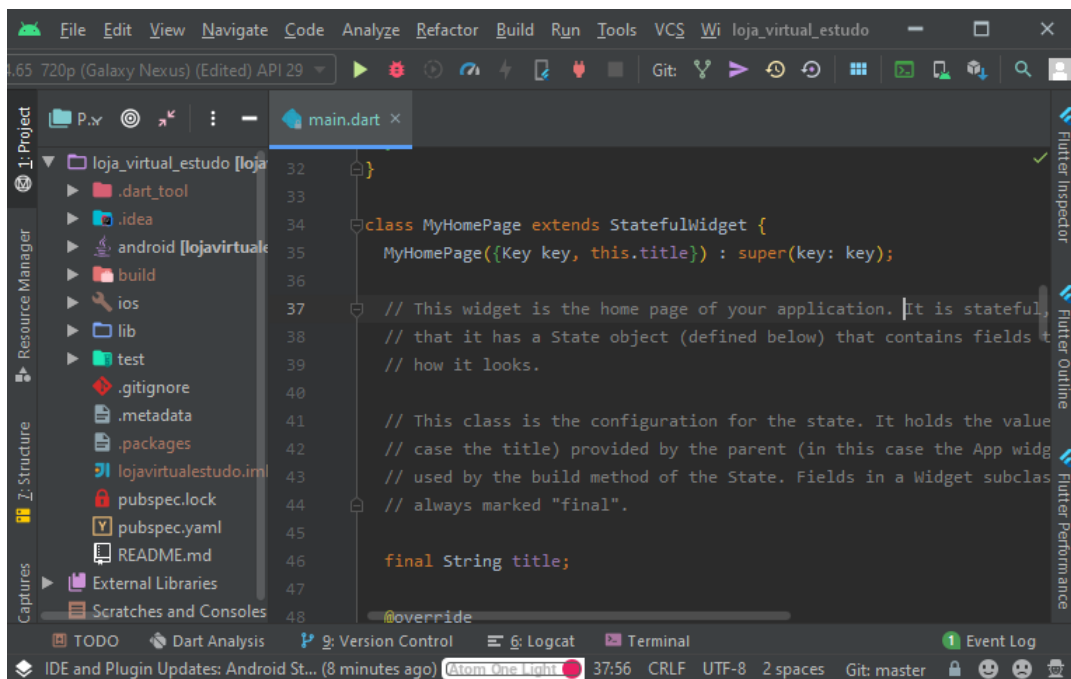
Fonte: Autoria própria.

<sup>1</sup> Site: <https://www.dart.dev/#try-dart>

### 3.2.3 *Android Studio*

O *Android Studio* é um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Envelopment* - IDE), utilizado para a criação de apps *Android*. Possibilita a utilização do emulador para carregar os códigos e a programação de apps em Java, Kotlin e Flutter (ANDROID, 2021). Na Figura 8, é possível observar a página inicial do Android Studio.

Figura 8 – Página inicial do Android Studio.



Fonte: Autoria própria.

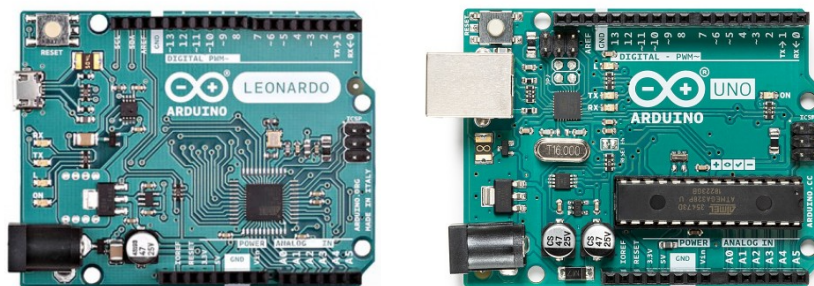
## 3.3 ARDUINO

O Arduino é uma placa de desenvolvimento baseada em microcontroladores ATmega, possuindo conexão USB que permite a comunicação com o computador, possui pinos de entrada e saída, uma conexão de 9 V para ligar a placa sem o auxílio do computador e um microcontrolador (MONK, 2014).

A conexão USB permite a transferência do código e o funcionamento da placa sem a necessidade de uma bateria de 9 V (MONK, 2014).

Dependendo da placa Arduino utilizada, pode ocorrer a diferença de entradas e saídas, memória disponível ou velocidade. O Arduino Leonardo, por exemplo, é uma placa similar ao Arduino Uno, porém, existem algumas diferenças: no Leonardo o microcontrolador é soldado e sua capacidade de memória RAM é de 2,5 KiB no lugar de 2KiB (MONK, 2014). Na Figura 9, é apresentado o microcontrolador Leonardo e o microcontrolador Arduino, no qual, é possível observar algumas diferenças.

Figura 9 – (a) Arduino Leonardo e (b) Arduino Uno.



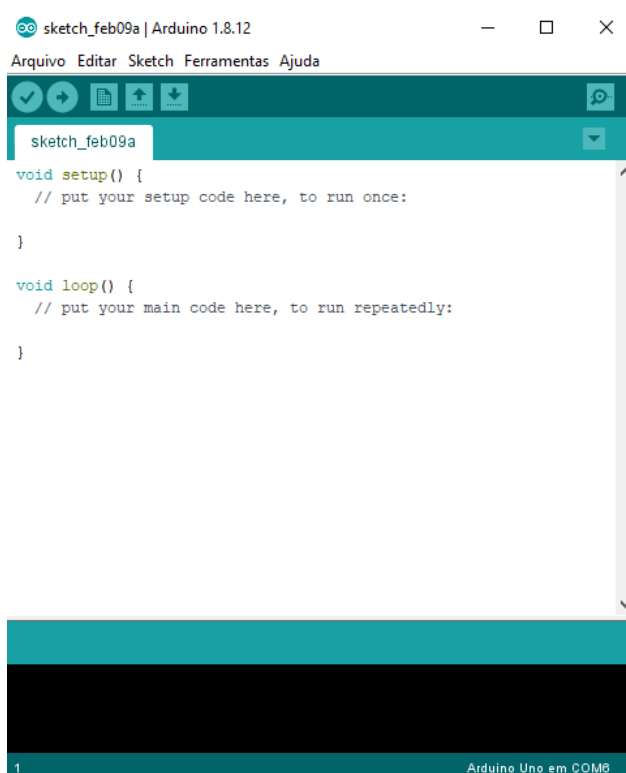
Fonte: (a) Arduino, 2021a (b) Arduino, 2021b.

Foi utilizado o Arduino UNO por questão de disponibilidade e que com ele as ligações necessárias para a construção do Robô TAN 2.0 foram supridas.

### 3.3.1 Arduino IDE

Além da parte física é necessário de uma IDE para a escrita dos códigos na placa do Arduino. Uma dessas IDE é o Arduino IDE, escrito em linguagem C e C++, possibilitando a criação de programas para gravar no microcontrolador e a utilização de bibliotecas de módulos que conseguem comunicar-se com o Arduino, sendo, também, multiplataforma (MONK, 2014). Na Figura 10 é apresentada a interface inicial do programa no computador.

Figura 10 – Página inicial do Arduino IDE.

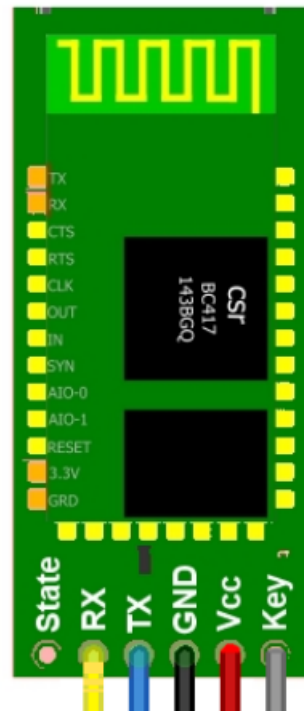


Fonte: (a) Autoria própria.

### 3.3.2 Bluetooth HC-05

O módulo *bluetooth* HC-05 será utilizado para a comunicação entre o aplicativo e o robô. Para realizar sua conexão, é necessário conectar a saída do módulo HC-05 *RX* na entrada *TX* do Arduino, a saída *TX* do módulo HC-05 na entrada *RX* do Arduino (THOMSEN, 2014). Na Figura 11, é apresentada uma imagem de como é o módulo *bluetooth*.

Figura 11 – Módulo bluetooth HC-05.



Fonte: Thomsen (2014).

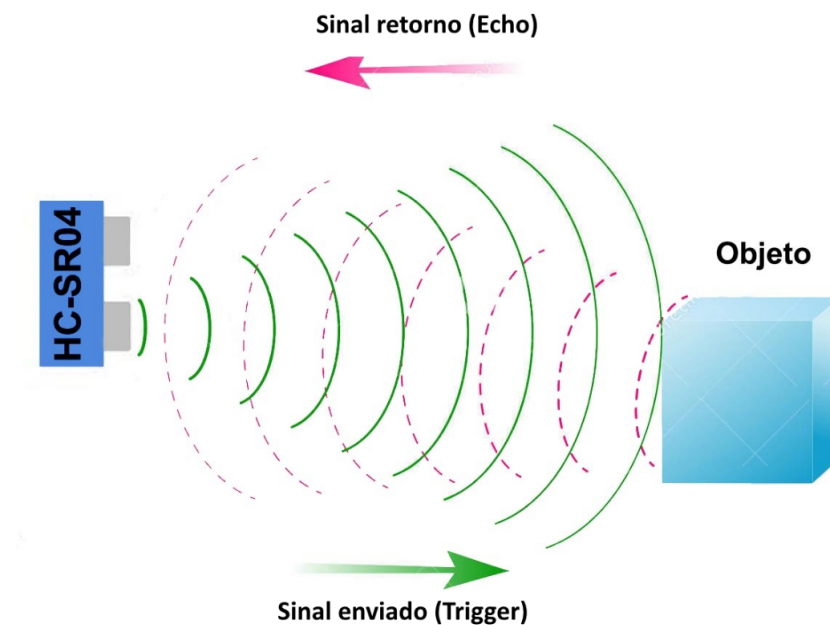
### 3.3.3 Ultrassônico HC-SR04

O funcionamento do ultrassônico tem com objetivo detectar objetos, primeiramente, ele envia um sinal de  $10\mu s$ , posteriormente o módulo envia 8 pulsos com de frequência de  $40KHz$ , após o envio dos pulsos ele aguarda um sinal de retorno e com a seguinte formula é passível determinar a distância do Ultrassônico HC-SR04 (THOMSEN, 2011).

$$d = \frac{echo * v}{2} \quad (3.1)$$

Sendo  $d$  a distância do ultrassônico HC-SR04 com o objeto detectado, *echo* é o sinal que volta para o ultrassônico HC-SR04 informando que um objeto foi avistado,  $v$  é a velocidade do som. Na Figura 12 é ilustrado o funcionamento o ultrassônico HC-SR04.

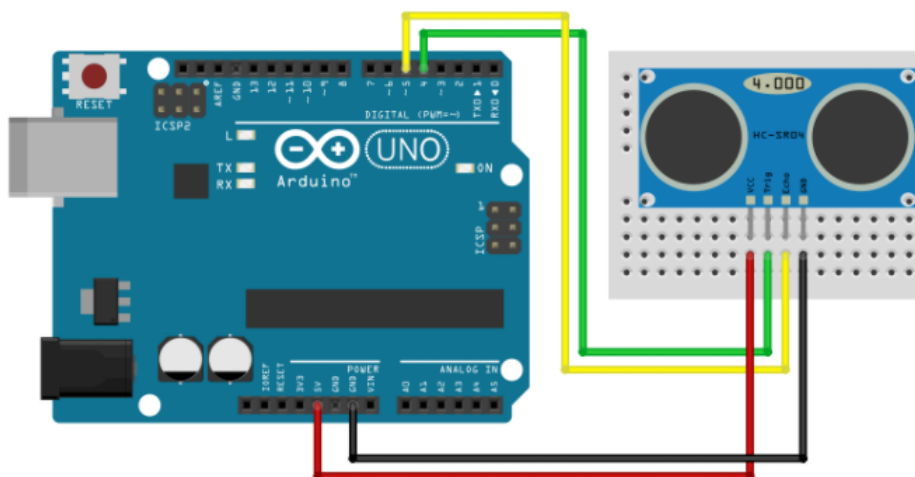
Figura 12 – Funcionamento do ultrassônico.



Fonte: Thomsen (2011).

Para conectar ao Arduino é necessário conectar o *VCC* na entrada 5V, o *GND* no terra do Arduino, a saída *trigger* na porta 4 do Arduino e a saída *echo* na porta 5 ou qualquer outra porta com *PWM*, por exemplo, a 5, 9, 10 e 11, na Figura 13, é exibido a conexão do ultrassônico ao microcontrolador Arduino UNO.

Figura 13 – Ultrassônico HC-SR04.



Fonte: Thomsen (2011).

### 3.3.4 Seguidor de Linha

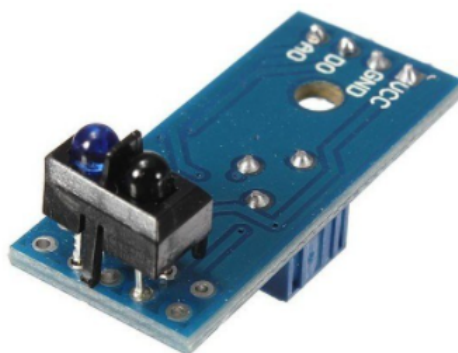
O módulo de seguidor de linha é capaz de acompanhar uma linha traçada (linha preta com o chão branco, ou linha branca com o chão preto). Possui uma tensão de funcionamento de 3,3V a 5V e o módulo funciona com um sensor infravermelho



(OLIVEIRA, 2019).

A ligação do sensor ultrassônico com o Arduino é possível através dos pinos Trigger e Echo. A entrada Trigger do sensor é ligado a qualquer porta PWM do Arduino (por exemplo, porta 5), enquanto a saída Echo pode ser ligado à qualquer entrada digital do Arduino (por exemplo, porta 4). Na Figura 14, é apresentado o módulo de seguidor de linha.

Figura 14 – Módulo seguidor de linha.

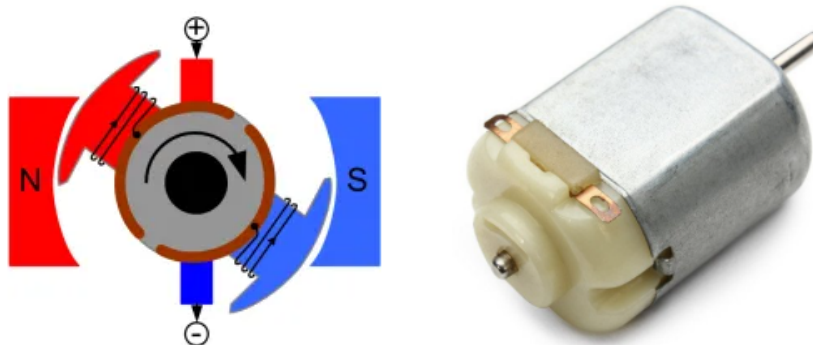


Fonte: Eletrogate (2018b).

### 3.3.5 Motor DC

Um motor DC funciona por um campo magnético que é gerado devido a passagem de corrente nas bobinas de forma que para variar a velocidade, basta aumentar a corrente (CARDOSO, 2017b). Na Figura 15, são apresentados como funciona a parte interna do motor DC e o motor DC externamente.

Figura 15 – (a) Funcionamento Motor DC e (b) Motor DC.

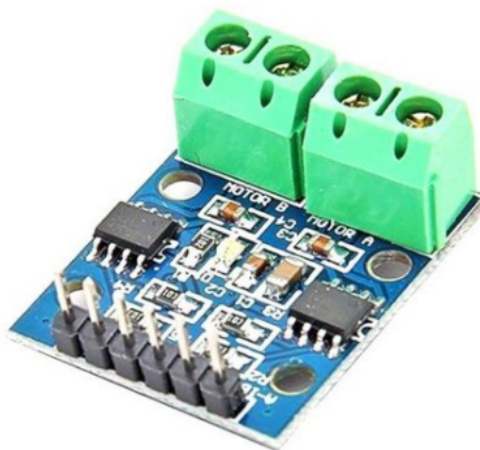


Fonte: (a) Cardoso (2017b) (b) Eletrogate (2018a).

O acionamento dos motores DC pode ser feito através de uma Ponte H. A Ponte H L9110S é bastante utilizada para controle de motores DC ou motor de passo, é possível controlar o sentido em que o motor gira, possibilitando controlar um robô ir para frente e ir para trás, por exemplo. Uma vantagem de utilizar a Ponte

H é a possibilidade de controlar a velocidade do motor, pois, a mesma utiliza uma entrada *PWM* (*Pulse Width Modulation*) que consegue gerar uma onda quadrada com a tensão variável (CARDOSO, 2017a). Na Figura 16, é apresentado um modelo da Ponte H.

Figura 16 – Modelo da Ponte H L9110S.



Fonte: Autocorerobotica (2021).

### 3.4 PROTOTIPAGEM DA INTERFACE GRÁFICA

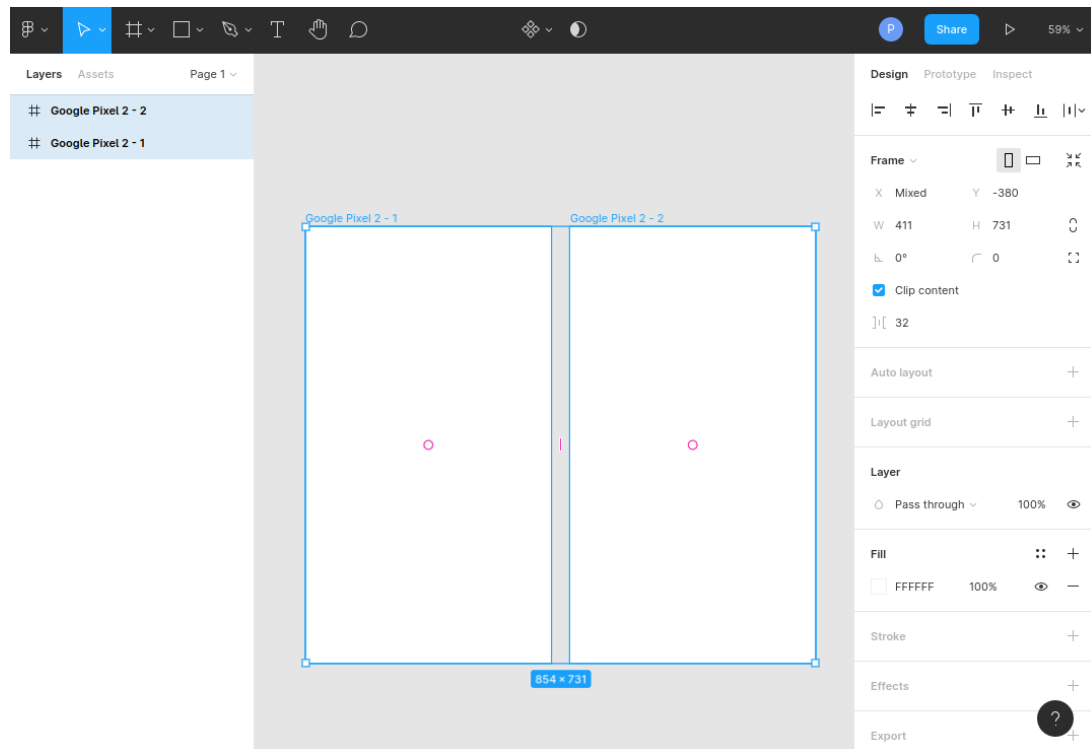
A prototipagem da interface gráfica é feito no início do projeto da aplicação, e com ela podemos imaginar como será o resultado final, permitindo poupar tempo e recursos, realizar diversas ideias de *design* sobre o mesmo projeto, mostrar para o cliente algo mais palpável sobre a aplicação logo de início, entre outros (SOBRAL, 2019).

Para construir um bom *design* é necessário que tenha consistência, criação de padrão entre as telas da aplicação, visibilidade, mostrar ao usuário os dados de forma clara e fácil, as imagens ou ícones da aplicação devem ser de fácil entendimento do usuário mesmo sem nunca ter usado, entre outros (SOBRAL, 2019).

O Figma é um editor gráfico utilizado para fazer protótipos de *sites*, aplicativos, entre outros. Com ele é possível fazer designs de diferentes formas antes de programar. Sendo multiplataforma e possui uma comunidade ativa com compartilhamento de *designers* prontos (FIGMA, 2021).

É possível realizar um protótipo com animações interagindo entre diversas telas e utilizando tamanho específicos de telefones, *tablets*, entre outros, simulando um programa finalizado, mas sem a lógica dos dados. Na Figura 17 é apresentada a página inicial da versão *web*.

Figura 17 – Página inicial do Figma.



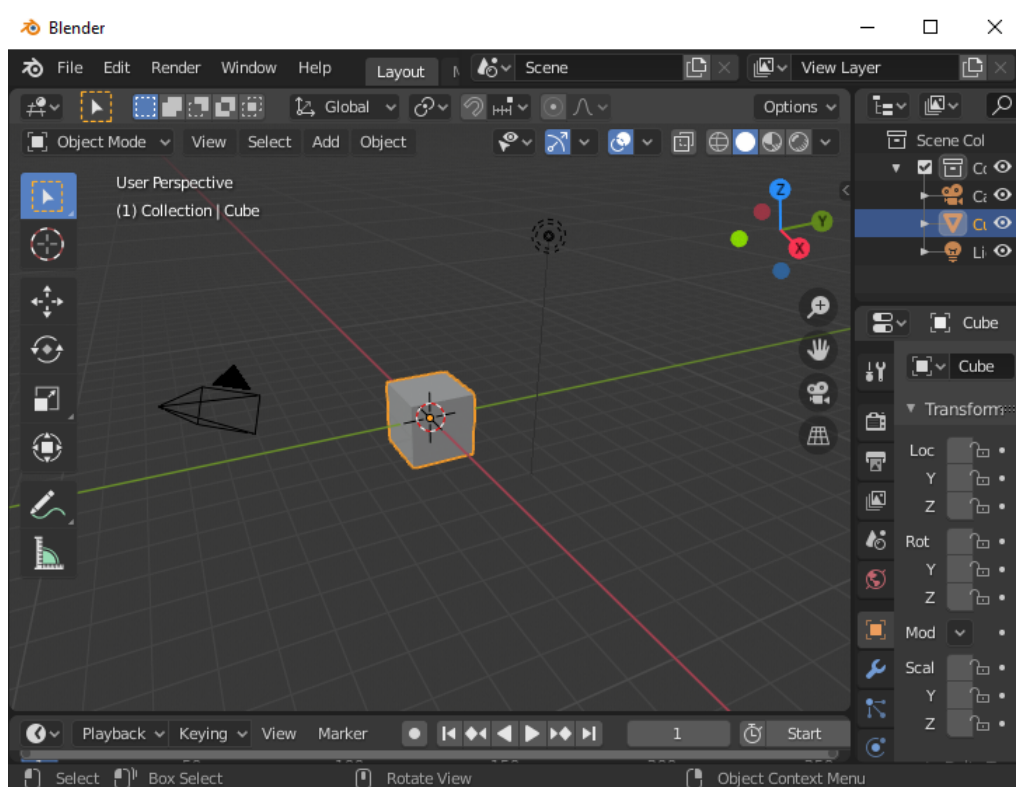
Fonte: Autoria própria.

### 3.5 MODELAGEM 3D

A modelagem 3D é utilizada na etapa inicial de um projeto, para conseguir diagnosticar problemas, conflitos, questões de orçamento, entre outros (OLIVEIRA, 2016).

O Blender é um *software* de código aberto para a modelagem, manipulação, animação, simulação, entre outros, de peças 3D. O programa é multiplataforma e possui uma comunidade bastante ativa (BLENDER, 2021). A tela inicial do *software* é bem detalhada e com ferramentas que são altamente utilizadas na construção de um projeto, como é mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Página inicial do Blender.



Fonte: Autoria própria.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo será mostrado o desenvolvimento do aplicativo em *Flutter* para o controle do Robô TAN atualizado, desde a modelagem do protótipo do *app* utilizando o Figma até a concepção utilizando o *Android Studio*. Após o *app*, será apresentado a construção do Robô TAN 2.0, juntamente com o projeto 3D do mesmo.

### 4.1 PROTOTIPAGEM DO APLICATIVO

Foi realizado o *layout* do aplicativo utilizando o Figma. Buscou-se uma interface fácil de utilização e com o mínimo de configuração para o Robô TAN 2.0 funcionar sem grandes dificuldades.

Primeiramente o usuário deve adicionar o *bluetooth* do Robô TAN 2.0 na lista de dispositivos nas configurações do celular e adicionando a senha padrão (1234), assim, o aplicativo irá reconhecer.

A tela inicial, conforme é apresentado na Figura 19, ao realizar uma configuração inicial para o celular reconhecer o Robô TAN 2.0, o usuário não irá necessitar buscar o nome do *bluetooth* toda vez que quiser utilizar, será necessário somente apertar o botão de ligar localizado no centro do aplicativo que vai conectar com o robô automaticamente.

Figura 19 – *Layout* da tela inicial do aplicativo.

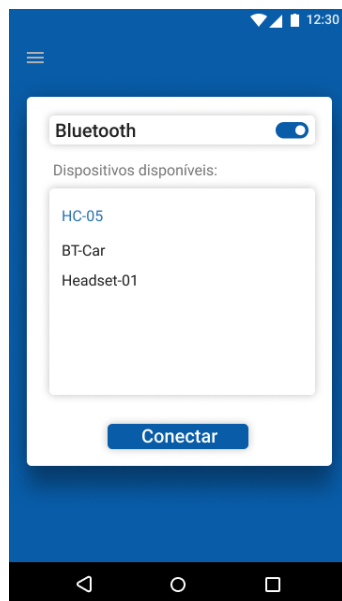


Fonte: Autoria própria.

Foi desenvolvido também uma tela para conexão manual, para o caso da conexão não ser realizada automaticamente. Nesta tela, o usuário poderá escolher o *bluetooth* correto e saber se o aplicativo ou o celular está reconhecendo o módulo

*bluetooth* explicado na Seção 3.3.2 do Capítulo 3. Na Figura 20 é apresentado o *layout* para a conexão manual com o Robô TAN 2.0.

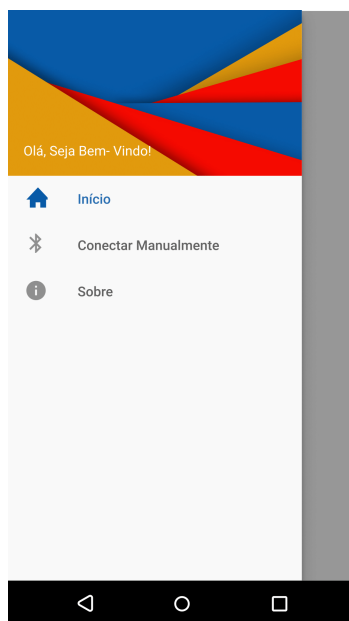
Figura 20 – *Layout* da conexão manual.



Fonte: Autoria própria.

Para possibilitar a navegação entre a conexão automática e a conexão manual, foi desenvolvido um menu que pode ser visualizado na Figura 21 que pode ser acessada pelo botão hambúrguer encontrado na Figura 19.

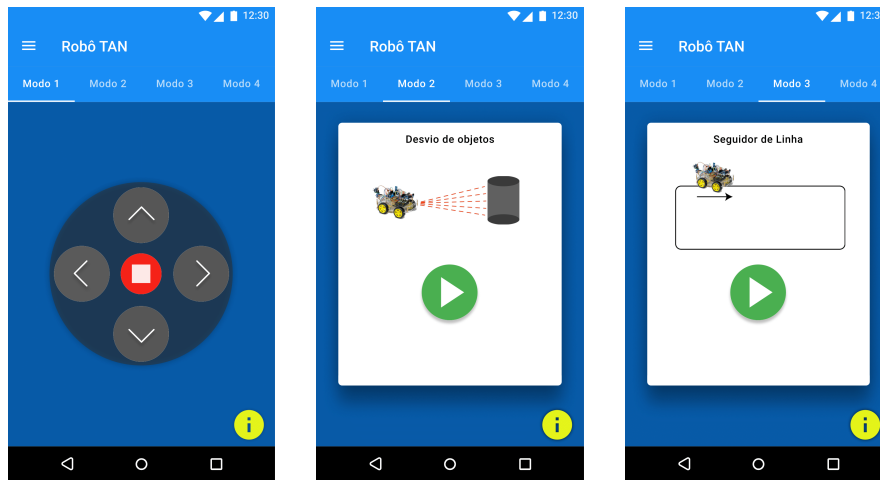
Figura 21 – *Layout* do menu.



Fonte: Autoria própria.

Ao conectar com o robô, é apresentado os modos que estão disponíveis na nova versão do Robô TAN 2.0. No modo 1, o robô será controlado manualmente, podendo ir para frente, para trás e para os lados (direita e esquerda), semelhante a um *joystick*. No modo 2, robô irá funcionar de forma automática detectando objetos e desviando deles. No modo 3, o robô irá funcionar de forma automática seguindo um percurso composto por uma linha de cor preta ou branco no qual esse percurso poderá ser desenvolvido pelo usuário. Os *layouts* dos modos são apresentados na Figura 22(a), (b) e (c).

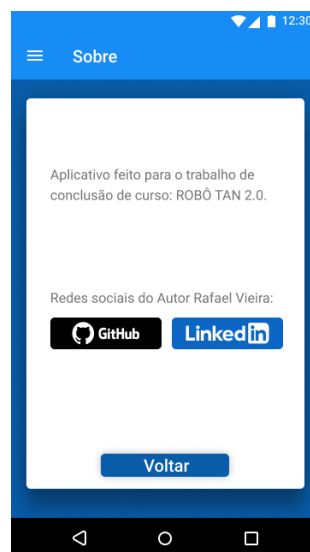
Figura 22 – (a) *Layout* do modo 1, (b) modo 2 e (c) modo 3.



Fonte: Autoria própria.

Por fim, foi feito um *layout* com as redes sociais do autor que desenvolveu este trabalho, conforme apresentado na Figura 23.

Figura 23 – *Layout* do sobre.



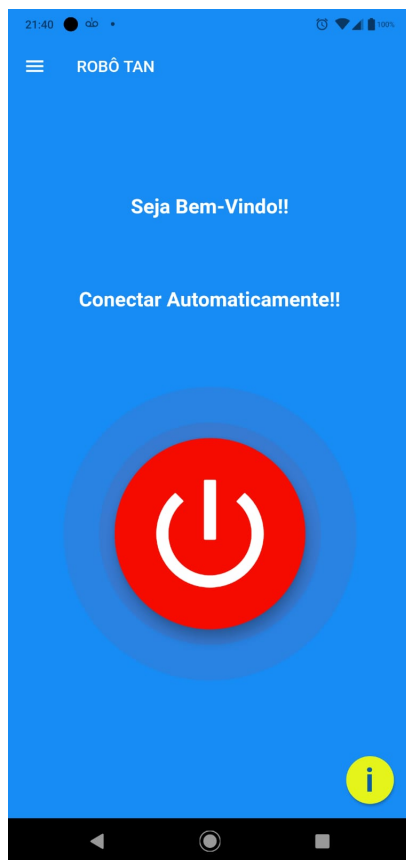
Fonte: Autoria própria.

Com todos os *layouts* prontos, foi iniciado o desenvolvimento do aplicativo utilizando Flutter.

## 4.2 APLICATIVO ROBÔ TAN 2.0

O aplicativo foi construído seguindo a sua prototipagem na Seção 4.1 e utilizando Flutter, conforme, conforme é apresentado na Figura 24, a tela principal do aplicativo, ao clicar no botão de ligar, o aplicativo irá procurar o Robô TAN 2.0 automaticamente e ao conectar, o usuário será direcionado para os modos disponíveis.

Figura 24 – Tela inicial do aplicativo.

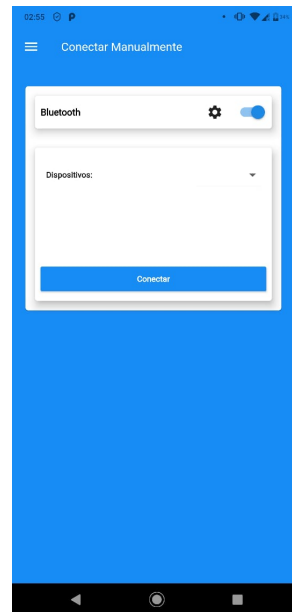


Fonte: Autoria própria.

O mesmo ocorreu com a conexão manual que foi construída a tela do aplicativo e pode ser vista na Figura 25. Com essa tela, o usuário deve procurar pelo dispositivo de nome HC05 para conectar com o Robô TAN e ao conectar, o usuário será direcionado para a tela com os modos.



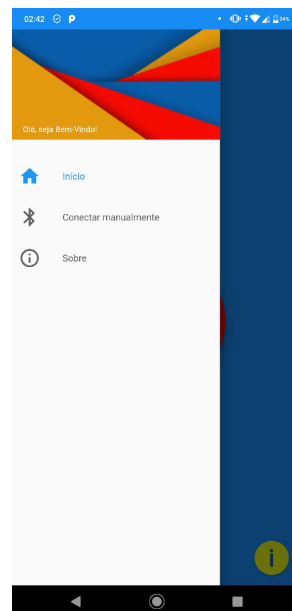
Figura 25 – Tela para conectar o robô de forma manual.



Fonte: Autoria própria.

Com isso, para alternar entre o modo automático e modo manual, foi criado o menu, como é apresentado na Figura 26.

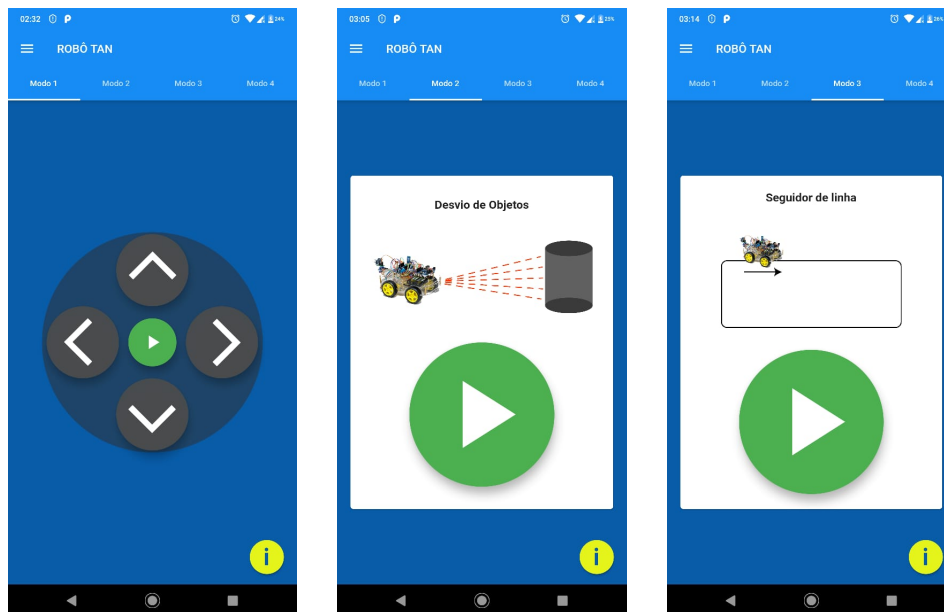
Figura 26 – Tela do menu do aplicativo.



Fonte: Autoria própria.

Para os modos 1, 2 e 3, foram produzidas as telas de acordo com a Figura 27(a), (b) e (c). No modo 1 o usuário controla o robô livremente, no modo 2 o robô funciona de forma automática, de modo que ao encontrar um obstáculo o mesmo desvia e no modo 3 ele irá seguir uma linha produzida pelo usuário.

Figura 27 – (a) Modo 1 do aplicativo, (b) Modo 2 e (c) Modo 3.



Fonte: Autoria própria.

A construção de botões grande é para melhorar a usabilidade e mostrar assim que o usuário ver qual botão tem que apertar, não trazer complicações com botões pequenos, com isso, tirando a possibilidade de complicações para acertar o botão.

Por fim, a tela de sobre com informações sobre o autor e criador do aplicativo, de acordo com o que é apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Tela do sobre do aplicativo.

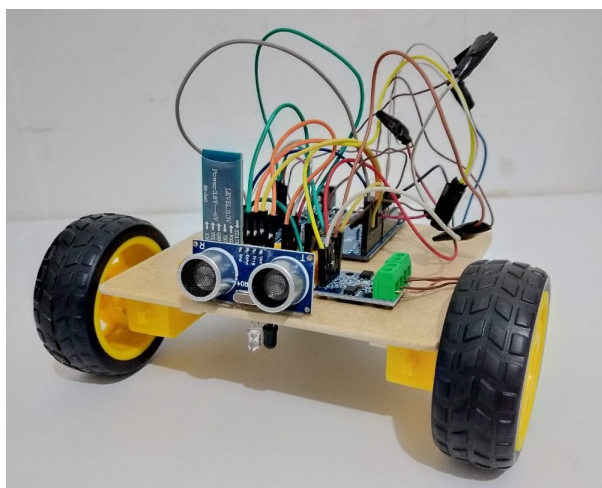


Fonte: Autoria própria.

### 4.3 CONSTRUÇÃO DO ROBÔ TAN 2.0

Com os equipamentos apresentados na Seção 3.3 do Capítulo 3. Foi realizada a construção do robô para posteriormente realizar os testes do mesmo. Na Figura 29 é apresentado o robô montado com equipamentos.

Figura 29 – Robô TAN 2.0 com os componentes montados.



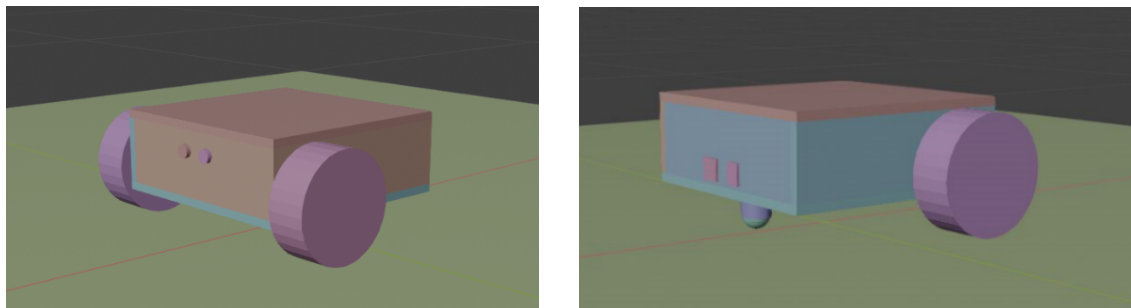
Fonte: Autoria própria.

### 4.4 MODELAGEM 3D

A parte de modelagem 3D foi desenvolvida no aplicativo Blender 3D, não sendo finalizado a confecção das peças 3D, tendo em vista período pandêmico e prazo para finalizar a confecção e teste das peças impressas.

Na Figura 30(a), é apresentado o conceito da base do Robô TAN 2.0, com altura baixa ( $6,5\text{cm}$ ) e com comprimento maior para que todas as peças sejam armazenadas no interior do robô ( $13 \times 13\text{cm}$ ) e a Figura 30(b) mostra a parte de traseira do robô, com uma roda que não necessita de motor e as entradas do Arduino. Diferentemente da Figura 29 os motores das rodas estão dentro do robô, fazendo com que a distância do chão para a base seja menor.

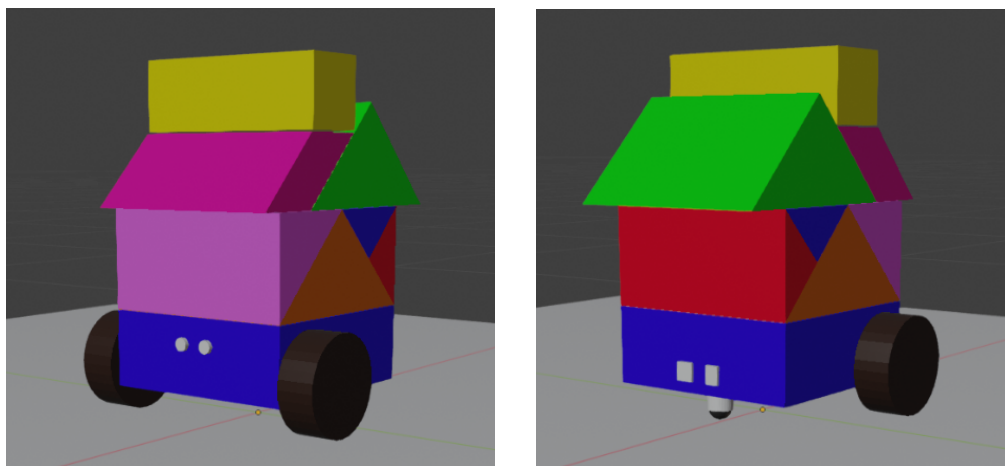
Figura 30 – (a) Base do Robô TAN 2.0 frente e (b) atrás.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 31(a) é apresentado o conceito da integração do jogo medieval TANGRAM com a perspectiva de perfil na parte da frente Robô TAN2.0 e a Figura 31(b) mostra a parte de trás com as aberturas para a entrada das conexões do Arduino, sendo que todas as peças possuem um encaixe para a pessoa realizar o desenho que o jogo permite.

Figura 31 – (a) Robô TAN 2.0 completo frente e (b) atrás.



Fonte: Autoria própria.

O conceito é que todas as peças sejam encaixáveis, possibilitando assim, a construção de qualquer imagem em cima da base do Robô TAN 2.0 e também a base é de encaixe, fazendo que o aluno consiga montar o robô do zero.

O encaixe das peças seriam feitas com trilhos que seriam colocados em todas as peças e com elas existirá a possibilidades dessas peças adicionais se conectarem entre si.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

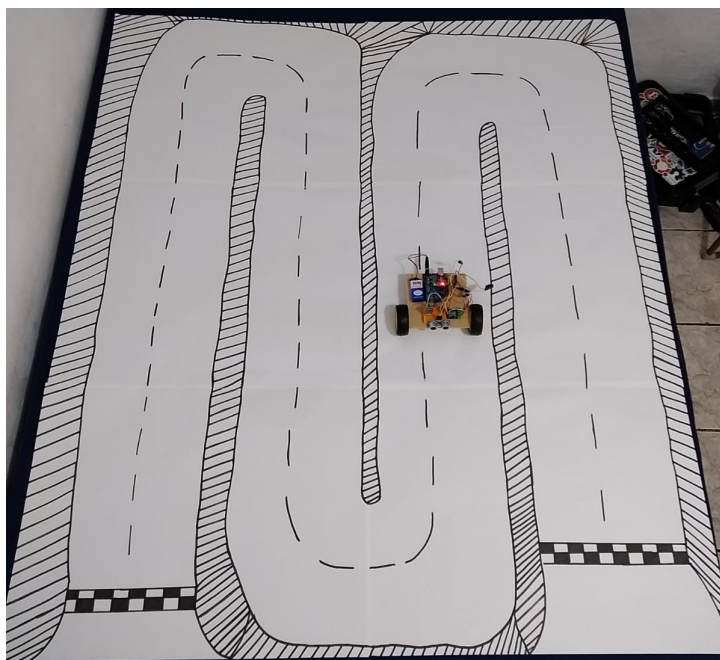
Neste Capítulo são apresentados os resultados com o robô em funcionamento e utilizando práticas com o mesmo. As práticas foram realizadas em ambiente controlado sem a presença de aluno ou público alvo.

Na Seção 5.1 foi realizado um tabuleiro em formato de circuito, posteriormente, na Seção 5.2 o tabuleiro em formata de arena foi criado para realizar a prática com desvio de objeto, e por fim, a prática da Seção 5.3 utilizando formato de labirinto.

### 5.1 PRÁTICA I

A primeira prática desenvolvida foi utilizando o modo 1 do Robô TAN 2.0, o controle manual. Para isso, foi criado um tabuleiro semelhante a um circuito para percorrer, o mesmo possui largada e chegada, na qual a pista desenvolvida é estreita e usuário terá que controlar o robô, devendo sempre ter cuidado nas curvas para não sair do traçado, conforme é apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Tabuleiro da prática 1 com o Robô TAN 2.0.



Fonte: Autoria própria.

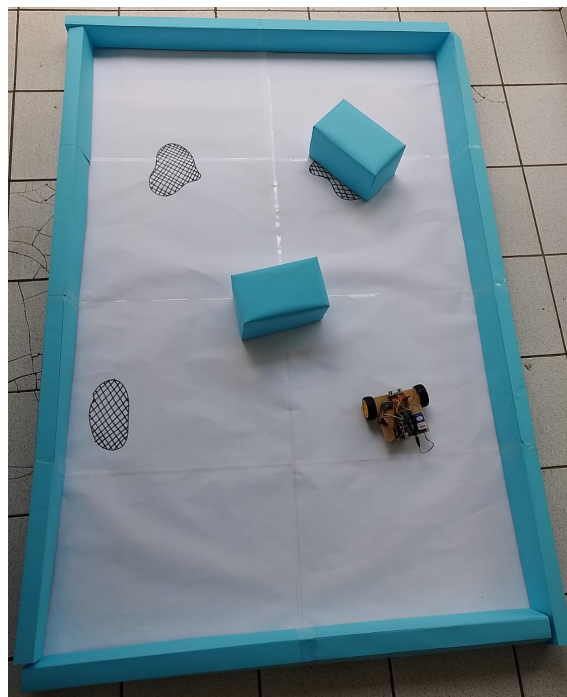
Ao realizar esta prática, foi possível perceber que o usuário poderá desenvolver melhor o controle do robô e saber como manuseá-lo de forma mais rápida até a linha de chegada. Foi possível observar também que esta prática é capaz de estimular as pessoas a criarem seus próprios circuitos e competirem para quem realiza o percurso mais rápido, bem como, o desenvolvimento da coordenação motora.

Outra prática parecida com a desenvolvida poderia ser colocando os números de 0 a 9 e as operações matemáticas  $+$ ,  $-$ ,  $/$  e  $*$  em um papel e colocá-lo no chão, para que o aluno colete um número, uma operação e outro número, sendo que, dê o resultado falado antes do aluno ir buscar os números. O objetivo é ensinar as operações utilizando o robô.

## 5.2 PRÁTICA II

A segunda prática desenvolvida foi utilizando o modo 2 do Robô TAN 2.0, o sensor de obstáculo; Para isso foi desenvolvido um tabuleiro com cartolina que possui marcações para o usuário que for utilizá-lo, deverá criar barreiras para que o robô não encoste nas áreas marcadas, conforme é apresentado na Figura 33.

Figura 33 – Tabuleiro da prática 3 com o Robô TAN 2.0.



Fonte: Autoria própria.

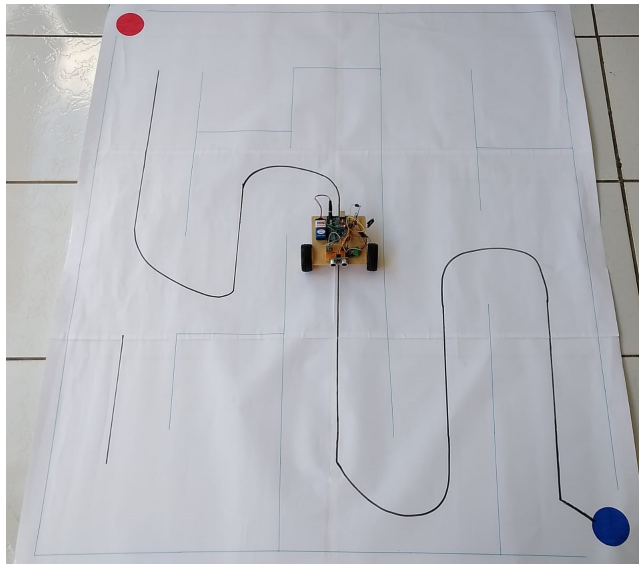
Foi utilizado para a construção do tabuleiro somente cartolina, as paredes na borda fazem com que o robô não saia do tabuleiro, como as paredes não são fixas, facilita o traslado. Os blocos dentro do tabuleiro foram utilizados para demonstração de como seria prática, não deixando que o robô encoste na parte preta semelhante a buraco. O objetivo é desenvolver uma estratégia e trabalhar a concentração do aluno.

## 5.3 PRÁTICA III

A terceira prática desenvolvida foi utilizando o modo 3 do Robô TAN 2.0, o seguidor de linha. Foi criado um tabuleiro com um labirinto e a pessoa deve riscar

o tabuleiro com um pincel preto para fazer o caminho que o robô deverá percorrer até que chegue ao outro lado sem bater no labirinto, de acordo com a Figura 34.

Figura 34 – Tabuleiro da prática 3 com o Robô TAN 2.0.



Fonte: Autoria própria.

Com esta prática é possível realizar diversos tipos de labirintos para resolvê-los e como apresentado acima mostra que pode ser possível implementá-lo juntamente com o Robô TAN 2.0.

#### 5.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

No ano que o trabalho foi realizado o mundo estava em pandemia, então impossibilitou a realização de práticas presenciais, em razão que alguns estados fecharam as escolas e algumas cidades decretaram por um período de tempo estado de *lockdown*.

Com o que foi explicado logo acima, com isso, a demonstração do Robô TAN 2.0 construído de forma completa também não foi concluída, pois, necessitaria de locomover até a Universidade, e no momento que foi concluída a modelagem, ainda não era possível a ida para realizar a impressão 3D.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado uma proposta de desenvolvimento de um aplicativo para controle do Robô TAN 2.0 e melhoria do mesmo, com a inserção de alguns modos de operação.

A construção do *layout* em comparação com o criado no aplicativo foi bem próximo e conseguiu atender os requisitos propostos no trabalho que era o controle do robô para os 3 modos construídos.

O Robô TAN 2.0 foi construído utilizando todas as peças mencionadas e funcionando da forma prevista. Ao introduzir na prática, foi percebido que o mesmo respondeu de forma satisfatória, somente precisando de alguns ajustes de velocidade e alinhamento do robô.

As práticas elaboradas foram realizadas de forma controlada e concluída de forma satisfatória, podendo somente na prática 3 utilizar blocos para fazer um labirinto dinâmico, com isso, a variedade de caminhos aumentaria e poderia ajudar na criatividade de quem utilizá-lo.

Como trabalhos futuros, pode-se destacar a finalização do ROBÔ TAN 2.0 com a parte da impressão 3D finalizada, a implementação de um 4 modo a partir de um sensor de cores, bem como, a realização de testes presenciais e a utilização do Arduino Leonardo por causa da entrada mini USB presente, possibilitando, a conexão com *joystick*.



## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Ana Paula. **O que é Flutter?** 2020. Data de Acesso: 8 fev. 2021. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-flutter/>>.
- ANDROID. **Conheça o Android Studio.** 2021. Data de Acesso: 8 fev. 2021. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/intro?hl=pt-br>>.
- AQUINO, Lygia Matos et al. Proposta de um curso semipresencial de robótica educacional utilizando a plataforma arduino. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 34, p. 48–54, 2017. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1327>>.
- ARDUINO. **Arduino Leonardo.** 2021. Data de Acesso: 8 fev. 2021. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/leonardo>>.
- ARDUINO. **Arduino Uno.** 2021. Data de Acesso: 8 fev. 2021. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>.
- AUTOCOREROBOTICA. **Driver Ponte H Duplo L9110s.** 2021. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <[https://www.autocorerobotica.com.br/m0s4siepr-driver-ponte-h-duplo-hg7881?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant](https://www.autocorerobotica.com.br/m0s4siepr-driver-ponte-h-duplo-hg7881?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant)>.
- BENEVENUTI, Luiz Cláudio; SANTOS, Rejane Costa dos. O uso do tangram como matéria lúdico pedagógico na construção da aprendizagem matemática. **XII Encontro Nacional de Educação Matemática**, São Paulos, p. 1–11, 2016.
- BLENDER. **Blender 3.0 Manual.** 2021. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <[https://docs.blender.org/manual/en/dev/getting\\_started/index.html](https://docs.blender.org/manual/en/dev/getting_started/index.html)>.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 4, p. 2108–2121, out. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778>>.
- CARDOSO, Daniel. **Driver motor com Ponte H L298N - Controle de motor DC com arduino.** 2017. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/driver-motor-com-ponte-h-l298n/>>.
- CARDOSO, Daniel. **Ponte H L298N - Controlando a velocidade de um motor DC com PWM.** 2017. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/ponte-h-l298n-controlando-velocidade-motor/>>.
- DANTAS, Tiago. **Tangram.** 2020. Data de Acesso: 20 mai. 2021. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/curiosidades/tangram.htm>>.
- DEMARTINI, Felipe. **Mercado de apps deve movimentar US\$ 6,3 trilhões até 2021.** 2019. Data de Acesso: 20 fev. 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/apps/mercado-de-apps-deve-movimentar-us-63-trilhoes-ate-2021-133229/>>.

DIAS, Jorgiania Vanérica Alves. **Robô TAN: Proposta de um robô para auxílio no ensino-aprendizagem**. 2020. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2020.

ELETROGATE. **Mini Motor DC 3-6V**. 2018. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <[https://www.eletrogate.com/mini-motor-dc?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&gclid=Cj0KCQjwsqmEBhDiARIsANV8H3a1CMwV-bkvvxtIT8BZxH\\_qWKvgBilwrUFGXR9bmJZHf87k1jdZdUaAqV2EALw\\_wcB](https://www.eletrogate.com/mini-motor-dc?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=Cj0KCQjwsqmEBhDiARIsANV8H3a1CMwV-bkvvxtIT8BZxH_qWKvgBilwrUFGXR9bmJZHf87k1jdZdUaAqV2EALw_wcB)>.

ELETROGATE. **Módulo Seguidor de Linha - TCRT5000**. 2018. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/modulo-seguidor-de-linha-tcrt5000>>.

FIEMG. **Conheça 7 benefícios da robótica educacional**. 2020. Data de Acesso: 1 mar. 2021. Disponível em: <<https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/conheca-7-beneficios-da-robotica-educacional>>.

FIGMA. **Creative tools meet the internet**. 2021. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.figma.com/about/>>.

GUEDES, Marylene. **O que é Dart?** 2019. Data de Acesso: 8 fev. 2021. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-dart/>>.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2018. Rio de Janeiro, 2020. ISBN 978-85-240-4527-1.

LIBARDONI, Gláucio; PINO, José. Robótica educacional no ensino básico e superior o que dizem os artigos científicos. **Revista ENCITEC**, v. 6, p. 53, 06 2016.

LOPES, Lídia et al. A robótica educacional como ferramenta multidisciplinar: um estudo de caso para a formação e inclusão de pessoas com deficiência. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 53, p. 735–750, 2015. ISSN 1984-686X. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/15932>>.

MARINHO, Leonardo H. **Flutter Framework**: Desenvolva aplicações móveis no dart side! [S.l.]: Casa do Código, 2020. ISBN 978-65-86110-26-5.

MATARIC, Maja J. **Introdução à Robótica**. São Paulo: Editora Bucher, 2014. v. 1. ISBN 978-85-212-0854-9.

MONK, Simon. **30 Projetos com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2014. v. 2. ISBN 978-85-8260-163-1.

NOEMI, Debora. **O que é robótica educacional e como implantar na escola**: Robótica educacional. 2019. Data de Acesso: 6 mar. 2021. Disponível em: <<https://escolasdisruptivas.com.br/steam/o-que-e-robotica-educacional-e-como-implantar-na-escola/>>.

NOEMI, Debora. **Tecnologia Educacional: muito mais que robótica na sua escola**: Robótica educacional. 2019. Data de Acesso: 6 mar. 2021. Disponível em: <<https://escolasdisruptivas.com.br/tecnologia-educacional/tecnologia-educacional-robotica-na-sua-escola/>>.

NUNES, Daviane. **TANGRAM | ENSINO FUNDAMENTAL I**. 2020. Data de Acesso: 20 mai. 2021. Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/matematica/tangram.htm>>.

OLIVEIRA, Adriano de. **AutoCAD 2016: Modelagem 3D**. São Paulo: Editora Érica, 2016. v. 1. ISBN 978-85-365-1890-9.

OLIVEIRA, Euler. **Como usar com Arduino – Sensor Seguidor de Linha TCRT5000**. 2019. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-seguidor-de-linha-tcrt5000>>.

PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e educação**. Porto Alegre: Brasiliense, 1985.

SANTOS, Carmen; MENEZES, Crediné. A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. **Anais do Workshop de Informática na Escola**, v. 1, n. 1, 2005. ISSN 2316-6541. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/856>>.

SANTOS, Franklin; NASCIMENTO, Flávia; BEZERRA, Romildo. Reduc: A robótica educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos técnicos e tecnológicos. **Anais do Workshop de Informática na Escola**, v. 1, n. 1, p. 1304–1313, 2010. ISSN 2316-6541. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2053>>.

SASAHARA, Liuiti; CRUZ, Sérgio. Hajime – uma nova abordagem em robótica educacional. **Anais do Workshop de Informática na Escola**, v. 1, n. 1, p. 459–461, 2007. ISSN 2316-6541. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/963>>.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 1–127 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

SILVA, Rodrigo Barbosa e; BLIKSTEIN, Paulo. **Robótica Educacional**. Porto Alegre: Penso, 2020. ISBN 978-85-8429-189-2.

SOBRAL, Wilma Sirlange. **Design de Interfaces - Introdução**. São Paulo: Editora Érica, 2019. v. 1. ISBN 978-85-365-3207-3.

THOMSEN, Adilson. **Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino**. 2011. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>.

THOMSEN, Adilson. **Como usar o Arduino Bluetooth HC-05 em modo mestre**. 2014. Data de Acesso: 25 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/tutorial-arduino-bluetooth-hc-05-mestre/>>.