

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**GABRIEL CROVADOR  
LEONARDO AYRTON DA SILVA  
VICTOR HUGO PARIZI STRAZZI**

**DESENVOLVIMENTO DE UM CONJUNTO EDUCACIONAL PARA  
APRENDIZAGEM NAS ÁREAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
ENGENHARIA E MATEMÁTICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2018**

**GABRIEL CROVADOR  
LEONARDO AYRTON DA SILVA  
VICTOR HUGO PARIZI STRAZZI**

**DESENVOLVIMENTO DE UM CONJUNTO EDUCACIONAL PARA  
APRENDIZAGEM NAS ÁREAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
ENGENHARIA E MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Buseti de Paula

**CURITIBA**

**2018**

Gabriel Crovador  
Leonardo Ayrton da Silva  
Victor Hugo Parizi Strazzi

## Desenvolvimento de um Conjunto Educacional para aprendizagem nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação, do curso de Engenharia de Controle e Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 13 de junho de 2018.

---

Prof. Paulo Sergio Walenia, Eng.  
Coordenador de Curso  
Engenharia de Controle e Automação

---

Prof. Marcelo de Oliveira Rosa, Dr.  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia de Controle e Automação do DAELT

### ORIENTAÇÃO

---

Marco Antonio Buseti de Paula, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

### BANCA EXAMINADORA

---

Amauri Amorin Assef, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Jorge Assade Leludak, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Marco Antonio Buseti de Paula, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Controle e Automação

In memory of Celi Monteiro.  
You were an angel in the shape of a mum.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus por todas as bênçãos recebidas. Aos nossos pais, responsáveis pelo nosso sucesso. Ao nosso Professor Orientador, Dr. Marco Buseti, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e por todo o apoio oferecido. Aos nossos amigos e familiares, que estiveram do nosso lado nos momentos bons e ruins. À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em especial a todos os professores que contribuíram para nossa formação acadêmica e profissional. E a todos aqueles que desejam o nosso bem, o nosso mais sincero obrigado.

“Robotics encompasses the diverse areas of technology, computer science, engineering, and the sciences. Because of its multidisciplinary nature, using robotics in the classroom can be a valuable tool to increase student motivation and learning.”  
(ROCKLAND, BLOOM, CARPINELLI, ALEXANDER, HIRSCH E KIMMEL, 2010)

## RESUMO

CROVADOR, Gabriel; DA SILVA, Leonardo Ayrton; STRAZZI, Victor Hugo Parizi. **Desenvolvimento de um Conjunto Educacional para aprendizagem nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática**. 2018. 69. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

As mudanças propostas pela Base Nacional Comum Curricular e pela reforma do Ensino Médio possibilitaram a integração dos conteúdos das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática ao currículo dos estudantes brasileiros. Para isso, optou-se pela aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos por meio da criação de um Conjunto Educacional financeiramente acessível em relação aos existentes no mercado, cujo elemento principal é o microcontrolador Arduino. Foi definido como público-alvo deste trabalho os alunos que cursam os Anos Finais do Ensino Fundamental, visando auxiliá-los na escolha das áreas eletivas e estimular o interesse destes nessas áreas. Como exemplo de aplicação do Conjunto Educacional, e inspirados na categoria IEEE *Very Small Size* da Competição Latino Americana e Brasileira de Robótica, foi criado um projeto denominado Carrinho-Robô. Seu desenvolvimento fundamenta-se em três vertentes: a Eletrônica, baseada em componentes que compõem o Conjunto Educacional; o *Design*, concebido no AutoCAD e enviado posteriormente para impressão 3D; e a programação, elaborada através da plataforma Arduino IDE. Foram criados quatro programas, nos quais o Robô se comporta de maneira diferente: no Básico, ele se movimenta conforme uma sequência predefinida; com Sensor de Cor, ele toma diferentes decisões dependendo da cor identificada; com Sensor Ultrassônico, ele desvia de obstáculos à sua frente; e com Sensor de Radiofrequência, é possível realizar o controle de seus movimentos remotamente. Para todos os casos, obteve-se um resultado satisfatório dos testes.

**Palavras-chave:** Conjunto Educacional. Base Nacional Comum Curricular. Aprendizagem Baseada em Projetos. Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

## ABSTRACT

CROVADOR, Gabriel; DA SILVA, Leonardo Ayrton; STRAZZI, Victor Hugo Parizi. **Development of an Educational Kit for learning in the Science, Technology, Engineering and Mathematics areas.** 2018. 69. Final Paper (Bachelor's Degree in Control and Automation Engineering) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

The changes proposed by the National Common Curricular Base and by the reform of the High School allowed to integrate contents of Science, Technology, Engineering and Mathematics areas to the curriculum of the Brazilian students. To do so, it was chosen to apply the methodology of Project-Based Learning through the creation of a Educational Kit financially accessible regarding those existing in the market, whose main element is the Arduino microcontroller. It was defined as the target audience of this Paper the students who attend the Final Years of Elementary School, in order to assist them in choosing the elective areas and to stimulate their interest in these areas. As an example of application of the Educational Kit, and inspired by the IEEE Very Small Size category of the Latin American and Brazilian Robotics Competition, a project called "*Carrinho-Robô*" (Robot-Car) was created. Its development is based on three aspects: the Electronics, based on components that compose the Educational Kit; Design, made in AutoCAD and sent later for 3D printing; and the programming, elaborated through the platform Arduino IDE. Four programs have been created, in which the robot behaves differently: in Basic, it moves in a predefined sequence; with Color Sensor, it takes different decisions depending on the identified color; with Ultrasonic Sensor, it deflects from obstacles in front of it; and with Radiofrequency Sensor, it is possible to control your movements remotely. For all cases, satisfactory test results were obtained.

**Keywords:** Educational Kit. National Common Curricular Base. Project-Based Learning. Science, Technology, Engineering and Mathematics.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquemático do circuito eletrônico.....	42
Figura 2 - Sensores TCS3200 (a), HC-SR04 (b) e Módulo RF 433MHz (c).....	43
Figura 3 - Dimensões dos componentes eletrônicos.....	44
Figura 4 - Desenho das peças em 3D x Carrinho-Robô montado.....	45
Figura 5 – Parte interna do Carrinho-Robô e controle remoto .....	46
Figura 6 – Fluxograma do programa Básico .....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Competências a serem desenvolvidas por alunos do 8º ano .....	15
Quadro 2 - Características essenciais da ABP.....	23
Quadro 3 - Objetos de conhecimento abordados pelo primeiro projeto .....	39
Quadro 4 - Principais habilidades a serem desenvolvidas no primeiro projeto .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de projetos realizados na UPM.....	30
Tabela 2 - Orçamento do Conjunto Educacional.....	35
Tabela 3 - Orçamento do Conjunto Educacional Básico .....	37
Tabela 4 - Orçamento do Carrinho-Robô .....	47
Tabela 5 - Ativação dos motores.....	49
Tabela 6 - Tabela verdade das saídas s0 e s1.....	50
Tabela 7 - Tabela verdade das saídas s2 e s3.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CC	Corrente contínua
CNE	Conselho Nacional de Educação
DI	<i>Design Integration</i>
Dr.	Doutor
Enade	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IPMA	<i>International Project Management Association</i>
LARC/CBR	Competição Latino Americana e Brasileira de Robótica
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MEC	Ministério da Educação
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NTC	<i>Negative Temperature Coefficient</i>
ONG	Organização não Governamental
P21	<i>Partnership for 21<sup>st</sup> Century Learning</i>
PLA	Ácido polilático
PMBOK®	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMIEF	<i>Project Management Institute Educational Foundation</i>
Prof.	Professor
PSP	Projeto de Sistemas de Produção
RF	Radiofrequência
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STL	<i>STereoLithography</i>
UnB	Universidade de Brasília
UPM	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
WRE	<i>Workshop of Robotics in Education</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 TEMA.....	13
1.1.1 STEM .....	13
1.1.2 Base Nacional Comum Curricular .....	14
1.1.3 Aprendizagem Baseada em Projetos .....	16
1.1.4 Delimitação do Tema .....	17
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 Objetivo Geral .....	18
1.3.2 Objetivos Específicos .....	18
1.4 JUSTIFICATIVA.....	18
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
<b>2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....</b>	<b>21</b>
2.1 CONCEITUAÇÃO.....	21
2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	24
2.3 ABP APLICADA NAS UNIVERSIDADES .....	27
2.4 ABP APLICADA NESTE TRABALHO.....	30
<b>3 O CONJUNTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>32</b>
3.1 PERIFÉRICOS DE ENTRADA .....	33
3.2 PERIFÉRICOS DE SAÍDA.....	34
3.3 ORÇAMENTOS .....	35
<b>4 PROJETO: CARRINHO-ROBÔ.....</b>	<b>38</b>
4.1 MOTIVAÇÃO .....	38
4.2 CONEXÃO COM A BNCC.....	39
4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	40
4.3.1 Eletrônica .....	41
4.3.2 Design .....	44
4.3.3 Programação.....	47
<b>5 RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>53</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A - DESIGN DO CARRINHO-ROBÔ.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE B - PROGRAMAS DO CARRINHO-ROBÔ.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO A - PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B - CERTIFICADO DA WRE.....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, os autores discorrem sobre o tema desta monografia, as razões da escolha deste tema, os objetivos que desejam atingir, os procedimentos metodológicos utilizados na sua realização e a estrutura deste trabalho.

### 1.1 TEMA

Para um melhor entendimento do tema que será proposto, os conceitos de STEM, Aprendizagem Baseada em Projetos e Base Nacional Comum Curricular necessitam ser previamente definidos. Esta seção é destinada a tais definições, e por fim à delimitação do tema do trabalho.

#### 1.1.1 STEM

Utilizado pela primeira vez em 2001, o acrônimo STEM vem das palavras Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Existem diversas abordagens diferentes sobre o que este termo representa. Para Breiner et al. (2012, p. 3), isto ocorre nos Estados Unidos porque o governo federal tornou prioridade o financiamento do STEM, e muitas organizações estão competindo por esta verba.

Uma concepção moderna importante sobre educação STEM é a noção de uma integração direcionada das disciplinas que a compõem, visando solucionar problemas do mundo real (SANDERS, 2009). Esta perspectiva envolve olhar as disciplinas como uma unidade, ensinando-as como uma entidade coesa. Seguindo a mesma linha de raciocínio, Meyrick (2012, p. 2) menciona que os programas STEM incluem poderosas práticas pedagógicas centradas na aprendizagem ativa do estudante, incluindo integração curricular, Aprendizagem Baseada em Projetos e solução de problemas do mundo real.

Meyrick discorre ainda sobre os diversos benefícios que a educação STEM nos níveis fundamental e médio apresenta. Ela proporciona aos estudantes a possibilidade de praticar e entender habilidades desenvolvidas nas engenharias, dando experiência e conhecimentos prévios relacionados a essas carreiras, e de trabalhar com isso antes de precisar decidir o curso de graduação a ser realizado.

Para ilustrar a variedade de concepções sobre o STEM, foi realizado em 2009 dentro da *University of Cincinnati* um estudo qualitativo sobre o assunto. Duas perguntas foram realizadas: “O que é STEM?” e “Como o STEM influencia e/ou impacta sua vida?”. Segundo Breiner et al. (2012, p. 7 e 8), das 222 respostas obtidas, 27,5% diziam não saber ou não entender o que é, e 36% que não tinham relação alguma com STEM. Algumas respostas confundiam ainda o termo com o estudo de células-tronco (*stem cells*).

Rockland et al. (2010, p. 53) alegam que um dos principais motivos do desinteresse dos estudantes em seguir carreira nas áreas do STEM é que eles não são expostos a tópicos relevantes sobre esses assuntos durante os níveis fundamental e médio. Para eles, a integração de conceitos de engenharia nos currículos de matemática e das ciências através de aplicações práticas ajuda a aumentar o interesse nessas áreas, além de conectar as atividades de sala de aula ao mundo real.

### 1.1.2 Base Nacional Comum Curricular

No dia 08 de fevereiro de 2017, foi aprovada pelo plenário do Senado a Medida Provisória do Novo Ensino Médio. Segundo o Ministério da Educação (MEC, 2017b), este novo modelo propõe a flexibilização da grade curricular, permitindo que o estudante escolha a área de conhecimento para aprofundar seus estudos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um conjunto de orientações que deverão nortear os currículos das escolas públicas e privadas de todo o Brasil. Serão definidas as competências e conhecimentos essenciais que deverão ser oferecidos a todos os estudantes na parte comum, enquanto o restante do tempo será dedicado ao aprofundamento acadêmico nas seguintes áreas eletivas:

- I. Linguagens e suas tecnologias;
- II. Matemática e suas tecnologias;
- III. Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV. Ciências humanas e sociais aplicadas.

Em abril de 2017, a proposta da BNCC foi encaminhada ao Conselho Nacional de Educação (CNE) para a produção de um parecer e de um projeto de resolução. Ainda em 2017, no dia 15 de dezembro, esse parecer foi aprovado por meio de votação dos conselheiros e assim seguiu para homologação, que ocorreu no dia 20 deste mesmo mês (MEC, 2018).

Para garantir o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular apresenta um conjunto de habilidades. Essas habilidades estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento. Observe no Quadro 1 alguns exemplos de conteúdos que estão sendo propostos na BNCC para alunos do 8º ano do ensino fundamental dentro de algumas áreas de conhecimento.

**Quadro 1 - Competências a serem desenvolvidas por alunos do 8º ano**

<b>Componente Curricular</b>	<b>Objetos de Conhecimento</b>	<b>Habilidades</b>
Matemática e suas tecnologias	Grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais	Resolver e elaborar problemas que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação, em contextos socioculturais, ambientais e de outras áreas.
Ciências da natureza e suas tecnologias	Circuitos elétricos	Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
Ciências humanas e sociais aplicadas	Cadeias industriais e inovação no uso dos recursos naturais e matérias-primas	Analisar a influência do desenvolvimento científico e tecnológico na caracterização econômica do espaço mundial.

**Fonte: MEC (2017a)**

De acordo com o MEC (2017b), a sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Por isso, a BNCC não permitirá que alunos excedam metade da carga horária total em disciplinas comuns, fazendo com que as áreas de conhecimento e atuação profissional sejam o principal foco do estudante, preparando-o para o mercado de trabalho.

Através da terceira edição da BNCC, o MEC (2017a, p. 274) pretende organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras, estimulam o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitam definir problemas, levantar, analisar e representar resultados, comunicar conclusões e propor intervenções.



### 1.1.3 Aprendizagem Baseada em Projetos

Nos últimos anos, diversos métodos para aprendizagem vêm sendo desenvolvidos, utilizados e aplicados, com o objetivo de aprimorar os modelos de ensino. Assim, uma forma de aprendizagem cada vez mais explorada é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que se origina do inglês *Project-Based Learning*. A ABP tornou-se um tópico de interesse à medida que a ênfase na educação eficaz foi aumentando nos últimos anos (BENDER, 2015, p. 9).

Karpudewan, Ponniah e Zain (2016, p. 230) definem a ABP como uma abordagem instrutiva construída através de atividades autênticas de aprendizagem, que envolvem o interesse e a motivação dos alunos pelas quais as atividades são concebidas para responder a uma pergunta ou resolver um problema. Mencionam ainda que nos projetos da ABP, os estudantes são envolvidos em uma investigação construtiva num processo dirigido por metas que envolvem pesquisa, construção de conhecimento e resolução.

A sigla ABP pode significar também Aprendizagem Baseada em Problemas (do inglês *Problem-Based Learning*). Apesar de apresentar as mesmas iniciais que a Aprendizagem Baseada em Projetos, esses modelos não são sinônimos. Ao compará-los, R.M. Capraro, M.M Capraro e Morgan (2013, p. 1) mencionam que a Aprendizagem Baseada em Projetos fornece experiências necessárias para os estudantes estruturarem o aprendizado e construir poderosos conceitos sobre as áreas do STEM, sendo assim mais ampla, e frequentemente composta por diversos problemas que estudantes terão que resolver.

Mills et al.(2003, p.8) discutem a eficácia e relevância dos métodos de Aprendizagem Baseada em Problemas e em Projetos para educação na engenharia, apresentando suas diferenças. Por exemplo, o trabalho feito com projetos é mais direcionado para a aplicação de conhecimento, enquanto a Aprendizagem Baseada em Problemas é direcionada para a aquisição de conhecimento.

Outra diferença significativa apontada é que a Aprendizagem Baseada em Projetos é acompanhada de matérias como física, matemática etc., enquanto a Aprendizagem Baseada em Problemas isso não ocorre. Por fim, as tarefas em projetos se aproximam mais da realidade profissional, portanto demandam mais tempo para serem cumpridas em comparação com os problemas da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Capraro et al. (2013, p.2) apontam em sua obra alguns benefícios que a integração do STEM ao modelo de Aprendizagem Baseada em Projetos pode trazer aos estudantes dos níveis fundamental e médio, como desenvolver pensadores críticos que terão maior possibilidade de ter sucesso nas instituições pós-ensino médio, onde essas habilidades são essenciais.

Por conta dessas características de cada modelo de aprendizagem, e pelo fato deste trabalho realizar uma abordagem ao STEM utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos, a sigla ABP será utilizada somente para se referir à Aprendizagem Baseada em Projetos.

#### 1.1.4 Delimitação do Tema

Desenvolvimento de um Conjunto Educacional que visa promover por meio da criação de projetos a aprendizagem de alunos que cursam os Anos Finais do Ensino Fundamental brasileiro dentro das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

## 1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

A reforma do Ensino Médio fará com que os estudantes decidam já no Ensino Fundamental quais áreas de conhecimento lhes despertam mais interesse. Apesar dos benefícios que a educação STEM e a ABP podem trazer aos estudantes do nível fundamental, estes modelos ainda apresentam pouca divulgação no Brasil, fato que gera desinteresse na hora destes optarem por carreiras nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Uma das principais razões para esta carência de interesse é a inacessibilidade dos Conjuntos Educacionais para desenvolvimento de projetos existentes no mercado. Para exemplificar a falta de acessibilidade, é possível usar o grupo dinamarquês LEGO®, que criou em parceria com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) uma linha de produtos voltados para a área de robótica, conhecida como MINDSTORMS. São comercializados *kits* compostos por um minicomputador, sensores, motores, eixos e outras peças para montagem de robôs em geral.

Porém, estes produtos estão disponíveis por R\$ 2.799,99 (em maio de 2017) na loja virtual da empresa ([www.legobrasil.com.br](http://www.legobrasil.com.br)), valor fora da realidade de grande parte da sociedade brasileira. Portanto, a grande pergunta a ser respondida com este trabalho é: Como promover de maneira mais acessível o ensino nas áreas do STEM aos alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental?

### 1.3 OBJETIVOS

Serão apresentados a seguir os objetivos que os autores pretendem atingir com a realização deste trabalho, subdivididos em geral (que busca solucionar o problema apresentado) e específicos.

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Criar um Conjunto Educacional para promover, com base em conteúdos presentes na BNCC, a educação nas áreas do STEM por meio da ABP, com foco nos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um projeto utilizando o Conjunto Educacional;
- Divulgar o trabalho no cenário acadêmico;
- Contribuir com o novo modelo de educação nacional proposto pelo MEC;
- Aplicar conhecimentos adquiridos ao longo da graduação.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

As mudanças propostas pela BNCC abrem as portas para a integração dos conteúdos das áreas do STEM para os alunos dos Ensinos Fundamental e Médio. Porém, estes conteúdos devem ser abordados de uma forma que cativem os estudantes, pois muitas vezes não tratam de assuntos elementares (circuitos elétricos e conceitos de programação, por exemplo).

Além disso, a flexibilização na grade curricular do Novo Ensino Médio pode gerar dúvidas a respeito de qual área o estudante irá prosseguir. Optou-se então pela criação de um Conjunto Educacional para incentivar o aprendizado por meio de desenvolvimento de projetos. A aplicação da ABP surge como uma opção para auxiliar no processo de escolha das áreas eletivas, pois a tendência é que ao fim deste ciclo o aluno esteja não só mais decidido, mas também mais preparado para o que está por vir.

Por fim, há ainda como motivação a criação de um produto que pode proporcionar um retorno financeiro aos autores. Portanto, é um trabalho que não se limita a fins puramente acadêmicos, mas que também envolve aspectos sociais e tem a possibilidade de ser incorporado ao cenário comercial.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levando-se em conta a problemática da educação nacional discutida anteriormente, foram realizadas pesquisas em livros, artigos científicos e portais acadêmicos sobre os temas STEM, BNCC e ABP a fim de determinar o tema e os objetivos deste trabalho. Após justificar a intenção de resolver tais problemas, houve um aprofundamento teórico na metodologia ABP e na área de gerenciamentos de projetos, para então dar início ao desenvolvimento do Conjunto Educacional, que visa à aplicação desta metodologia nas áreas do STEM.

Iniciou-se então o desenvolvimento de um projeto baseado neste Conjunto Educacional que abrange conteúdos presentes na BNCC. Inspirados numa categoria específica de robôs jogadores de futebol, foram concebidas as estruturas eletrônica, mecânica e de programação do projeto. Com isso, se tornou possível a montagem do seu protótipo, bem como seus testes de funcionamento.

Ressalta-se que ao mesmo tempo em que este trabalho progredia, surgiu a oportunidade da publicação de um artigo científico, a qual foi aproveitada pelos autores. Por fim, foram demonstrados os resultados obtidos com o término deste trabalho, seguidos pelas considerações finais dos autores.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos. O primeiro é a introdução, que traz definições sobre o que foi desenvolvido, informações a respeito das áreas do STEM, esclarecimentos em relação ao Novo Ensino Médio e a BNCC e uma apresentação do método ABP. O segundo capítulo aborda mais a fundo a ABP, além de especificar a maneira que este modelo deve ser utilizado. Este capítulo também trata sobre a área de gerenciamento de projetos.

As informações detalhadas sobre o Conjunto Educacional desenvolvido constituem o terceiro capítulo. O projeto criado a partir deste Conjunto Educacional é apresentado no capítulo quatro, no qual os autores dissertam sobre todas as etapas de seu desenvolvimento, como conteúdos englobados, materiais utilizados e seus custos.

O quinto capítulo é destinado à demonstração dos resultados obtidos. O sexto e último capítulo traz as conclusões a respeito do trabalho. Por fim, os autores indicam as referências bibliográficas utilizadas durante o desenvolvimento desta monografia, seguida de Apêndices e Anexos mencionados durante seu desenvolvimento.

## 2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Neste capítulo será aprofundado o conceito da metodologia ABP, apresentando suas características e procedimentos, além de exemplos de como esta metodologia é utilizada nas universidades e como ela pode ser aplicada neste projeto. Outra ferramenta trabalhada neste capítulo é o PMBOK®, um guia de gerenciamento de projetos.

### 2.1 CONCEITUAÇÃO

A metodologia do ABP teve origem a partir de 1900, e logo em seu princípio destacou-se através do filósofo americano John Dewey (1859 – 1952), onde comprovou o “aprender mediante fazer”, valorizando, questionando e contextualizando a capacidade de compreensão dos alunos quando estes são submetidos a resolver problemas reais na forma de projetos em suas áreas de estudos.

Segundo Markham et al. (2008, apud MASSON ET AL., 2012), “o construtivismo explica que os indivíduos constroem o conhecimento por intermédio das interações com seu ambiente, e a construção do conhecimento de cada indivíduo é diferente”. Para eles, um indivíduo aprende a construir um novo conhecimento tendo seu conhecimento atual como base, por meio de condução das investigações, conversações e atividades.

Dessa forma, pode-se dizer que o conhecimento adquirido através dessa metodologia não é absoluto, e sim construído através de experiências e conhecimentos. A ABP por se utilizar de projetos realistas, baseados em problemas e questões envolventes de diversos assuntos, pode ser usada em todas as disciplinas acadêmicas, porém seu principal foco são as áreas de ensino STEM.

Esta metodologia passou a ser mais utilizada e aperfeiçoada a partir da grande procura pelos cursos de Engenharia. Segundo Cole e Wasburn-Moses (2010, apud BENDER, 2015) a ABP aumenta a motivação para aprender, trabalhar em equipe e desenvolver habilidades colaborativas, hoje ela é recomendada como uma técnica de ensino do século XXI. As principais características dessa metodologia, segundo Campos (2011) são:

- a. O aluno é o centro do processo;
- b. Desenvolve-se em grupos tutoriais;
- c. Caracteriza-se por ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar e orientado para a aprendizagem do aluno.

Nota-se que o foco total da metodologia é o aluno, e este é responsável por grande parte do aprendizado adquirido, dessa forma Masson et al. (2012) dizem que a construção da aprendizagem é algo que só acontece quando o aluno é ativo, quando está interessado no que está fazendo, quando sua motivação é intrínseca, não extrínseca. Observa-se então que o conhecimento é mais bem adquirido quando a vontade de aprender parte do aluno e não apenas quando o professor apresenta o conteúdo para ele.

Utilizando-se dessas características em conjunto com a área de interesse do aluno, é possível chegar ao ponto mais desejável da ABP, pois conforme Masson et al. (2012):

1. A aprendizagem é um dos principais mecanismos motivador do ser humano.
2. Explora e incentiva a área de interesses do aluno, atribuindo ao educador a capacidade de desenvolver atividades nessa área.
3. Estabelece relações entre o aprendizado na escola e na vida e as experiências do aluno.
4. Estimula o aluno a passar por todas as partes do aprendizado, desde a escolha do projeto, até a implementação e discussão dos resultados, tornando uma aprendizagem ativa e significativa.
5. Faz com que o aprendizado seja diferente para cada pessoa, onde cada uma segue os seus métodos e ritmos.
6. Afasta o foco que a absorção de informações é o principal objetivo da aprendizagem e o torna como apenas uma parte do ensino.
7. A tecnologia é parte indispensável na ABP pelo fato de ser um espaço de interação, aprendizagem colaborativa, disseminação de processos e resultados.

Para o sucesso da metodologia ABP, a escolha do projeto a ser desenvolvido é de extrema importância para motivar alunos e ainda abordar os temas propostos. A ABP é uma ferramenta poderosa que exige visão, estruturação e instigação o educando a ser desafiador, organizado, estratégico e que saiba conduzir e interpretar uma avaliação dos resultados. Algumas especificações contribuem para que o êxito seja alcançado. De acordo com Markham et al. (2008, apud MASSON ET AL., 2012), os alunos devem ser orientados nos seguintes passos:

- Desenvolvimento da ideia do projeto;
- Decisão do escopo do projeto;
- Seleção dos padrões;
- Incorporação dos resultados simultâneos;
- Desenvolvimento, a partir da formulação do projeto;
- Criação do ambiente ideal de trabalho.

O Quadro 2 estabelece as características essenciais da ABP, segundo Bender (2015):

**Quadro 2 - Características essenciais da ABP**

<b>Âncora</b>	Introdução e informações básicas para gerar o interesse dos alunos.
<b>Trabalho em equipe cooperativo</b>	Torna as experiências de aprendizagem mais autênticas.
<b>Questão motriz</b>	Deve chamar a atenção dos alunos, bem como focar seus esforços.
<b>Feedback e revisão</b>	A assistência estruturada deve ser rotineiramente proporcionada pelo professor ou no interior do processo de ensino cooperativo.
<b>Investigação e inovação</b>	Dentro da questão motriz abrangente, o grupo precisará gerar questões adicionais focadas mais especificamente nas tarefas do projeto.
<b>Oportunidades e reflexão</b>	Criar oportunidades para a reflexão dos alunos dentro de vários projetos é aspecto enfatizado por todos os proponentes da ABP.
<b>Processo de investigação</b>	Podem-se usar diretrizes para a conclusão do projeto e geração de artefatos para estruturar o projeto.
<b>Resultados apresentados publicamente</b>	Os projetos de ABP pretendem ser exemplos autênticos dos tipos de problemas que os alunos enfrentam no mundo real.
<b>Voz e escolha do aluno</b>	Os alunos devem ter voz em relação a alguns aspectos como o projeto pode ser realizado, além de serem encorajados a fazer escolhas ao longo de sua execução.

**Fonte: Bender (2015)**



Com a sintonia entre orientador e aluno, onde cada um sabe as etapas a desempenhar na metodologia, a formação multidisciplinar passa a ser um importante passo dentro do aprendizado. O aluno estará apto a desenvolver várias habilidades diferentes de disciplinas distintas em prol de um objetivo.

Dessa forma, o ensino além de estar voltado à formação especializada, vai privilegiar a formação humanística, generalista e multidisciplinar, fornecendo condições para que o aluno seja o próprio agente de sua formação, mobilizando-o para a busca por novos conhecimentos e propiciando uma contínua convergência entre o potencial tecnológico e os interesses humanísticos e sociais (MASSON et al., 2012, p.8).

Na metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos, o professor apresenta os tópicos que devem ser abordados e divide a turma em grupos. Os alunos irão definir, à sua escolha, o projeto que será desenvolvido, assim como os materiais e componentes que deverão ser utilizados. O papel do professor é passar algumas orientações e dar *feedback* periodicamente.

Portanto, cada aluno que deverá desempenhar o papel de adquirir o conhecimento necessário para desenvolver o projeto. Os alunos colaboram entre si para dividir o conhecimento adquirido, sendo que as tarefas devem ser separadas entre eles próprios, incentivando o trabalho em equipe.

## 2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Quando se trata de projetos, um conceito importante e muito utilizado por empresas, mas que pode ser aplicado em qualquer área, é o de gestão de projetos. O *Project Management Institute* (PMI), que pode ser traduzido para o português como Instituto de Gerenciamento de Projetos, é referência nesta área, pois fornece guias e padrões mundiais que credenciam o planejamento de um projeto, podendo emitir certificados reconhecidos internacionalmente (PMI, 2018).

Com o objetivo de abranger os principais aspectos contidos no gerenciamento de um projeto (*Project Builder*, 2015) foi desenvolvido pelo PMI o Guia PMBOK®, um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. A sigla é referente a *Project Management Body of Knowledge*.

A quinta edição do guia apresenta áreas de conhecimento utilizadas no padrão desenvolvido, além de um anexo contendo o padrão e guia para gerenciamento de projetos. As dez áreas de conhecimento abordadas são:

- Gerenciamento da integração do projeto;
- Gerenciamento do escopo do projeto;
- Gerenciamento de tempo do projeto;
- Gerenciamento de custos do projeto;
- Gerenciamento da qualidade do projeto;
- Gerenciamento de recursos humanos do projeto;
- Gerenciamento das comunicações do projeto;
- Gerenciamento de riscos do projeto;
- Gerenciamento de aquisições do projeto;
- Gerenciamento das partes interessadas do projeto.

O Instituto Nacional Americano de Padrões (ANSI, do inglês *American National Standards Institute*), desde 1998, acredita o PMI como desenvolvedor de padrões. Desenvolvido pelo PMI e apresentado no Anexo A1 do guia PMBOK® está apresentado o padrão de gerenciamento de projetos de um projeto, cujo contém 47 processos que são classificados em cinco grupos de processos. Os grupos de processos do padrão são:

- Grupo de processos de iniciação;
- Grupo de processos de planejamento;
- Grupo de processos de execução;
- Grupo de processos de monitoramento e controle;
- Grupo de processos de encerramento;

Os 47 processos do padrão de gerenciamento de projetos estão representados no Anexo A deste trabalho, e separados nas colunas de acordo com seus respectivos grupos dos processos, e nas linhas estão classificadas de acordo com a área de conhecimento aplicada, entre as 10 apresentadas no guia PMBOK®.

Em 1990 foi criado pelo PMI o *Project Management Institute Educational Foundation* (PMIEF), uma fundação educacional sem fins lucrativos que fornece ferramentas para o aprendizado e o ensinamento de gerenciamento de projetos, com finalidade de fortalecer o ensino e o aprendizado através de medidas como bolsas, subsídios e implementação de programas inovadores.

O PMIEF é constituído por três áreas de trabalho: o PM Juventude Conhecedora, que tem o objetivo de fornecer recursos educacionais para as crianças estarem mais bem preparadas para o futuro. O PM Capacitação de Organizações não governamentais (ONGs) e sem fins lucrativos que busca realizar o treinamento de organizações sem fins lucrativos para melhorar a eficiência e eficácia destas organizações. e o PM Força de trabalho Pronta que tem o objetivo de construir uma força de trabalho melhor preparada dando suporte no desenvolvimento acadêmico.

A área do PMIEF que aborda os principais objetivos deste trabalho é a PM Juventude Conhecedora, por se tratar de projetos para ensinamento de crianças. Esta área é a que mais cresce da PMIEF, tendo início em Janeiro de 2012. Até então, mais de 200.000 crianças já foram expostas ao gerenciamento de projetos. Além disso, PMIEF dá suporte também para educadores, administrando bolsas de estudos para treinamento em gerenciamento de projetos. “O PMIEF busca mudar a forma que as crianças aprendem, vivem e planejam o futuro através do conhecimento e aplicação de gerenciamento de projetos” (PMIEF, 2018).

O PM Juventude Conhecedora indica como material para gerenciamento de projetos o *Bringing Project Management into the School Transformation Conversation*, desenvolvido pela *Partnership for 21<sup>st</sup> Century Learning* (P21). Este material ressalta que o desenvolvimento de projetos e a metodologia ABP devem integrar oportunidades para aprender e praticar habilidades em gerenciamento de projetos.

“Project-Based Learning offers students rich opportunities to learn how to manage and lead their own learning; hone a variety of essential 21st Century Skills; apply these skills to deepening their knowledge of the world, themselves, and others; and help create a better world. Projects can be integrated into any subject matter and are a natural and effective way to develop important college and career readiness skills, as well as Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) skills.” PMIEF, 2013

## 2.3 ABP APLICADA NAS UNIVERSIDADES

Nesta seção, serão apresentados exemplos de abordagem da metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos em universidades ao redor do mundo. No Brasil, algumas universidades estão desenvolvendo formas de aplicar a ABP no seu projeto político-pedagógico.

O curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília (UnB), por exemplo, foi reestruturado de forma a privilegiar diferentes métodos de ensino e aprendizagem, como a ABP. Baltazhar e Silva (2010, p. 142) explicam as disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção (PSP), que compõem o principal bloco de conteúdos do curso, da seguinte forma:

As disciplinas PSP são centradas em torno da atividade de projeto. Cada projeto, atribuído como tarefa a um “grupo de projeto” que explorará as questões pertinentes e elaborará respostas e soluções ao longo do semestre letivo, será estruturado da seguinte forma: (i) Um problema; (ii) Um contexto; (iii) Acesso a recursos e informação. O “grupo de projeto”, formado por equipes de quatro a dez estudantes, conforme a complexidade do problema, será supervisionado por um professor. A solução do problema proposto exigirá conhecimentos multidisciplinares e habilidades de comunicação e trabalho em equipe (BALTAZHAR E SILVA, 2010, p.142).

Nota-se neste bloco de disciplinas a presença da metodologia da ABP, principalmente na apresentação de uma proposta-problema, onde o grupo previamente definido terá que buscar formas de resolver. Baltazhar e Silva (2010, p. 142) ressaltam as características que este bloco possui, como por exemplo trabalho em grupo com menor presença do professor, orientado á agregação de conhecimentos e habilidades; tarefas realísticas que envolverão aspectos do currículo do curso e atuação do aluno centrada mais em atividade de projeto, desempenhando diferentes papéis no grupo.

Segundo Baltazhar e Silva (2010, p. 142), esta reestruturação curricular privilegia mais o processo de “aprender” do aluno do que o de “ensinar” do professor. Assim, o aluno passa a ter uma responsabilidade maior na sua formação, pois precisa abandonar a ideia de apenas reproduzir o conhecimento repassado pelo professor.

O curso de Engenharia de Produção da UnB, iniciado em 03 de agosto de 2009, se destaca pela sua qualidade e inovação em meio às metodologias das universidades brasileiras, obtendo nota máxima no Exame Nacional de Desempenho

de Estudantes (Enade) e nota 4, de um total de 5, no Conceito de Curso, no ano de 2014.

Em 2011, foi desenvolvido um estudo das opiniões dos alunos que cursaram disciplinas PSP do curso de Engenharia de Produção da UnB em relação às metodologias aplicadas. Monteiro et al. (2012, p. 10) ressaltam que a Abordagem ABP, um dos critérios de avaliação, apresenta uma expectativa positiva de 81%, uma das maiores entre os alunos.

Ribeiro e Nicoletti (2004, p.133) descrevem como é realizada a implementação da ABP na Escola de Arquitetura da Universidade de Newcastle, localizada em Callaghan, na Austrália. A equipe, composta por 70 alunos do primeiro ano, foi dividida em grupos de 12 alunos. Os problemas eram trabalhados dentro do *Design Integration* (DI), um componente curricular onde, conforme o progresso do aluno, os projetos desenvolvidos diminuem em quantidade, mas aumentam em complexidade.

Inicialmente foram apresentados os requisitos do projeto através de uma aluna do quinto ano, que interpretava o papel de uma cliente. O tutor, reunido com a turma, esclareceu então dúvidas dos conceitos que serão trabalhados. Além do projeto, haviam atividades complementares a serem cumpridas. A grade curricular dos alunos contemplava também disciplinas de apoio com a carga horária reduzida.

Para se realizar a avaliação dos alunos, a nota final foi composta por notas do projeto e notas de atividades complementares. Além disso, Ribeiro e Nicoletti (2004, p.130) relatam que a avaliação foi “baseada na capacidade dos alunos de conceber novas ideias, justificarem suas decisões, demonstrarem pensamento crítico, raciocínio”. Conforme o aluno avançava no curso, o peso da nota do projeto aumentava, sendo 25% da nota final no primeiro ano e 50% no quarto ano.

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, como constatado por Ribeiro e Nicoletti (2004, p.145): “a riqueza dos projetos apresentados pelos alunos ao final do ciclo observado neste trabalho atesta, apesar de suas falhas e dificuldades, relevância da abordagem à metodologia ABP”.

Já na Universidade Politécnica de Madrid (UPM), a metodologia ABP foi aplicada pela primeira vez no curso de Engenharia Agrônoma em 1987. Cazorla et al. (2010, p. 1) citam que no período de 20 anos, três grandes fases aconteceram para o sucesso da metodologia: validação, expansão e estratégia educacional.

Na primeira fase - validação da metodologia (1987-1996) - foi apresentado para os estudantes o funcionamento da metodologia e suas virtudes através de palestras e cursos. Em seguida, já com os fundamentos da ABP sendo aplicados, como trabalho em grupo e aprendizagem ativa, os alunos da disciplina de Economia Agrícola eram levados a zonas rurais de Madrid para resolver problemas reais.

Essa primeira fase precisou superar duas dificuldades, tais como descreve Cazorla et al. (2010, p. 2): a objeção das autoridades administrativas de enxergar a universidade como algo que pode resolver problemas reais do mundo profissional e a falta de confiança para aplicar essas mudanças no sistema de ensino.

Nove anos depois, deu-se início à segunda fase: expansão para outras disciplinas (1996-2003). A metodologia ABP foi expandida para a disciplina de Projetos em Desenvolvimento Rural Integrado, e também para as especializações em Planejamento Territorial, Meio Ambiente, Economia Agrícola e Engenharia Rural. Dessa forma, pode-se haver cooperação e integração entre as disciplinas, gerando melhor aprendizado e resultados.

Dentre as novidades desta fase, destacam-se as atividades de aprendizagem cooperativa, que visam a interdependência entre os grupos, comparações de situações de projeto e busca por novas conclusões; ensino auxiliado pela tecnologia de informação através da plataforma Aulaweb; e a introdução de um prêmio para os melhores projetos ou estudos realizados no projeto final do curso.

A terceira fase - estratégia educacional ligada a competências em gestão de projetos (2003-presente) - demanda novos modelos de inovação educacional baseados em competências e aptidões, o que afeta tanto as metodologias de ensino quanto às de aprendizagem. Para realizar esta mudança, foi adotado como referência o padrão da *International Project Management Association* (IPMA).

Segundo Cazorla et al (2010, p. 4), a metodologia ABP aplicada na UPM atende às especificações deste padrão, pois além da experiência pré-profissional, também são desenvolvidas competências educacionais, como trabalho em grupo, comunicação, liderança, comprometimento, motivação, autocontrole, criatividade, eficiência, etc. A Tabela 1 demonstra a quantidade de projetos desenvolvidos nas diferentes áreas de atuação até o ano de 2010, por um total de 900 alunos.

Tabela 1 - Quantidade de projetos realizados na UPM

Tópicos de aprendizagem baseada em projeto	Área do projeto	Nº de projetos
	Irrigação histórica	1
Melhoria do habitat rural	Desenvolvimento em zonas rurais	5
	Recuperação de áreas degradadas	4
Potenciação da agricultura	Melhoria da comercialização	3
	Modernização das unidades de produção	6
	Produtos de qualidade	4
Recursos naturais e ambiente	Conservação dos espaços naturais	4
	Medidas agroambientais	5
Planejamento do desenvolvimento nos territórios rurais	Planejamento territorial	4
	Governança em territórios rurais	5
	Medidas agroambientais	6
Número total de projetos realizados		115

Fonte: Cazorla et al. (2010, p. 3)

Portanto, pode-se constatar que o sucesso da ABP nessa universidade se deve principalmente ao longo período em que foi realizada sua implantação, garantindo assim que todos tivessem tempo para se adaptar a esses conceitos, incluindo alunos, professores e autoridades administrativas.

## 2.4 ABP APLICADA NESTE TRABALHO

Para viabilizar a implementação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, foi elaborado um Conjunto Educacional utilizando componentes eletrônicos que possibilitam a criação de diversos projetos, de acordo com a necessidade e a criatividade dos alunos. Dentre os componentes, destacam-se como elementos de entrada os sensores e botões, e como elementos de saída os motores e LEDs (do inglês *Light Emitting Diode*).

Entende-se que o Arduino é a melhor escolha de microcontrolador para este Conjunto Educacional, pois como indicam Queiroz e Sampaio (2016, p.4), é uma “plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, simples de ser utilizada por qualquer estudante, inclusive crianças, de maneira que elas pudessem facilmente criar ‘coisas’ que funcionassem sem a necessidade de frequentar um curso completo de eletrônica”.

Para a utilização deste Conjunto Educacional, sugere-se uma abordagem por meio da ABP, a qual estabelece que o aluno deve ter total liberdade na escolha do projeto, e determinar todos componentes que deverão ser utilizados. Porém, por se tratar de um público alvo que está sendo introduzido às áreas do STEM e que não tem maturidade suficiente para utilizar estes elementos, seu uso tende a direcionar ligeiramente o tipo dos projetos que serão desenvolvidos. Os autores acreditam que esta é a melhor maneira de se aplicar a metodologia, e que os resultados deverão ser satisfatórios.

Neste trabalho, é apresentado um exemplo de projeto que foi criado a partir deste Conjunto Educacional. Porém, diversas outras aplicações podem ser concebidas, pois o Conjunto Educacional foi criado de tal maneira a proporcionar um grande número de possibilidades de projetos.



### 3 O CONJUNTO EDUCACIONAL

A homologação da BNCC, junto à reforma do Ensino Médio, abre a possibilidade da utilização de novas estratégias pedagógicas no Brasil. Com o objetivo de aumentar a afinidade de alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental com as diversas áreas da educação STEM, e tendo em vista os benefícios comprovados da aplicação da metodologia ABP, os autores se propuseram a selecionar e agrupar itens que possibilitam o desenvolvimento de diferentes projetos dentro de um ambiente de ensino, criando assim um Conjunto Educacional.

Os componentes selecionados para o Conjunto Educacional desenvolvido neste trabalho serão armazenados numa caixa organizadora para facilitar seu manuseio. Como mencionado nos capítulos anteriores, o microcontrolador Arduino é o elemento principal. Dentre as placas disponíveis, foi escolhido o modelo Nano, que apresenta dimensões reduzidas e um número conveniente de entradas e saídas, o que possibilita sua utilização em uma vasta gama de projetos.

Nas especificações técnicas deste microcontrolador, observa-se que ele pode ser alimentado com uma tensão de 7 a 12 V. Por isso, o Conjunto Educacional conta com um clip para baterias de 9 V e suportes para pilhas de tamanho AA e AAA. Porém, essas fontes de tensão não foram adicionadas, pois caberá aos alunos escolher o tipo e a quantidade adequada (recomenda-se a utilização de pilhas e baterias recarregáveis).

Pensando na prototipagem de circuitos, estão inclusos jumpers do tipo macho-macho e uma matriz de contato (conhecida também como *proto-board*) de 840 pontos. O Conjunto Educacional reúne ainda elementos resistivos (resistores e potenciômetros) e capacitivos (capacitores) de diferentes valores para aumentar sua abrangência, além de diodos 1N4007.

Para realizar comunicação sem fio quando esta for necessária, foi adotado o módulo de radiofrequência (RF) transmissor e receptor de 433 MHz devido à familiaridade dos autores com o componente. Na sequência, foram estabelecidos os demais periféricos que compõem o Conjunto Educacional. Foram definidos como periféricos de entrada aqueles encarregados de responder a um estímulo do meio ambiente e convertê-lo em uma grandeza elétrica, enquanto os de saída são dispositivos que convertem o sinal elétrico gerado pelo controlador em uma grandeza física.

### 3.1 PERIFÉRICOS DE ENTRADA

Quando se trata de elementos de entrada num sistema microcontrolado, o primeiro que vem à tona é o botão. Por isso, o Conjunto Educacional conta não só com chaves tácteis (em inglês, *Push-Buttons*), mas também com um teclado matricial composto por 12 teclas, dispostas num formato 4x4.

Os demais periféricos de entrada são sensores capazes de responder a diversos estímulos. Para a medição de temperaturas, o Conjunto Educacional dispõe de quatro componentes. O primeiro deles é o LM35, um circuito integrado que retorna uma tensão de saída linear de 10 mV/°C. Já o termistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) é um elemento resistivo não linear que, por apresentar um coeficiente negativo como se deduz pela tradução de seu nome, reduz sua resistência com o aumento da temperatura que está sendo medida.

Além desses dois periféricos analógicos mencionados acima, foram escolhidos outros dois digitais que respondem não só à variação de temperatura, mas também a diferentes estímulos. O BMP180 é um sensor desenvolvido pela Robert Bosch GmbH capaz de identificar temperatura e pressão atmosférica, enquanto o DHT11 usado para medições de temperatura e umidade.

Ainda pensando em umidade, também está presente no Conjunto Educacional um sensor de umidade de solo, cujo nome é autoexplicativo. Outro sensor importante relacionado a esta área é o YL-83, conhecido como sensor de chuva por sua capacidade de detectar gotas d'água.

Os demais sensores presentes no Conjunto Educacional são capazes de identificar diversos parâmetros. O LDR (*Light Dependent Resistor*), por exemplo, é uma resistência que varia de acordo com a intensidade de luz sobre o componente, podendo ser utilizado como um sensor de luminosidade. Já o TC3200 é um sensor que detecta níveis das cores vermelha, verde e azul, ou RGB (do inglês *Red, Green, Blue*) de objetos aproximados a ele.

A fim de minimizar a interferência da iluminação do ambiente, foi adicionado o TCRT5000. Trata-se de um sensor óptico reflexivo, que conta com um emissor de luz infravermelha e um fototransistor responsável por capturar a luz refletida. Um periférico que funciona de maneira semelhante a este, mas que utiliza ondas ultrassônicas, é o HC-SR04, que armazena o tempo que esta onda emitida pelo

sensor leva para refletir em algo e retornar. Assim, após uma rápida conversão, este sensor é capaz de identificar obstáculos à sua frente, bem como sua distância.

Ainda para detectar não só presença, mas também movimento, o Conjunto Educacional conta com um sensor PIR HC-SR501, amplamente utilizado para acionamento automático de lâmpadas. Já para detectar vibrações, foi escolhido o SW-420, sensor que muda o nível lógico de sua saída quando a intensidade máxima de vibração ajustada em seu potenciômetro é ultrapassada.

Como o Arduino é uma plataforma livre, estão disponíveis na internet bibliotecas de programação para os periféricos de maior complexidade que compõem o Conjunto Educacional. Além de bibliotecas, existem também diversos tutoriais que facilitam a utilização destes elementos, sendo esta uma das grandes vantagens deste controlador. Neste momento, a aplicação da metodologia ABP se mostra altamente relevante.

### 3.2 PERIFÉRICOS DE SAÍDA

Em relação aos elementos de saída de sistema microcontrolado, os Diodos Emissores de Luz, ou simplesmente LEDs, são indispensáveis. Por isso, o Conjunto Educacional dispõe deste componente em quatro cores diferentes (verde, vermelho, amarelo e branco), além de LEDs RGB que através da combinação de cores podem assumir múltiplos tons.

Uma derivação deste periférico é o *display* de 7 segmentos. O componente leva este nome por ser composto por sete segmentos de LEDs dispostos de forma a representar diferentes caracteres, principalmente numéricos, dependendo de quais luzes estão acesas. Em muitos casos, este componente ainda apresenta um oitavo LED: o ponto. Neste conjunto Educacional, foram adicionados *displays* com 1, 2 e 4 dígitos, todos do tipo ânodo comum.

Outro *display* incluso foi a tela LCD de 16 colunas e 2 linhas, ou simplesmente 16x2. Este componente é capaz então de exibir 32 caracteres ao mesmo tempo, e pode ser adaptável a uma grande diversidade de projetos. Existem diversas bibliotecas disponibilizadas *online* que facilitam o uso deste componente, inclusive com funções de auto rolagem, troca de linha, etc.

Para a emissão de sons, foram incluídos alto falantes do tipo *buzzer*. Além desses periféricos de saída, foram adicionados ao Conjunto Educacional dois tipos de motores. O primeiro deles, um Micro Servo 9g SG90, possui acoplado ao seu eixo um potenciômetro que atua no controle de posição, além de um conjunto de engrenagens. Ele pode rotacionar até aproximadamente 180 graus, e é muito utilizado em projetos de robótica e modelismo.

O segundo modelo, já mais robusto, é um motor de corrente contínua (CC), que opera na faixa de 3 a 6 V, e conta com uma caixa de redução visando o aumento de seu torque. Como a corrente de 40 mA que sai dos pinos do Arduino não é suficiente para algumas aplicações, foi necessária a inclusão de uma Ponte H L298N ao Conjunto Educacional, que aumenta essa capacidade de fornecimento de corrente e pode acionar até 2 motores.

### 3.3 ORÇAMENTOS

Diante dos componentes apresentados neste capítulo, foi possível fazer um levantamento do valor a ser investido para a montagem do Conjunto Educacional proposto. O preço final, obtido em maio de 2018, foi baseado em itens encontrados na plataforma eletrônica Mercado Livre. Além disso, foram desconsiderados os valores de frete, visto que ele pode ser nulo para pedidos em larga escala ou para contas de compradores frequentes.

Na Tabela 2, estão apresentados os componentes selecionados, a quantidade incluída no Conjunto Educacional, o preço unitário de cada componente, o endereço em que foram encontrados e, por fim, o valor total. Alguns itens são vendidos em quantidade maior do que a desejada pelos autores. Nestes casos, foram considerados valores proporcionais.

**Tabela 2 - Orçamento do Conjunto Educacional**

(continua)

QUANTIDADE	ITEM	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ENDEREÇO
1	Caixa organizadora	13,57	<a href="http://bit.ly/2skqr7N">bit.ly/2skqr7N</a>
1	Arduino Nano (com cabo)	22,90	<a href="http://bit.ly/2LA2eDg">bit.ly/2LA2eDg</a>
1	Matriz de contato de 840 pontos	7,95	<a href="http://bit.ly/2K3MRBo">bit.ly/2K3MRBo</a>
1	Jumper macho-macho (65 unidades)	11,71	<a href="http://bit.ly/2L3aYke">bit.ly/2L3aYke</a>

(conclusão)			
QUANTIDADE	ITEM	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ENDEREÇO
1	Clip para bateria 9 V	1,00	bit.ly/2LFnkjs
3	Suporte para 2 pilhas AA	1,00	bit.ly/2ISfzcx
3	Suporte para 2 pilhas AAA	1,00	bit.ly/2L1JXxt
2	Chave interruptora liga/desliga	1,05	bit.ly/2kMw7nu
10	Resistor de 330 Ω, 1/4 W	0,05	bit.ly/2IVbmRh
10	Resistor de 1 kΩ, 1/4 W	0,05	bit.ly/2GWuUTe
10	Resistor de 10 kΩ, 1/4 W	0,04	bit.ly/2GXRwTp
3	Potenciômetro de 1 kΩ	1,00	bit.ly/2L466eP
3	Potenciômetro de 10 kΩ	1,00	bit.ly/2IVoXrl
5	Diodo 1N4007	0,21	bit.ly/2ISaa59
5	Capacitor Cerâmico de 10 nF, 50 V	0,13	bit.ly/2J9GiQV
5	Capacitor Cerâmico de 100 nF, 50 V	0,13	bit.ly/2J9GiQV
5	Capacitor Eletrolítico de 1000 uF, 25 V	0,48	bit.ly/2GX6yZK
5	Capacitor Eletrolítico de 2200 uF, 25 V	0,80	bit.ly/2LG3yED
1	Chave Táctil (10 unidades)	9,80	bit.ly/2kyuPg1
1	Teclado matricial 4x4	2,99	bit.ly/2IQISx7
1	Sensor ultrassônico HC-SR04	6,50	bit.ly/2LDtXTK
1	Sensor de cor RGB TC3200	15,49	bit.ly/2GX6Ob2
5	Sensor de luminosidade LDR 5 mm	0,36	bit.ly/2ISWJlg
3	Sensor óptico reflexivo TCRT5000	1,00	bit.ly/2JfPcg4
2	Sensor de temperatura NTC 10 kΩ	0,50	bit.ly/2LCnwjy
1	Sensor de temperatura LM35	3,40	bit.ly/2GWvNLY
1	Sensor de pressão e temperatura BMP 180	8,50	bit.ly/2sd23We
1	Sensor de umidade e temperatura DHT11	5,47	bit.ly/2sjC5zL
1	Sensor PIR HC-SR501	4,80	bit.ly/2scvS9M
1	Sensor de chuva YL-83	5,47	bit.ly/2LEwJYO
1	Sensor de vibração SW-420	3,50	bit.ly/2xmMtN3
1	Módulo sensor de umidade do solo	3,99	bit.ly/2kxNQiF
1	Módulo RF Transmissor-Receptor 433 MHz	4,90	bit.ly/2GXhab8
5	LED 5 mm verde de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5 mm vermelho de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5 mm amarelo de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5mm branco de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED RGB 5 mm	0,60	bit.ly/2L47Kx1
2	Display 7 segmentos de 1 dígito, AC	2,25	bit.ly/2xk4Oub
2	Display 7 segmentos de 2 dígitos, AC	4,90	bit.ly/2L26mL3
1	Display 7 segmentos de 4 dígitos, AC	7,90	bit.ly/2JdjHms
1	Display LCD 16x2 (com barra de pinos)	12,90	bit.ly/2JibHka
1	Buzzer 5V (2 unidades)	2,80	bit.ly/2skl9t0
2	Micro Servo 9g SG90	8,49	bit.ly/2siry87
2	Motor DC 3-6 V com redução	12,00	bit.ly/2JeuD3w
1	Ponte H L298N	9,80	bit.ly/2ITVT84
<b>TOTAL</b>		<b>256,67</b>	

Fonte: Aatoria própria (2018)

A fim de oferecer uma opção ainda mais acessível, é possível a criação de um Conjunto Educacional Básico, formado apenas por componentes essenciais. Esta alternativa se mostra relevante em situações nas quais o usuário tem interesse em experimentar o microcontrolador Arduino, sem a necessidade da criação de projetos maior complexidade.

O orçamento do Conjunto Educacional Básico é exibido na Tabela 3. Note que o valor final, quando comparado ao orçamento anterior, apresenta uma redução significativa (acima de 50%). Os componentes que foram excluídos podem ainda ser oferecidos aos consumidores como uma espécie de pacote adicional. Para ambos os casos, não foram definidas as margens de lucro que os autores desejam aplicar sobre o produto, pois sua comercialização será futuramente discutida com investidores externos.

**Tabela 3 - Orçamento do Conjunto Educacional Básico**

QUANTIDADE	ITEM	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ENDEREÇO
1	Caixa organizadora	13,57	bit.ly/2skqr7N
1	Arduino Nano (com cabo)	22,90	bit.ly/2LA2eDg
1	Matriz de contato de 840 pontos	7,95	bit.ly/2K3MRBo
1	Jumper macho-macho (65 unidades)	11,71	bit.ly/2L3aYke
1	Clip para bateria 9 V	1,00	bit.ly/2LFnkjs
10	Resistor de 330 $\Omega$ , 1/4 W	0,05	bit.ly/2IVbmRh
10	Resistor de 1 k $\Omega$ , 1/4 W	0,05	bit.ly/2GWuUTe
10	Resistor de 10 k $\Omega$ , 1/4 W	0,04	bit.ly/2GXRwTp
3	Potenciômetro de 1 k $\Omega$	1,00	bit.ly/2L466eP
3	Potenciômetro de 10 k $\Omega$	1,00	bit.ly/2IVoXrl
1	Chave Táctil (10 unidades)	9,80	bit.ly/2kyuPg1
5	Sensor de luminosidade LDR 5 mm	0,36	bit.ly/2ISWJlg
2	Sensor de temperatura NTC 10 k $\Omega$	0,50	bit.ly/2LCnwjy
1	Sensor de temperatura LM35	3,40	bit.ly/2GWvNLY
1	Módulo RF Transmissor-Receptor 433 MHz	4,90	bit.ly/2GXhab8
5	LED 5 mm verde de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5 mm vermelho de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5 mm amarelo de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED 5 mm branco de alto brilho	0,15	bit.ly/2ISoDOy
5	LED RGB 5 mm	0,60	bit.ly/2L47Kx1
2	Display 7 segmentos de 1 dígito, AC	2,25	bit.ly/2xk4Oub
1	Buzzer 5V (2 unidades)	2,80	bit.ly/2skl9t0
1	Micro Servo 9g SG90	8,49	bit.ly/2siry87
1	Motor DC 3-6V com redução	12,00	bit.ly/2JeuD3w
<b>TOTAL</b>		<b>119,22</b>	

**Fonte: Autoria própria (2018)**

## 4 PROJETO: CARRINHO-ROBÔ

Este capítulo é destinado ao projeto elaborado pelos autores a partir do Conjunto Educacional. Será abordada a motivação da equipe, as contribuições deste projeto para o currículo proposto pela BNCC e todas as informações pertinentes ao seu desenvolvimento.

### 4.1 MOTIVAÇÃO

A Competição Latino Americana e Brasileira de Robótica (LARC/CBR) é um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) que compreende diversos tipos de robôs, dentre eles os robôs jogadores de futebol. Nesta modalidade, existem diferentes categorias, e uma delas é a *IEEE Very Small Size Soccer*. A sigla IEEE representa o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos, uma organização profissional dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da sociedade.

A edição de 2016 da competição foi realizada em Recife-PE, e contou com a participação de quatro equipes de estudantes do curso de Engenharia de Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Curitiba, nas categorias *Robocup Soccer Simulation 2D*, *Robocup Soccer Simulation 3D*, *IEEE Very Small Size Soccer* e *Robocup at Home*. Em novembro de 2017, a competição ocorreu em Curitiba, sendo a UTFPR uma das instituições organizadoras.

A LARC/CBR define a categoria *IEEE Very Small Size Soccer* como duas equipes de três robôs de até 7,5×7,5×7,5 cm que disputam uma partida de futebol. Os robôs são controlados remotamente por um computador, mas sem intervenção humana. O computador processa a imagem de uma câmera de vídeo colocada acima do campo e comanda os robôs.

Inspirado nesta categoria, o projeto desenvolvido consiste em um carrinho microcontrolado, com dimensões dentro do padrão imposto pela IEEE. Porém, optou-se por não utilizar a visão computacional para controle dos robôs, pois sua complexidade não condiz com o público alvo determinado.

## 4.2 CONEXÃO COM A BNCC

O desenvolvimento deste projeto tem por objetivo abordar uma série de Objetos de Conhecimento (Quadro 3) presentes na Base Nacional Comum Curricular para alunos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental. Segundo o MEC (2017a, p. 56), é um período em que os estudantes se deparam com desafios de maior complexidade, sobretudo devido à necessidade de se apropriarem das diferentes lógicas de organização dos conhecimentos relacionados às áreas.

**Quadro 3 - Objetos de conhecimento abordados pelo primeiro projeto**

Disciplina	Ano	Objetos de conhecimento
Arte	6º ao 9º	Contextos e práticas
Arte	6º ao 9º	Materialidades
Matemática	6º	Ângulos: noção, usos e medida
Matemática	6º	Construção de retas paralelas e perpendiculares, fazendo uso de réguas, esquadros e <i>softwares</i>
Matemática	7º	Linguagem algébrica: variável e incógnita
Matemática	7º	Problemas envolvendo medições
Matemática	8º	Valor numérico de expressões algébricas
Matemática	8º	Construções geométricas: ângulos de 90°, 60°, 45° e 30° e polígonos regulares
Matemática	9º	Funções: representações numérica, algébrica e gráfica
Matemática	9º	Vistas ortogonais de figuras espaciais
Ciências	6º	Materiais sintéticos
Ciências	7º	Máquinas simples
Ciências	8º	Transformação de energia
Ciências	8º	Circuitos elétricos

Fonte: MEC (2017a)

Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil (MEC, 2017a, p. 57). É importante salientar que nessa etapa os estudantes sofrem grandes alterações devido à transição entre a infância e adolescência, e também começam a pensar sobre quais áreas de conhecimento possuem mais afinidade.

Todo esse quadro impõe à escola desafios ao cumprimento do seu papel em relação à formação das novas gerações. É importante que a instituição escolar



preserve seu compromisso de estimular a reflexão e a análise aprofundada e contribua para o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude crítica em relação ao conteúdo e à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais (MEC, 2017a, p. 57).

O projeto criado visa cumprir esses desafios com base na reforma educacional proposta pela BNCC, que engloba nas disciplinas habilidades que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares. O Quadro 4 lista as habilidades trabalhadas pelos alunos com o desenvolvimento deste projeto.

**Quadro 4 - Principais habilidades a serem desenvolvidas no primeiro projeto**

<b>Unidade Temática</b>	<b>Habilidade</b>
Arte	Analisar os elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, direção, cor, tom, escala, dimensão, espaço, movimento etc.) na apreciação de diferentes produções artísticas.
Geometria	Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.
Geometria	Utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou <i>softwares</i> para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros.
Matéria e energia	Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
Álgebra	Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações.
Álgebra	Compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita.
Grandezas e medidas	Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de grandezas, inseridos em contextos oriundos de situações cotidianas ou de outras áreas do conhecimento, reconhecendo que toda medida empírica é aproximada.
Grandezas e medidas	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.

**Fonte: MEC (2017a)**

### 4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O desenvolvimento deste projeto baseia-se em três vertentes da engenharia, todas de fundamental importância para seu funcionamento: a eletrônica, o *design* e a lógica de programação. É importante enfatizar que todas estas competências estão presentes no currículo de um Engenheiro de Controle e Automação. Nesta seção, cada uma delas será apresentada separadamente, e também será realizada a integração de todas elas para a conclusão do projeto.

### 4.3.1 Eletrônica

Antes da concepção do *design* do projeto, é necessária a definição dos componentes eletrônicos que irão o constituir. Como mencionado no Capítulo 3, o microcontrolador utilizado foi o Arduino, uma plataforma eletrônica aberta capaz de ler informações de entrada (como sensores e botões) e controlar saídas (como motores e LEDs). No planejamento do Conjunto Educacional, foi definido o modelo Nano. Porém, este projeto utiliza o modelo Pro Mini, devido à sua disponibilidade no momento do desenvolvimento.

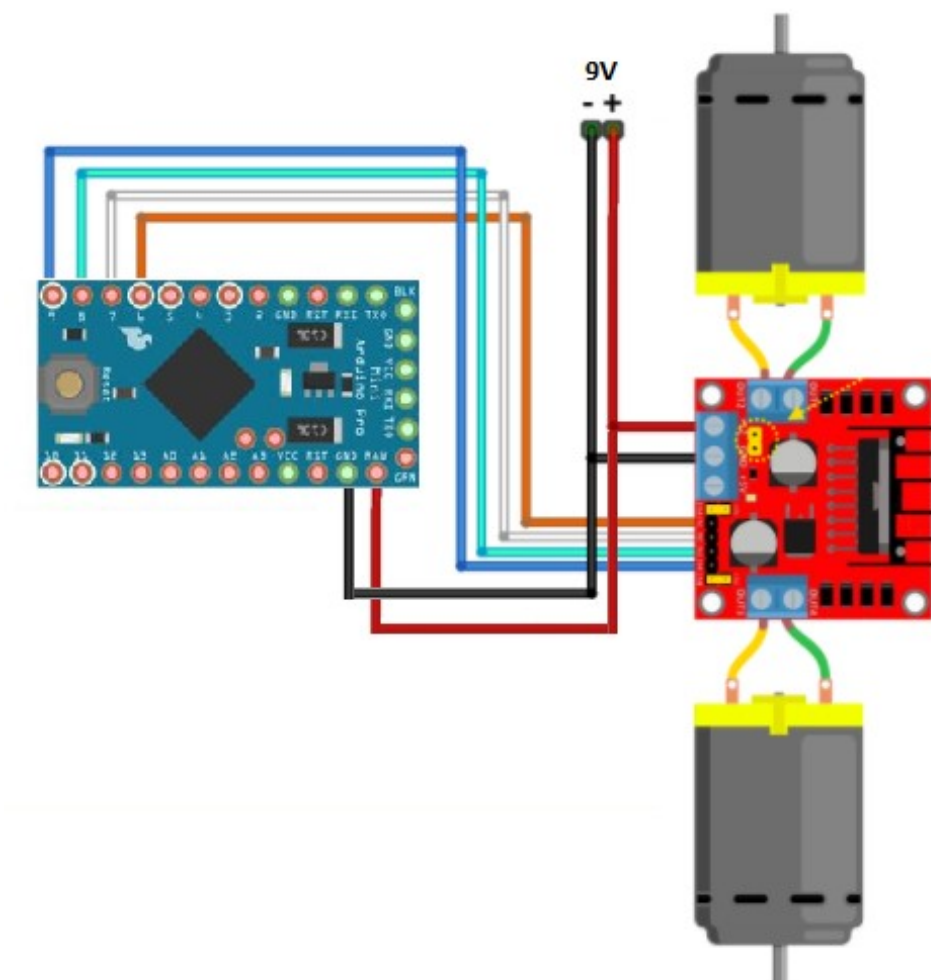
O modelos Pro Mini e Nano apresentam dimensões reduzidas e quantidade de entradas e saídas similares, critério importante devido às especificações do projeto. Porém, uma desvantagem do Arduino Pro Mini é que ele não possui uma saída *Universal Serial Bus* (USB), sendo necessário um programador externo para conexão com o computador. O projeto pode também ser desenvolvido com o Arduino Nano sem causar maiores complicações.

Dois motores CC movimentam este Carrinho-Robô. O modelo utilizado suporta de 3 a 6 V e já conta com redução, sendo muito usado em aplicações de robótica. Porém, como já explanado, a corrente máxima de saída do Arduino é de 40 mA, não suficiente para girar os motores da maneira desejada, fazendo-se necessário um *driver* de potência. Por isso, é utilizada neste projeto a ponte H L298N com saída para dois motores, que recebe informações do controlador e pode ser alimentada externamente por uma tensão CC de até 12 V.

A placa L298N possui quatro pinos de entrada que recebem informação do microcontrolador, que irão acionar até dois motores. As entradas IN1 e IN2 comandam as saídas OUT1 e OUT2, respectivamente, conectadas ao motor A, e as entradas IN3 e IN4 comandam as saídas OUT3 e OUT4, respectivamente, conectadas ao motor B.

Os circuitos de controle e de potência são alimentados por seis pilhas AAA de 1,5 V (palito) conectadas em série, resultando em uma tensão de 9 V. Optou-se por estas pilhas por ocuparem um espaço menor que as pilhas AA e disponibilizarem uma capacidade de corrente maior que uma bateria de 9V, satisfazendo assim as condições deste projeto. Uma chave interruptora foi utilizada para ligar e desligar o robô. O esquemático deste circuito é uma adaptação do circuito elaborado por Thomsen (2013b), e pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Esquemático do circuito eletrônico



Fonte: Adaptado de Thomsen (2013b)

Para fins de simulação, utilizou-se a plataforma *online* Tinkercad, uma ferramenta gratuita que desde 2013 pertence à Autodesk, a mesma empresa responsável pelo AutoCAD, *software* de grande influência em indústrias e instituições de ensino ao redor do mundo. O uso do Tinkercad é tecnicamente viável inclusive para crianças, e engloba tanto a parte de simulação de circuitos quanto a de modelagem 3D.

Porém, alguns componentes utilizados no projeto não podem ser encontrados na plataforma. O modelo de Arduino disponibilizado pela plataforma é o UNO, o que não altera o código de programação do projeto, mas sim características construtivas. Já a Ponte H L298N não conta com nenhum componente similar, devendo-se realizar a ligação direta dos motores. A alimentação pode vir tanto diretamente da conexão USB simulada, tanto de fontes externas.

Os autores selecionaram três sensores para diversificar as aplicações deste robô: um sensor ultrassônico HC-SR04, um sensor de cor TCS3200 e um módulo transmissor-receptor RF de 433 MHz. Estes sensores estão apresentados nas Figuras 2(a), 2(b) e 2(c), respectivamente.

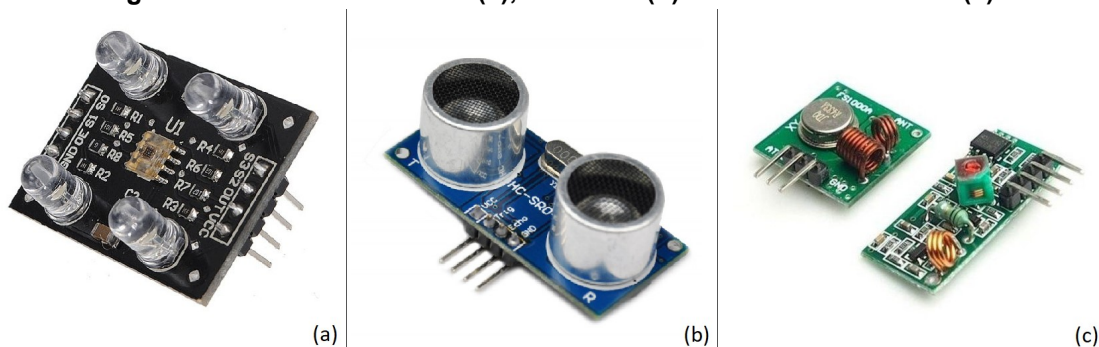
O sensor ultrassônico HC-SR04 tem a função de medir distâncias. Ele emite uma onda sonora através de seu emissor e, ao encontrar um objeto, esta onda é refletida de volta para o receptor. O sensor é capaz de armazenar quanto tempo demorou a este processo acontecer, e converter isto em distância ao multiplicar este valor pela velocidade do som (340 m/s). A distância é então dividida por 2, pois o tempo medido considera os percursos de ida e de volta da onda.

Já o sensor de cor TCS3200 é capaz de detectar o nível de cor vermelha, verde e azul de um objeto colocado à frente do sensor através de fotosensores. O sensor também será capaz de identificar outras cores formadas por combinações das cores básicas que ele é capaz de detectar.

O terceiro sensor utilizado foi o módulo RF, com a função de controlar remotamente o robô. Para isso, foi construído um circuito numa placa perfurada, composto pelo transmissor RF, quatro chaves tácteis, resistores e uma chave interruptora liga/desliga, além de um suporte para 4 pilhas AAA e mais um Arduino Pro Mini para receber as informações do usuário e enviar ao robô.

O Carrinho-Robô, por sua vez, possui um módulo receptor, que coleta a mensagem enviada pelo circuito do controle e envia ao Arduino do carrinho, tornando possível controlá-lo remotamente. Lembrando que diferentes sensores podem ser utilizados caso o robô precise executar outras funções, cabendo ao desenvolvedor do projeto à definição do sensor mais adequado, conforme estabelece a metodologia ABP.

**Figura 2 - Sensores TCS3200 (a), HC-SR04 (b) e Módulo RF 433MHz (c)**



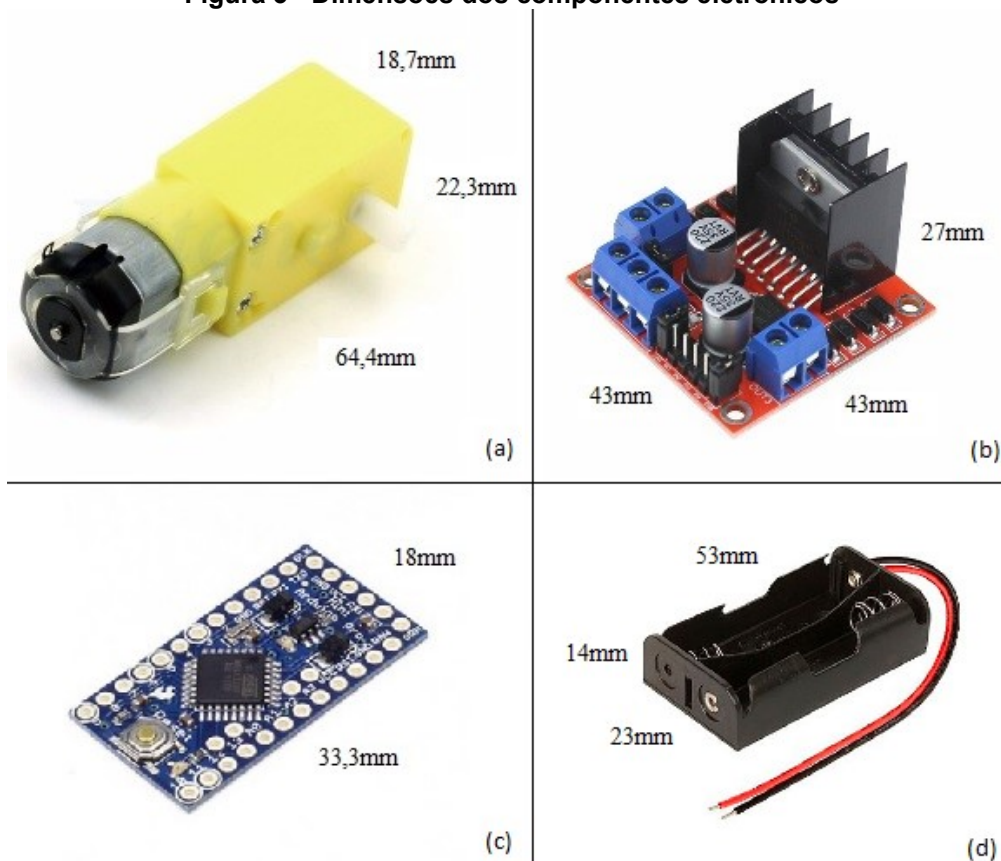
Fonte: Adaptado de [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

### 4.3.2 Design

Quanto ao *design* do carrinho, visa-se encorajar os estudantes a se familiarizarem tanto com *softwares* de Desenho Assistido por Computador (CAD, do inglês *Computer Aided Design*) quanto com técnicas de impressão 3D. O *software* utilizado pelos autores foi o AutoCAD, devido à familiaridade conquistada durante a graduação. Porém, a plataforma de modelagem sugerida para crianças e adolescentes é o Tinkercad, que apresenta muitas semelhanças ao *software* utilizado pelos autores, pois são gerenciados pela mesma empresa como mencionado anteriormente.

Foram considerados para a modelagem os limites de dimensão de 7,5 cm em todos os eixos, especificado pela categoria *IEEE Very Small Size*. Na Figura 3, estão apresentadas as dimensões dos motores (a), da ponte H (b), do Arduino Nano (c) e do suporte para pilhas AAA (d), componentes que mais afetam os aspectos construtivos do robô, e devem ser levados em conta para que o *design* atenda às especificações e seja de boa qualidade.

**Figura 3 - Dimensões dos componentes eletrônicos**



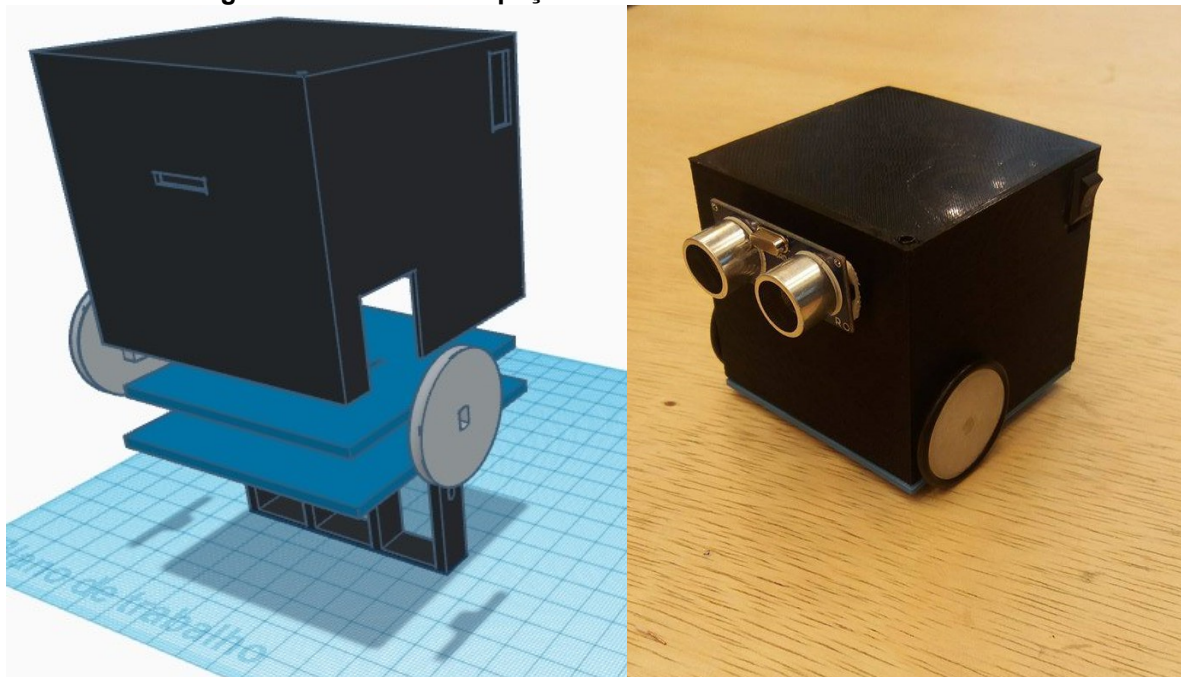
Fonte: Adaptado de [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

Além destes componentes, os sensores que serão utilizados também devem ser levados em conta na hora da concepção dos desenhos, principalmente porque os sensores de cor TCS3200 e ultrassônico HC-SR04 devem ser posicionados na parte externa do Carrinho-Robô, para identificação de características do ambiente em que ele se encontra.

As impressões 3D foram realizadas no Espaço NAV, uma oficina coworking localizada no Shopping Crystal, na Cidade de Curitiba, que segue a filosofia de Aprendizagem Baseada em Projetos. O NAV dispõe de impressoras 3D de diferentes modelos, e que além de realizar impressões sob encomenda, também ensina sobre o processo de impressão e de desenvolvimento de projetos.

No Apêndice A, são apresentados os desenhos das peças que compõem o robô criado pelos autores deste trabalho. Já na Figura 4, é realizada uma comparação entre a visualização tridimensional explodida das peças no Tinkercad e uma foto do robô já montado após as impressões 3D. Destaca-se que um dos formatos aceitos de arquivo pelos *softwares* de impressão 3D é o STereoLithography (.STL), que pode ser gerado nos *softwares* de modelagem, e o Tinkercad conta também com a opção de importar arquivos deste tipo.

**Figura 4 - Desenho das peças em 3D x Carrinho-Robô montado**



Fonte: Aatoria própria (2017)

Na Figura 5, está ilustrada a disposição dos componentes na parte interna do Carrinho-Robô, bem como a placa desenvolvida para controlar seus movimentos remotamente através da aplicação do sensor RF.

**Figura 5 – Parte interna do Carrinho-Robô e controle remoto**



**Fonte: Autoria própria (2018)**

Os materiais utilizados para as impressões foram filamentos de ácido polilático (PLA) de diferentes cores, que se destaca por ser biodegradável e proporcionar boa qualidade no produto final se comparado a outros tipos de fios. Considerando todas as partes impressas para a construção deste protótipo (carcaça, base para motores, base para componentes, suporte para motores, rodas e suporte para controle remoto), são necessários no mínimo 27 m de filamento. Estimou-se um gasto de 30 m de PLA, o que resulta num valor em torno de R\$ 9,00. Não foi considerado no orçamento do projeto o custo de máquina.

Assim como feito com o Conjunto Educacional, uma vez definidos os materiais e componentes necessários, foi possível realizar o orçamento do projeto desenvolvido, que pode futuramente também ser comercializado, dependendo do interesse dos consumidores. Note que alguns itens utilizados não estão inclusos no

Conjunto Educacional, pois a aplicação da metodologia ABP permite (e incentiva) a busca de soluções externas para problemas que surgem durante o desenvolvimento do projeto. Na Tabela 4, estão especificados os valores dos itens utilizados neste projeto, bem como a quantidade necessária e o valor total.

**Tabela 4 - Orçamento do Carrinho-Robô**

QUANTIDADE	ITEM	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ENDEREÇO
2	Arduino Pro Mini	9,40	bit.ly/2LjqoB3
3	Suporte para 2 pilhas AAA	1,00	bit.ly/2L1JXxt
2	Chave interruptora liga/desliga	1,05	bit.ly/2kMw7nu
4	Resistor de 1 kΩ, 1/4 W	0,05	bit.ly/2GWuUTe
4	Chave Tátil	0,98	bit.ly/2kyuPg1
1	Sensor ultrassônico HC-SR04	6,50	bit.ly/2LDtXTK
1	Sensor de cor RGB TC3200	15,49	bit.ly/2GX6Ob2
1	Módulo RF Transmissor-Receptor 433 MHz	4,90	bit.ly/2GXhab8
2	Motor DC 3-6 V com redução	12,00	bit.ly/2JeuD3w
1	Ponte H L298N	9,80	bit.ly/2ITVT84
1	Jumper fêmea-fêmea (20 unidades)	6,90	bit.ly/2sEbKwj
2	Anel oring 30x3 mm	1,00	bit.ly/2JabArK
2	Parafuso M3 x 30 mm (com porca)	1,00	bit.ly/2svmqOJ
1	Placa perfurada 5x10 cm	3,40	bit.ly/2xC5uLC
1	Suporte para 4 pilhas AAA	4,45	bit.ly/2xEgB6x
1	PLA para impressões 3D	9,00	<i>Espaço NAV</i>
<b>TOTAL</b>		<b>116,46</b>	

**Fonte: Autoria própria (2018)**

#### 4.3.3 Programação

A programação de um Arduino é realizada através do *software* Arduino IDE (do inglês *Integrated Development Environment*), disponível para *download* na página oficial da empresa na internet ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)). O *software* já inclui o compilador e pode ser utilizado para qualquer modelo, sendo necessária apenas a seleção da placa a ser utilizada e a porta serial em que ela foi conectada no computador. Por tratar-se de uma plataforma aberta, existem inúmeras publicações e *blogs* na internet que auxiliam na programação de um Arduino. Inclusive, a própria empresa responsável pela placa disponibiliza diversos tutoriais em sua página.



Uma página com muitas informações relevantes é a FilipeFlop, que dispõe de loja virtual, *blog* e fórum, com destaque para o autor Adilson Thomsen. Porém, o próprio *software* Arduino IDE também merece destaque, pois disponibiliza internamente uma diversidade de exemplos de programas, que variam desde a utilização básica de entradas digitais e analógicas até o uso de elementos de maior complexidade de programação. Estes exemplos são essenciais para o entendimento da linguagem utilizada.

Um código de Arduino apresenta muitas características semelhantes à linguagem C. Em geral, o programa baseia-se numa sub-rotina de configuração (*setup*), que é executada apenas na inicialização da placa, e outra sub-rotina chamada *loop*, que se repete enquanto a placa estiver devidamente alimentada. No *setup*, são declarados, por exemplo, os elementos de entrada e saída que serão utilizados neste sistema. Já no *loop*, programa-se a lógica propriamente dita, ou seja, as informações de entrada que o Arduino deve processar e os comandos que ele deve enviar às suas saídas.

Para este projeto, foram desenvolvidos quatro programas, apresentados no Apêndice B deste trabalho, intitulados Robô Básico, Robô com Sensor de Cor, Robô com Sensor Ultrassônico e Robô com Sensor de Radiofrequência. Este último possui duas partes, uma para o circuito emissor (controle remoto) e outra para o circuito receptor (robô).

O código do programa Básico (Apêndice B – Parte 1) foi o primeiro a ser escrito. Com ele, é possível ambientar-se com a plataforma e com a linguagem utilizando estruturas simples e de fácil entendimento. A princípio, foram definidos quatro pinos responsáveis pelo envio do sinal de comando ao *driver* dos dois motores do robô (IN1, IN2, IN3 e IN4). No *setup*, define-se que estes pinos serão conectados a saídas na montagem do circuito, através da palavra *OUTPUT*.

Para uma melhor organização do programa, foram criadas quatro sub-rotinas além das obrigatórias (*setup* e *loop*). São elas *forward*, *backward*, *left* e *right*, que representam os movimentos do robô para frente, trás, esquerda e direita, respectivamente. Dentro de cada uma destas rotinas, foram configurados os níveis lógicos (alto = *HIGH* e baixo = *LOW*) em que as saídas digitais devem ser acionadas para que o robô realize os movimentos especificados. Observe na Tabela 5 como deve ser feita a ativação dos motores utilizando a Ponte H L298N.

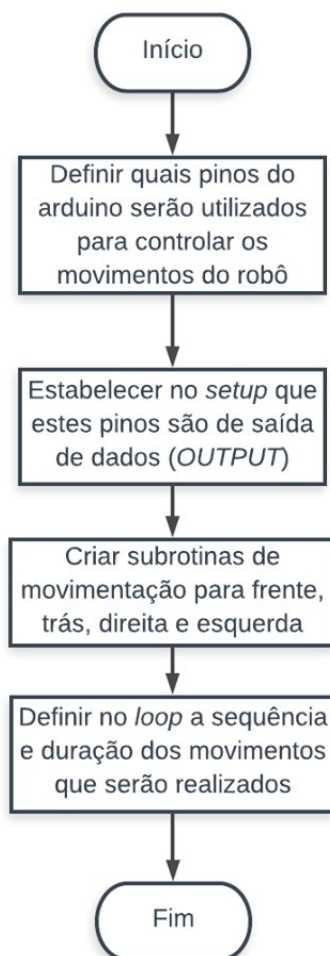
Tabela 5 - Ativação dos motores

	Nível lógico			
	Motor A		Motor B	
	IN1	IN2	IN3	IN4
<b>Horário</b>	HIGH	LOW	HIGH	LOW
<b>Anti-horário</b>	LOW	HIGH	LOW	HIGH
<b>Ponto morto</b>	LOW	LOW	LOW	LOW
<b>Freio</b>	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH

Fonte: Adaptado de Thomsen (2013b)

Por fim, foram escolhidos no *loop* os movimentos que o robô deve executar. Por ser um programa básico e sem sensores, feito principalmente para testar seu funcionamento e ambientar-se com a plataforma Arduino, definiu-se que o robô movimenta-se para frente e para trás, gira para a esquerda e para a direita, todas as etapas com duração (*delay*) de 1 s (1000 ms). O processo de criação deste programa foi representado graficamente as por meio de um fluxograma, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma do programa Básico



Fonte: Autoria própria (2018)

Para o segundo código criado (Apêndice B – Parte 2), o robô utiliza o sensor de cor. Foram feitas algumas adaptações em relação ao programa Básico. Primeiro, declara-se variáveis auxiliares para a identificação das cores (*red*, *green* e *blue*) e define-se onde os pinos programáveis do sensor TCS3200 (*s0*, *s1*, *s2*, *s3* e *out*) serão conectados no Arduino. Diz-se no *setup* que os pinos são *OUTPUT*, exceto o pino *out* que será uma entrada de dados, e deve ser declarado como *INPUT*.

Os pinos *s0* e *s1* determinam a escala da frequência do sinal de saída, enquanto os pinos *s2* e *s3* determinam qual cor está sendo detectada. Observe como devem ser configurados os níveis lógicos para estas especificações nas Tabelas 6 e 7 a seguir. Ainda é necessária a alimentação do sensor, através dos pinos 5 V e GND.

**Tabela 6 - Tabela verdade das saídas s0 e s1**

s0	s1	Escala de frequência de saída
LOW	LOW	Desligado
LOW	HIGH	2%
HIGH	LOW	20%
HIGH	HIGH	100%

Fonte: Thomsen (2016)

**Tabela 7 - Tabela verdade das saídas s2 e s3**

s2	s3	Cor detectada
LOW	LOW	Vermelho
LOW	HIGH	Azul
HIGH	LOW	Nenhuma
HIGH	HIGH	Verde

Fonte: Adaptado de Thomsen (2016)

No *setup*, define-se uma escala de 100% de frequência, e a sub-rotina *color* realiza a leitura dos níveis de cores identificados pelo sensor a partir da devida determinação de nível lógico nos pinos. No *loop*, aparece pela primeira vez uma estrutura de decisão (*if-else*). Ela determina que se a cor verde for predominante na amostra detectada, o robô irá girar para a direita, e se a cor vermelha for predominante, ele irá girar para a esquerda. Caso nenhuma delas seja a cor predominante, o carrinho seguirá em frente.

O terceiro programa foi desenvolvido para o que o robô use o sensor ultrassônico (Apêndice B – Parte 3). Antes da lógica de programação, foi necessário o *download* e instalação de uma biblioteca externa específica para este sensor. Inicia-se o código incluindo (*include*) esta biblioteca, chamada *Ultrasonic.h*.

Foram definidos então onde os pinos de *trig* e *echo* serão conectados. Estes pinos são responsáveis, respectivamente, pelo pulso que inicia a transmissão e o tempo que o sinal leva a retornar ao sensor. Utiliza-se uma função da biblioteca incluída que relaciona estes pinos com suas funções no programa.

Nada é alterado no *setup* em relação ao programa Básico. No *loop*, aparecem duas novas variáveis: a primeira é referente ao tempo em milissegundos que a onda leva para ir do transmissor ao receptor (*time\_ms*) e a segunda converte este tempo em uma distância em centímetros (*distance\_cm*). As variáveis são associadas a funções da biblioteca *Ultrasonic.h*. Por fim, usa-se novamente uma estrutura de decisão para fazer o robô desviar de obstáculos: se há algo a menos de 20 cm do sensor, o robô gira à esquerda por 400 ms; se não, ele segue em frente.

O último programa é também o mais complicado, que foi criado para tornar possível o controle sem fio do robô através de um módulo de radiofrequência de 433 MHz (Apêndice B - Parte 4). Este programa é dividido em duas partes, uma para o Arduino que estará conectado ao módulo transmissor e outra para o que estará conectado ao módulo receptor. Também é necessário o *download* e instalação de uma biblioteca chamada *VirtualWire.h*.

No programa do transmissor, são definidos quatro pinos para conexão dos botões do controle remoto, além de uma variável que será o comando transmitido através de uma palavra (*cmd\_char*) e outra variável que é o comando numérico recebido dos botões (*command*), trabalhada posteriormente no *loop*. Os pinos dos botões são definidos no *setup* como *INPUT*. Além disso, define-se com a função *vw\_set\_tx\_pin* o pino 4 como transmissor, e com *vw\_setup* uma velocidade de transmissão de dados de 5000 bits/s, valor satisfatório para esta aplicação.

No *loop*, é realizada uma decisão em relação a qual comando será enviado ao robô com o acionamento dos botões. Neste caso, optou-se pelo funcionamento independente de cada um dos botões, ou seja, deve-se parar de pressionar um para que outro funcione. É escolhido um comando numérico entre 1 e 5, que é convertido numa palavra (*itoa*) antes de ser enviado através da função *vw\_send*, e o programa aguarda a confirmação do recebimento (*vw\_wait\_tx*).

No código do receptor, também é incluída a biblioteca *VirtualWire.h*, e são definidas uma variável para o comando recebido como palavra (*cmd\_char\_rec*) e outra para comando que será convertido posteriormente no *loop* para um valor numérico (*command\_rec*).

No *setup*, define-se com a função *vw\_set\_rx\_pin* o pino 4 como receptor, a mesma velocidade de 5000 bits/s definida anteriormente no transmissor para que haja a comunicação entre os sistemas, e inicializa-se o receptor através da função *vw\_rx\_start*.

No *loop*, define-se uma variável de memória e uma para o tamanho de memória a ser alocado para a palavra que será recebida (*buf* e *buflen*, respectivamente). Inicia-se com *vw\_get\_message* o processo de recebimento desta palavra, um caractere por vez. Determina-se o fim da palavra com o símbolo '\0', e ela é então convertida para um comando numérico (*atoi*), que é finalmente enviado aos motores.

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

Ao finalizar o processo de embasamento teórico em relação à educação STEM, à BNCC, à metodologia ABP e à área de gerenciamento de projetos, os autores passaram a selecionar os componentes que formam o Conjunto Educacional proposto. Como resultado, foram obtidas duas opções: uma completa, no valor de R\$ 256,67, que engloba os mais diversos elementos de entrada e saída de dados; e uma mais simples, no valor de R\$ 119,22, que apresenta uma redução de preço acima de 50% e contém os elementos essenciais para a criação de sistemas de menor complexidade.

A partir do Conjunto Educacional, iniciou-se o desenvolvimento de um projeto para exemplificar sua aplicação, denominado Carrinho-Robô. Foram realizados a princípio testes do funcionamento dos componentes que o constituem, para então realizar a montagem de seu protótipo. O valor final obtido para este projeto foi de R\$ 116,46. Com a parte mecânica finalizada, foram efetuados os testes dos programas desenvolvidos, apresentados no Apêndice B.

Com o programa Básico, o robô se movimentou conforme a sequência determinada no código. Ao adicionar o sensor TCS3200, os movimentos do robô passaram a depender da cor que este sensor reconhece, podendo ir para frente ou girar para os lados. Quando foi utilizado o sensor HC-SR04, o robô passou a desviar de objetos que estavam a uma distância de 20 cm de sua frente. Por fim, sua movimentação foi comandada via controle remoto, desenvolvido numa placa perfurada, que utiliza o módulo RF para comunicação sem fio com o robô. Para todos os casos, obteve-se um resultado satisfatório dos testes.

No ano de 2017, os autores tiveram a oportunidade de publicar e apresentar um artigo científico relacionado a este projeto no 8º *Workshop* de Robótica na Educação (WRE, do inglês *8<sup>th</sup> Workshop of Robotics in Education*), evento promovido pela SBC entre os dias 8 e 10 de novembro na cidade de Curitiba-PR. O certificado de participação está apresentado no Anexo B. Porém, devido a uma falha dos organizadores, neste certificado não consta o nome de dois dos autores do artigo. Até o momento da conclusão deste trabalho, os anais do evento ainda não haviam sido publicados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proposto foi realizado com sucesso. Porém, foram encontradas algumas dificuldades durante seu desenvolvimento. A primeira delas, em relação ao entendimento da metodologia ABP, devido a diferentes abordagens encontradas. Por isso, os autores conversaram com o Prof. Dr. Gilson Yukio Sato da UTFPR, que utiliza a metodologia em suas aulas. A partir deste encontro e das pesquisas realizadas, foi possível compreender melhor o assunto e dar continuidade ao trabalho. Os autores consideram que esta estratégia de ensino é uma excelente opção para aumentar o interesse dos estudantes nas áreas do STEM, que está diretamente relacionada a um a série de habilidades presentes na BNCC.

O Conjunto Educacional criado neste trabalho surge como uma ferramenta acessível em relação às alternativas existentes no mercado para possibilitar a aplicação da metodologia ABP nos Anos Finais do Ensino Fundamental brasileiro, visto que empresas deste segmento, como a LEGO® e a Pololu, oferecem produtos com valores mais elevados do que o obtido pelos autores. Os alunos terão a liberdade de utilizar os itens disponibilizados para a resolução dos mais diversos desafios por meio da criação de projetos. Além disso, a ABP se mostra eficiente no aprendizado dos conteúdos presentes. Deste modo, Conjunto Educacional vem para contribuir com o novo modelo de educação proposto pelo MEC.

Pelo fato deste trabalho incentivar o desenvolvimento de projetos, um tema importante discutido foi a área de gerenciamento de projetos. Como o público alvo é composto por estudantes do Ensino Fundamental, sugere-se uma abordagem que não segue à risca os 47 processos do guia PMBOK®, e sim uma aproximação mais abrangente, semelhante àquela realizada pela área PM Juventude Conhecedora. Os autores acreditam que esta abordagem pode agregar muito ao conhecimento dos alunos, em uma área que é muito valorizada no mercado de trabalho.

Também foram encontradas dificuldades durante o desenvolvimento do protótipo do projeto Carrinho-Robô. As dimensões reduzidas tornavam seu design mais complicado e as impressões 3D nem sempre ficavam com a qualidade desejada, sendo necessário imprimir as peças novamente diversas vezes. Além disso, a complexidade dos códigos de programação criados aumentava com a utilização de sensores, principalmente o RF, utilizado para comunicação sem fio.

Os autores consideram que o processo de elaboração do Carrinho-Robô exemplifica convenientemente como pode ser utilizado o Conjunto Educacional. Apesar de o projeto ser inspirado na categoria *IEEE Very Small Size*, ele apresenta aplicações diferenciadas para que sua complexidade não ultrapasse as competências que os alunos devem ser capazes de desenvolver segundo a BNCC.

O desenvolvimento deste trabalho exigiu a aplicação de conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação da UTFPR, como a habilidade em eletrônica digital, desenhos técnicos, programação, sistemas microcontrolados, física e gestão, além da capacidade de realização de pesquisa e elaboração de relatórios.

Como sugestão para trabalhos futuros, destaca-se a aplicação do Conjunto Educacional em sala de aula. Ademais, novos Conjuntos Educacionais podem ser criados, utilizando diferentes elementos, como placas modulares, que facilitam a estruturação de um projeto. Por fim, o Carrinho-Robô pode ser uma fonte de inspiração para que os alunos participem de competições de robótica, ambiente que valoriza a aprendizagem por meio do desenvolvimento de projetos.



## REFERÊNCIAS

AKIZUKI DENSHI TSUSHO. **SG90 9g Micro Servo**. Disponível em: <<https://bit.ly/2IYg6JW>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

AOSONG. **Temperature and humidity module – DHT11 Product Manual**. Disponível em: <<https://bit.ly/2DRpGsa>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

ARDUINO. **Arduino Nano**. Disponível em: <<https://bit.ly/2vWhztC>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

ARDUINO. **What is Arduino?**. Disponível em: <<https://goo.gl/YDbxnM>>. Acessado em: 15 de ago. 2017.

ARDUINO. **Arduino pin current limitations**. Disponível em: <<https://goo.gl/GqDdaq>>. Acessado em: 16 de ago. 2017.

BALTAZHAR, José C.; SILVA, João M. **A Aprendizagem Baseada em Projeto no Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília**. 2010.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Penso Editora, 2015.

BOSCH. **BMP180 Digital pressure sensor Data sheet**. Disponível em: <<https://bit.ly/2sj53AK>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

BREINER, Jonathan M. et al. **What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships**. School Science and Mathematics, v. 112, n. 1, p. 3-11, 2012.

CAPRARO, Robert M.; CAPRARO, Mary M.; MORGAN, James R. **STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach**. 2013.

CAZORLA, Adolfo; DE LOS RÍOS, Ignacio; DIAZ-PUENTE, José M.; YAGÜE, José L. **Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments**. 2010.

COMPETIÇÃO LATINO AMERICANA E BRASILEIRA DE ROBÓTICA. **IEEE Very Small Size Soccer**. Disponível em: <<https://goo.gl/KQ5qhi>>. Acessado em: 03 de ago. 2017.

COMPONENTS 101. **HC-SR501 PIR Sensor**. Disponível em: <<https://bit.ly/2sp96e0>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

EPCOS. **NTC thermistors for temperature measurement**. Disponível em: <<https://bit.ly/2sqhpWW>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

FABRO, João A. **Estudantes da Utfpr participam do maior evento de robótica da América Latina**. Disponível em: <<https://goo.gl/RVQp3q>>. Acessado em: 03 de ago. 2017.

KARPUDEWAN, M; PONNIAH, J; MD. ZAIN, A. **Project-Based Learning: An Approach to Promote Energy Literacy Among Secondary School Students**. Asia-Pacific Education Researcher (Springer Science & Business Media B.V.), v. 25, n. 2, p. 229-237, Apr. 2016. ISSN: 01195646.

MASSON, Terezinha J. et al. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL)**. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil. 2012.

MEYRICK, Kristy M. **How STEM education improves student learning**. Meridian, v. 14, n. 1, 2012.

MILLS, Julie E. et al. **Engineering education - Is problem-based or project-based learning the answer**. Australasian journal of engineering education, v. 3, n. 2, p. 2-16, 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <<https://bit.ly/2kzkjVL>>. Acessado em: 28 de abr. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular, v. 3**. Disponível em: <<https://goo.gl/T3PV4X>>. Acessado em: 06 de mai. 2017a.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Novo Ensino Médio - DÚVIDAS**. Disponível em: <<https://goo.gl/ouDRZt>>. Acessado em: 18 de abr. 2017b.

MONTEIRO, Simone B. S.; SOUSA, João C. F.; ZINDEL, Márcia L.; SANTOS, Filipe H. S.; VILHENA, Marcelo A.; KLING, Marco A. B. **Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de engenharia de produção: Análise da percepção de alunos de projetos de sistemas de produção da Universidade de Brasília.** 2012.

PARTNERSHIP FOR 21ST CENTURY LEARNING. **Bringing Project Management into the School Transformation Conversation.** Disponível em: <<https://bit.ly/2KhThNU>>. Acessado em: 10 de jun. 2018.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento em projetos (Guia PMBOK®).** 5. ed. 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **O que é o PMI?** Disponível em: <<https://goo.gl/bwMMdp>>. Acessado em: 02 de mai. 2018.

PMIEF. **Project Management for social good.** Disponível em: <<https://pmief.org>>. Acessado em: 08 de mai. 2018.

PROJECT BUILDER. **O que é PMBOK?** Disponível em: <<https://goo.gl/yZU8nT>>. Acessado em: 04 de mai. 2018

QUEIROZ, Rubens L.; SAMPAIO, Fábio F. **DuinoBlocks4Kids: Um ambiente de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional.** Anais do CSBC, p. 2086-2095, 2016.

RAJGURU ELECTRONICS. **Vibration Sensor.** Disponível em: <<https://bit.ly/2IXyDpO>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

RIBEIRO, Luis Roberto; MIZUKAMI NICOLETTI, Maria da Graça. **A PBL na Universidade de Newcastle: Um Modelo para o Ensino de Engenharia no Brasil?** Olhar de Professor, v. 7, n. 1, 2004.

ROCKLAND, Ronald et al. **Advancing the “E” in K-12 STEM education.** 2010.

SANDERS, Mark E. **Stem, stem education, stemmania.** 2009.

SENADO FEDERAL. **Senado aprova reforma do ensino médio, que segue para sanção**. Disponível em: <<https://goo.gl/WsDaHm>>. Acessado em: 18 de abr. 2017.

SUNROM TECHNOLOGIES. **Light Dependent Resistor – LDR**. Disponível em: <<https://bit.ly/2spMgDZ>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors**. Disponível em: <<https://bit.ly/1lhp1kg>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

THOMSEN, Adilson. **Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino**. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/DdQTnv>>. Acessado em: 15 de set. 2017.

THOMSEN, Adilson. **Comunicação Wireless com Módulo RF 433MHz**. 2013a. Disponível em: <<https://goo.gl/LJnPts>>. Acessado em: 21 de set. 2017.

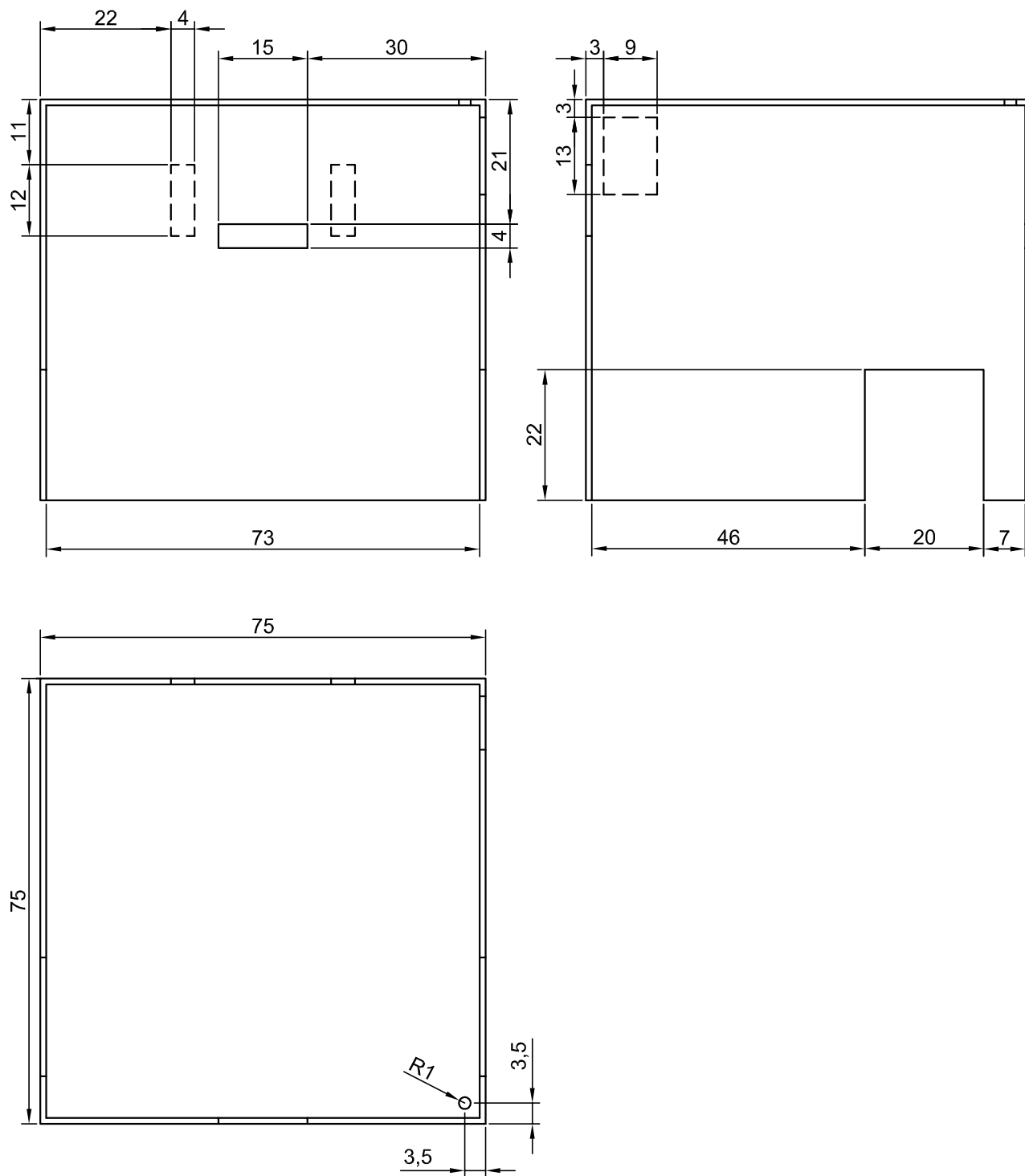
THOMSEN, Adilson. **Identifique cores com o Sensor de Cor TCS3200 e Arduino**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/Twnw8T>>. Acessado em: 08 de set. 2017.

THOMSEN, Adilson. **Motor DC com Driver Ponte H L298N**. 2013b. Disponível em: <<https://goo.gl/npCKbw>>. Acessado em: 01 de set. 2017.

VAISALA. **YI-83 Rain Detector**. Disponível em: <<https://bit.ly/2srnBOb>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

VISHAY SEMICONDUCTORS. **TCRT5000, TCRT5000L – Reflective Optical Sensor with Transistor Output**. Disponível em: <<https://bit.ly/2JeKFdE>>. Acessado em: 12 de mai. 2018.

## **APÊNDICE A - *Design* do Carrinho-Robô**



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO DO ROBÔ JOGADOR DE FUTEBOL  
CARÇAÇA

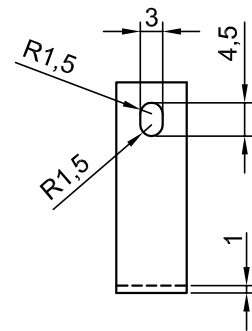
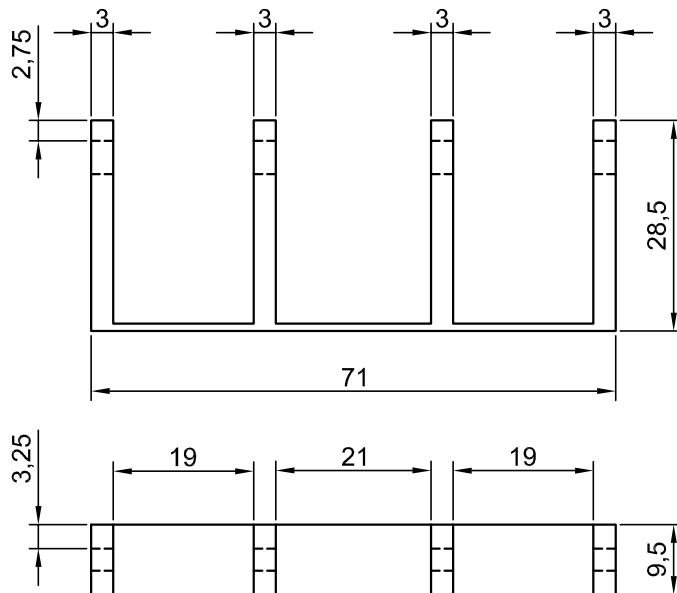
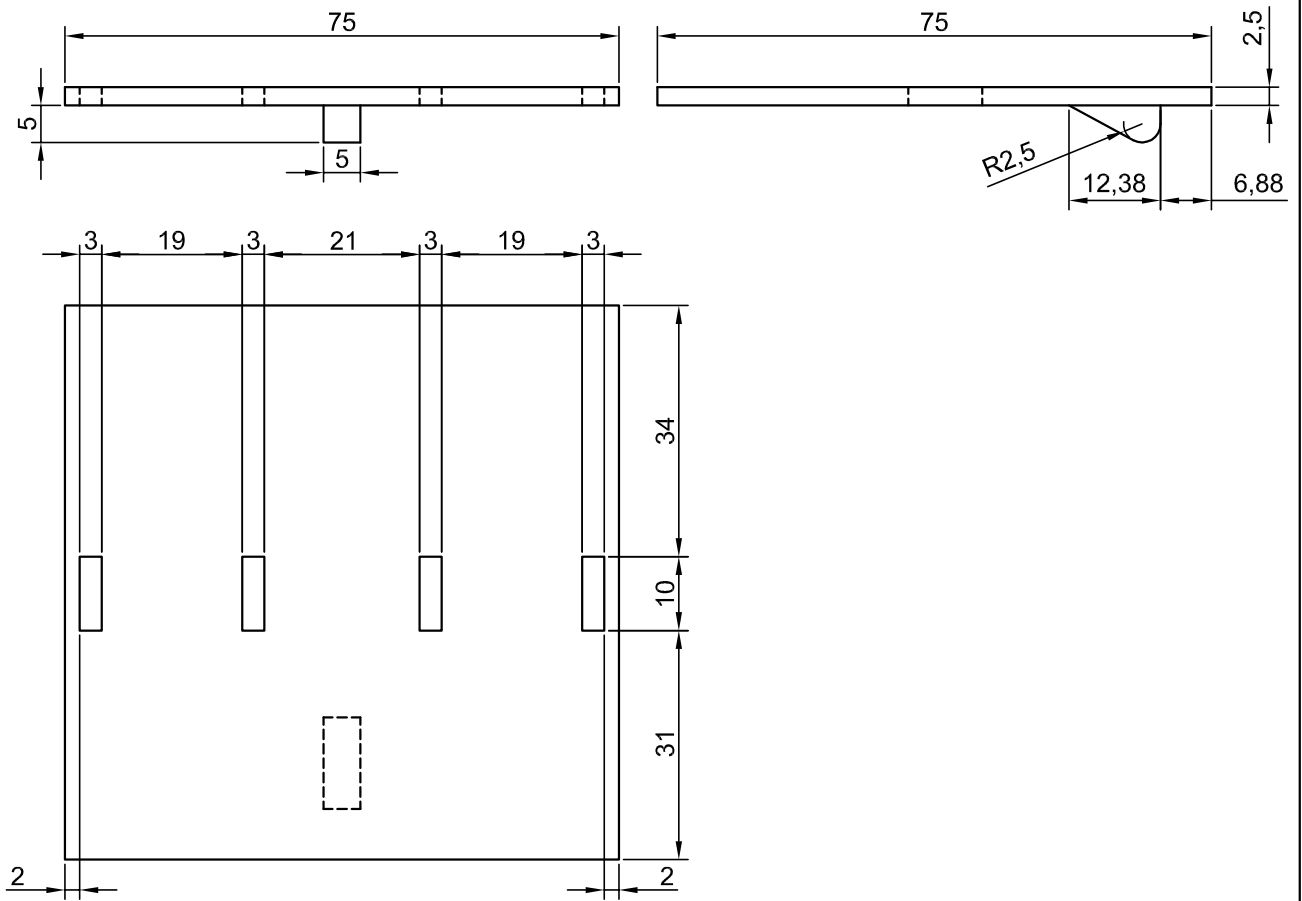
DATA 20/11/2017

FOLHA **1/3**

ESCALA 1:1

TURMA: S01

ALUNOS: GABRIEL CROVADOR  
LEONARDO DA SILVA  
VICTOR STRAZZI



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO DO ROBÔ JOGADOR DE FUTEBOL  
BASE E SUPORTE PARA MOTORES

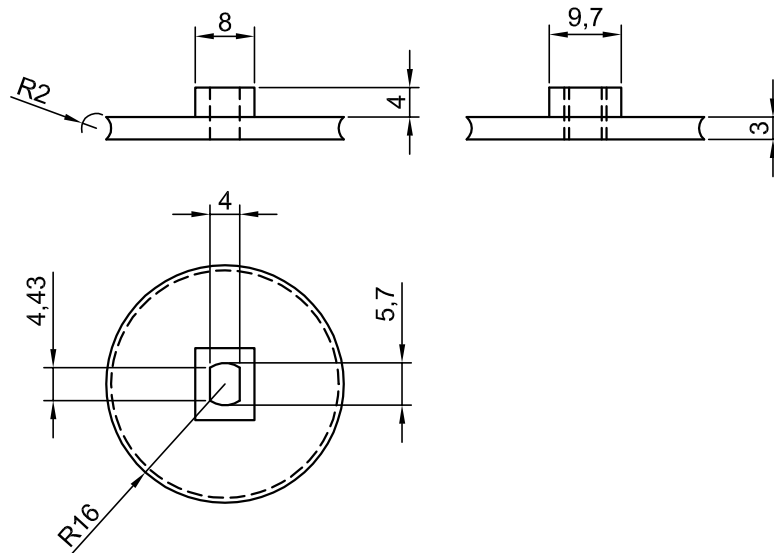
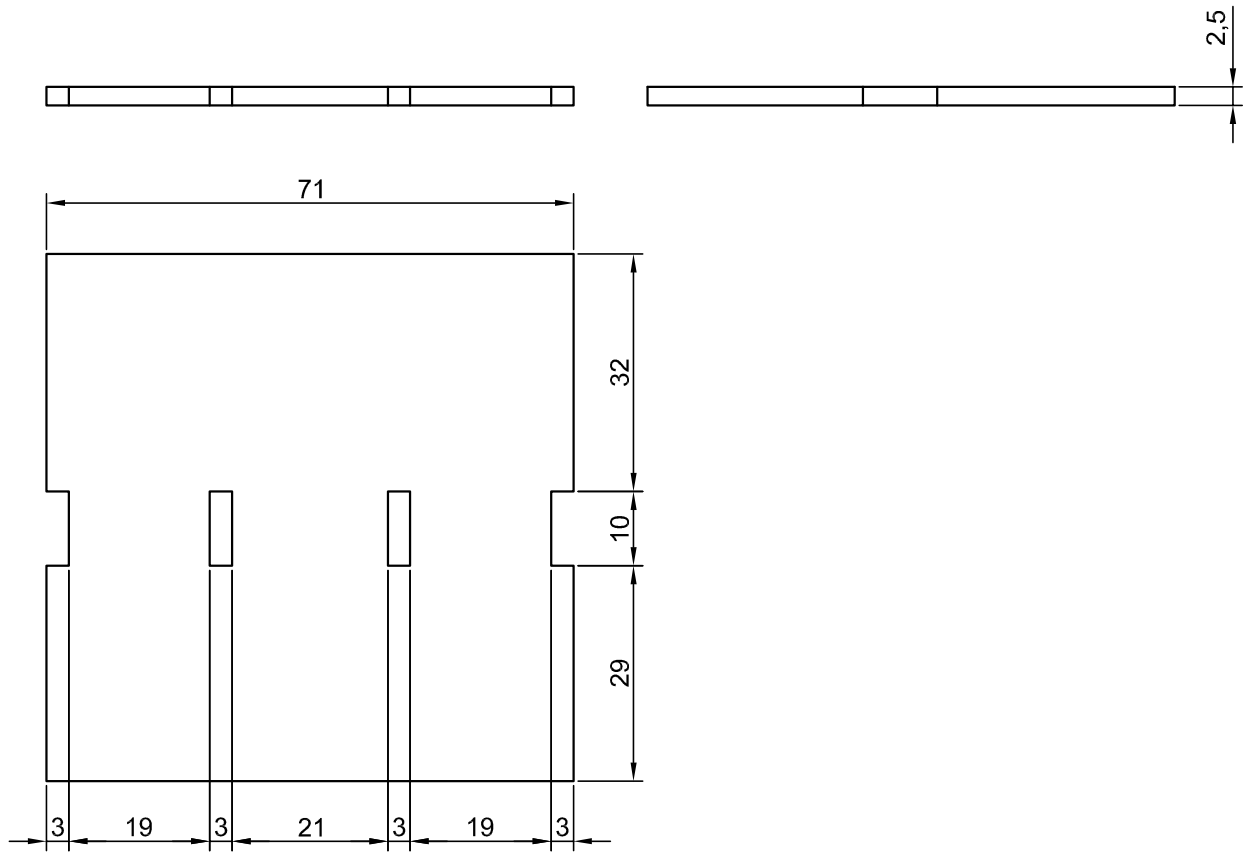
DATA 20/11/2017

FOLHA **2/3**

ESCALA 1:1

TURMA: S01

ALUNOS: GABRIEL CROVADOR  
LEONARDO DA SILVA  
VICTOR STRAZZI



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DATA 20/11/2017

FOLHA **3/3**

ESCALA 1:1

TURMA: S01



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO DO ROBÔ JOGADOR DE FUTEBOL  
BASE PARA COMONENTES E RODA

ALUNOS: GABRIEL CROVADOR  
LEONARDO DA SILVA  
VICTOR STRAZZI



## **APÊNDICE B - Programas do Carrinho-Robô.**

**PARTE 1 - Robô Básico**

```
#define IN1 6
#define IN2 7
#define IN3 8
#define IN4 9

void setup() {
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
}

void loop(){
  forward();
  delay(1000);

  backward();
  delay(1000);

  left();
  delay(1000);

  right();
  delay(1000);
}

void forward() {
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void backward() {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void left() {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void right() {
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
}
```

**PARTE 2 - Robô com Sensor de Cor**

```
int red = 0;
int green = 0;
int blue = 0;

#define IN1 6
#define IN2 7
#define IN3 8
#define IN4 9

#define s0 3
#define s1 4
#define s2 10
#define s3 11
#define out 12

void setup() {
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);

  pinMode(s0, OUTPUT);
  pinMode(s1, OUTPUT);
  pinMode(s2, OUTPUT);
  pinMode(s3, OUTPUT);
  pinMode(out, INPUT);

  digitalWrite(s0, HIGH);
  digitalWrite(s1, HIGH);
}

void loop() {
  color();

  if (green < red && green < blue) {
    right();
  }

  else if (red < green && red < blue) {
    left();
  }

  else {
    forward();
  }
}

void forward(){
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void left() {
```

```
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}

void right() {
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void color() {
    digitalWrite(s2, LOW);
    digitalWrite(s3, LOW);
    red = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);

    digitalWrite(s3, HIGH);
    blue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);

    digitalWrite(s2, HIGH);
    green = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
}
```

**PARTE 3 - Robô com Sensor Ultrassônico**

```
#include <Ultrasonic.h>

#define IN1 6
#define IN2 7
#define IN3 8
#define IN4 9

#define echo 3
#define trig 4

Ultrasonic us_sensor(trig ,echo);

void setup() {
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
}

void loop() {
  long time_ms = us_sensor.timing();
  float distance_cm = us_sensor.convert(time_ms, Ultrasonic::CM);

  if (distance_cm <= 20) {
    left();
    delay(400);
  }

  else{
    forward();
  }
}

void forward() {
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}

void left() {
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

## PARTE 4A - Robô com Sensor de Radiofrequência (Emissor)

```

#include <VirtualWire.h>

#define frente 10
#define tras 11
#define esquerda 12
#define direita 13

char cmd_char[4];
int command = 0;

int bf = 0;
int bt = 0;
int be = 0;
int bd = 0;

void setup() {
  pinMode(frente, INPUT);
  pinMode(tras, INPUT);
  pinMode(esquerda, INPUT);
  pinMode(direita, INPUT);

  vw_set_tx_pin(5);
  vw_setup(5000);
}

void loop() {
  bf = digitalRead(frente);
  bt = digitalRead(tras);
  be = digitalRead(esquerda);
  bd = digitalRead(direita);

  if (bf == HIGH && bt == LOW && be == LOW && bd == LOW) {
    command = 1;
  }

  else if (bf == LOW && bt == HIGH && be == LOW && bd == LOW) {
    command = 2;
  }

  else if (bf == LOW && bt == LOW && be == HIGH && bd == LOW) {
    command = 3;
  }

  else if (bf == LOW && bt == LOW && be == LOW && bd == HIGH) {
    command = 4;
  }

  else {
    command = 0;
  }

  itoa(command,cmd_char,10);
  vw_send((uint8_t *)cmd_char, strlen(cmd_char));
  vw_wait_tx();
}

```

## PARTE 4B - Robô com Sensor de Radiofrequência (Receptor)

```

#include <VirtualWire.h>

#define IN1 6
#define IN2 7
#define IN3 8
#define IN4 9

int command_rec;
char cmd_char_rec[4];

void setup() {
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);

  vw_set_rx_pin(4);
  vw_setup(5000);
  vw_rx_start();
}

void loop() {
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;

  if (vw_get_message(buf, &buflen)) {
    int i;

    for (i = 0; i < buflen; i++) {
      cmd_char_rec[i] = char(buf[i]);
    }

    cmd_char_rec[buflen] = '\0';
    command_rec = atoi(cmd_char_rec);

    switch(command_rec) {
      case 1: forward();
      break;

      case 2: backward();
      break;

      case 3: left();
      break;

      case 4: right();
      break;

      default: motor_stop();
      break;
    }
  }
}

void forward() {

```

```
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}

void backward() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void left() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}

void right() {
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void motor_stop() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}
```



**ANEXO A** - Processos de gerenciamento de projetos  
(PMBOK®, p. 423, 5. ed.)

**Tabela A1-1. Grupo de processos de gerenciamento de projetos e mapeamento da área de conhecimento**

Áreas de conhecimento	Grupos de processos de gerenciamento de projetos				
	Grupo de processos de iniciação	Grupo de processos de planejamento	Grupo de processos de execução	Grupo de processos de monitoramento e controle	Grupo de processos de encerramento
<b>4. Gerenciamento da integração do projeto</b>	4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto	4.2 Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	4.3 Orientar e gerenciar o trabalho do projeto	4.4 Monitorar e controlar o trabalho do projeto 4.5 Realizar o controle integrado de mudanças	4.6 Encerrar o projeto ou fase
<b>5. Gerenciamento do escopo do projeto</b>		5.1 Planejar o gerenciamento do escopo 5.2 Coletar os requisitos 5.3 Definir o escopo 5.4 Criar a EAP		5.5 Validar o escopo 5.6 Controlar o escopo	
<b>6. Gerenciamento do tempo do projeto</b>		6.1 Planejar o gerenciamento do cronograma 6.2 Definir as atividades 6.3 Sequenciar as atividades 6.4 Estimar os recursos das atividades 6.5 Estimar as durações das atividades 6.6 Desenvolver o cronograma		6.7 Controlar o cronograma	
<b>7. Gerenciamento dos custos do projeto</b>		7.1 Planejar o gerenciamento dos custos 7.2 Estimar os custos 7.3 Determinar o orçamento		7.4 Controlar os custos	
<b>8. Gerenciamento da qualidade do projeto</b>		8.1 Planejar o gerenciamento da qualidade	8.2 Realizar a garantia da qualidade	8.3 Controlar a qualidade	
<b>9. Gerenciamento dos recursos humanos do projeto</b>		9.1 Planejar o gerenciamento dos recursos humanos	9.2 Contratar ou mobilizar a equipe do projeto 9.3 Desenvolver a equipe do projeto 9.4 Gerenciar a equipe do projeto		
<b>10. Gerenciamento das comunicações do projeto</b>		10.1 Planejar o gerenciamento das comunicações	10.2 Gerenciar as comunicações	10.3 Controlar as comunicações	
<b>11. Gerenciamento dos riscos do projeto</b>		11.1 Planejar o gerenciamento dos riscos 11.2 Identificar os riscos 11.3 Realizar a análise qualitativa dos riscos 11.4 Realizar a análise quantitativa dos riscos 11.5 Planejar as respostas aos riscos		11.6 Controlar os riscos	
<b>12. Gerenciamento das aquisições do projeto</b>		12.1 Planejar o gerenciamento das aquisições	12.2 Conduzir as aquisições	12.3 Controlar as aquisições	12.4 Encerrar as aquisições
<b>13. Gerenciamento das partes interessadas do projeto</b>	13.1 Identificar as partes interessadas	13.2 Planejar o gerenciamento das partes interessadas	13.3 Gerenciar o engajamento das Partes Interessadas	13.4 Controlar o engajamento das partes interessadas	

**ANEXO B - Certificado da WRE**

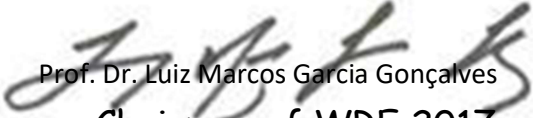


**WRE-2017**  
**8th Workshop of Robotics in Education**  
**Part of the Robotics Conferences 2017**



# CERTIFICATE

This is to certify that the paper (174871) "Desenvolvimento de um projeto para aprendizagem nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática" that has as authors Leonardo da Silva, Marco Buseti de Paula has been presented by their authors at the 8th Workshop of Robotics in Education - WRE 2017, that was held from 8<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> of November, 2017 in Curitiba, Brazil.

  
Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves  
Chairman of WRE 2017