

Yohanna Hoepers Galvani de Souza

KIT EDUCACIONAL DE ROBÓTICA LIVRE

Projeto de Conclusão de Curso (PCC)
submetido ao Curso de Graduação em
Design da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Bacharel em Design.
Orientador: Prof. Dr. Eugenio Merino

Florianópolis
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

de Souza, Yohanna Hoepers Galvani
Kit educacional de robótica livre / Yohanna Hoepers
Galvani de Souza ; orientador, Eugenio Merino, 2021.
157 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, , Graduação em
Design, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Design. 2. Kit robótica educacional. 3. Design de
produto. I. Merino, Eugenio . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Design. III. Título.

Yohanna Hoepers Galvani de Souza

KIT EDUCACIONAL DE ROBÓTICA LIVRE

Este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 4 de maio de 2021.

Prof^a. Marília Matos Gonçalves, Dra. Coordenadora do Curso de Design
UFSC

Banca Examinadora:

Prof Dr. Eugenio A. D. Merino (UFSC)

Prof.^a Dr.^a Giselle Schmidt Alves Díaz Merino (UDESC)

Marcelo Pereira Demilis (UFSC)

Professor Orientador
Dr. Eugenio A. D. Merino
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Não sei se é sorte, nem sei se é algo que parte de mim ou do universo, só sei que meu caminho frequentemente cruza com pessoas incríveis que, de diferentes formas, chegam para somar na minha vida. Inicialmente, gratidão aos encontros da vida, que me proporcionaram conhecer todos aqueles que aqui mencionarei.

É com todo carinho que dedico minha gratidão ao projeto Prototipando a Quebrada, especialmente ao Jeff, que ao longo dessa jornada, se tornou um amigo do coração. Foi ele e os seus sonhos que me inspiraram a querer construir algo que fosse além de um projeto acadêmico, mas algo com potencial real de transformação. Hoje sonhamos o PaQ juntos, e eu só tenho a agradecer todo o apoio e inspiração que você me traz. Te amo irmão, “tamo junto” de verdade!

Durante o desenvolvimento deste projeto tive a oportunidade de começar a trabalhar na empresa Due, fabricante de máquinas de corte a Laser. Sou muito grata a toda equipe da Due que me apoiou no desenvolvimento deste trabalho, tanto possibilitando o uso das máquinas quanto estando sempre à disposição para me ajudar. Gratidão à leveza das tardes de produção na sala do P&D e a pela paciência para me aguardar nos minutos finais antes de fechar a empresa. Sem essa parceria com a Due, a prototipação deste projeto não seria possível, muito obrigada mesmo.

Também sou muito grata por todo apoio, direcionamento e compreensão que tive através das minhas orientações com o Eugenio. Ele que, mesmo após uma troca impulsiva de orientação, decidiu me acolher novamente. E que, além dos direcionamentos técnicos, também me deu incentivo e suporte emocional, me ajudando a desenvolver este PCC com muito mais tranquilidade do que eu achava que era capaz. Não restam dúvidas que fiz uma boa escolha. Gratidão Eugenio, sua contribuição na minha graduação será guardada com muito carinho.

Gratidão também a todos aqueles que de forma indireta contribuíram com o meu sucesso, com carinho, incentivo e apoio emocional. Finalizar um projeto de conclusão de curso com saúde mental, é algo que só tenho a agradecer.

RESUMO

A utilização da robótica como ferramenta educacional vem se expandindo e se apresenta como uma efetiva forma de desenvolver habilidades e competências esperadas dos profissionais do futuro. Entretanto, devido aos custos de implementação, o acesso a este meio educacional ainda encontra-se concentrado nas mãos de pessoas com maior poder aquisitivo. Desta forma, este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) em Design, teve como objetivo desenvolver um kit de robótica livre e acessível, focando em contextos de vulnerabilidade social. Este foi realizado em parceria com o Projeto Prototipando a Quebrada, buscando ampliar a implantação de oficinas de robótica nas periferias da Grande Florianópolis. Utilizou-se como referência o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), estruturado em três momentos (inspiração, ideação e implementação) e nos blocos de referência (usuário, produto e contexto). Considerando a utilização desta metodologia, partiu-se da identificação da oportunidade, seguindo para o levantamento, organização e análise de dados, que deram o direcionamento para a definição dos conceitos e requisitos do projeto. Estes, nortearam o processo de geração de alternativas, resultando na materialização de um protótipo semi-funcional. Para sua execução, o projeto contou com a parceria das empresas DUE LASER e FILIPEFLOP (componentes eletrônicos). Como resultado final obteve-se um kit de robótica estruturado em MDF cortado a laser, se utilizando de componentes eletrônicos comerciais e elementos de fixação de baixo custo. Obteve-se como resultado uma solução acessível e com viabilidade de ser implementada, tendo como base os fatores estrutural e funcional, de uso, técnico construtivo, estético, simbólico e social, demonstrando como o design pode contribuir de forma efetiva com soluções aplicáveis a contextos reais e, neste caso específico, com um potencial impacto social.

Palavras-chave: Design de produto; kit robótica educacional; tecnologia; robótica livre.

ABSTRACT

The use of robotics as an educational tool has been growing rapidly and it has proven to be an effective way to develop the expected professional skills of tomorrow. However, its implementation costs limit the access to these educational-means to higher economical classes. Thinking of this, this Design Course Closing-Project's goal was to develop an accessible 'open-source' robotics-kit that focuses on the socially vulnerable communities. The project was created in partnership with the project Prototipado a Quebrada, which looks to democratize the access of robotic workshops to lower-income areas of Florianópolis. The Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP) or 'Orientation Guide for Project Development' was used as reference in the project. It is structured in three moments (inspiration, ideation and implementation), and in the 'reference blocks' (the user, the product and the context). Considering the practical use of this methodology, the project started with the identification of an opportunity, followed by data collection, compilation and analysis, which led the way to defining the main concepts and requirements. These gave direction to the process of creating alternatives that resulted in the materialization of a semi-functional prototype. For its execution, the project counted with the help of the companies DUE LASER e FILIPEFLOP (for electronic components). The final result is a robotics-kit made out of laser-cut MDF, using only low-cost commercial electronic components and fixating elements. The solution is accessible, and it is viable for implementation; it uses structural and functional means to achieve technical-constructive, esthetic, symbolic and social ends, which demonstrates how design can effectively contribute with applicable solutions to real contexts, and in this specific case, for a potential social impact.

Keywords: Product Design. Educational robotics kit. Technology. Open Source robotics kit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia GODP. Fonte: Merino, 2016	27
Figura 2 - Momento inspiração, GODP Fonte: Merino, 2016	29
Figura 3 - Mapa Oportunidade. Fonte: A autora.	31
Figura 4 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)	33
Figura 5 - Patente BR 102016009517-4 A2 Fonte: INPI (2020)	33
Figura 6 - Blocos de referência. Fonte: A autora.	34
Figura 7 - Bloco de referência - Produto. Fonte: A autora.	34
Figura 8 - Painel Atto Educacional. Fonte: ATTO (2020)	37
Figura 9 - Painel LEGO Mindstorm EV3. Fonte: LEGO (2020)	38
Figura 10 - Modelix Fundamental 1B. Fonte: MODELIX (2020)	39
Figura 11 - Modelix Fundamental 2. Fonte: MODELIX (2020)	39
Figura 12 - Robôs Wood Robotics. Fonte: ROBOTICS (2020)	40
Figura 13 - Projetos EasyDs. Fonte: EASYDS (2017)	40
Figura 14 - Estruturas Smartibot Fonte: Smartibot (2020)	41
Figura 15 - Modelos Smartibot Fonte: Smartibot (2020)	41
Figura 16 - 14in1 - Kit Solar Robot Fonte: WSKITS (2020)	41
Figura 17 - Rigamajiga Fonte: RIGAMAJIGA (2020)	42
Figura 18 - Nintendo LABO Fonte: NINTENDO (2020)	43
Figura 19 - ECO-BOT. Fonte: COSTA et al. (2013)	43
Figura 20 - ECO-BOT Fonte: Diogo Felipe Silva et al (2013)	44
Figura 21 - RUTE Fonte: RUTE (2020)	44
Figura 22 - Evolução Lego Mindstorm. Fonte: A autora	46
Figura 23 - Bloco de referência - Usuário. Fonte: A autora.	46
Figura 24 - Painel público alvo. Fonte: Acervo PaQ.	47
Figura 25 - Bloco de referência - Contexto. Fonte: A autora.	52
Figura 26 - Referência identidade visual Fonte: Instagram PaQ	61
Figura 27 - Logo identidade visual PaQ Fonte: Arquivos PaQ	61
Figura 28 - Momento ideiação, GODP Fonte: Merino, 2016	64
Figura 29 - Ferramentas de análise - Produto. Fonte: A autora.	64
Figura 30 - Painel do produto: kits comerciais. Fonte: A autora.	65
Figura 31- Painel do produto: Robótica livre. Fonte: A autora.	65
Figura 32 - CxB Plataformas de prototipagem. Fonte: A autora.	70
Figura 33 - Ferramentas de análise - usuário. Fonte: A autora.	70

Figura 34 - Persona Luiza. Fonte: A autora.	71
Figura 35 - Cenário Luiza. Fonte: A autora.	71
Figura 36 - Persona Gabriel. Fonte: A autora.	71
Figura 37 - Persona Gabriel. Fonte: A autora.	72
Figura 38 - Persona Olívia. Fonte: A autora.	72
Figura 39 - Cenário Olívia. Fonte: A autora	72
Figura 40 - Persona Leandro. Fonte: A autora.	73
Figura 41 - Cenário Leandro. Fonte: A autora.	73
Figura 42 - Infográfico questionário educadores. Fonte: A autora.	74
Figura 43 - Nuvem de palavras robótica livre . Fonte: A autora.	75
Figura 44 - Nuvem de palavras kits comerciais. Fonte: A autora.	75
Figura 45 - Bloco referência contexto . Fonte: A autora.	76
Figura 46 - Mapa mental contexto Interno. Fonte: A autora.	77
Figura 47 - Mapa mental contexto externo. Fonte: A autora.	78
Figura 48 - Mapa de atores. Fonte: A autora.	79
Figura 49 - Painel contexto de uso. Fonte: A autora.	80
Figura 50 - Painel conceito: Acessível . Fonte: A autora.	82
Figura 51 - Painel conceito: Tecnologias livres. Fonte: A autora.	82
Figura 52 - Painel conceito: Prático. Fonte: A autora.	83
Figura 53 - Painel conceito: Modular. Fonte: A autora.	83
Figura 54 - Painel inspirações. Fonte: A autora.	84
Figura 55 - Protótipos de baixa fidelidade. Fonte: A autora.	85
Figura 56 - Alternativas bloco controlador. Fonte: A autora.	86
Figura 57 - Conectores P4 macho e fêmea. Fonte: A autora.	87
Figura 58 - Montagem Alternativa 1. Fonte: A autora.	87
Figura 59 - Peças Alternativa inicial Fonte: A autora.	88
Figura 60 - Encaixe módulo Alternativa inicial. Fonte: A autora.	88
Figura 61 - Momento implementação, Metodologia GODP. Fonte: Merino, 2016	89
Figura 62 - Protótipo inicial. Fonte: A autora.	90
Figura 63 - Modelagem refinamento alternativa. Fonte: A autora.	91
Figura 64 - Modelagem módulos eletrônicos. Fonte: A autora.	91
Figura 65 - Protótipo refinado. Fonte: A autora.	92
Figura 66 - Testes de refinamento da alternativa. Fonte: A autora.	92

Figura 67 - Prototipação corte laser MDF. Fonte:A autora.	93
Figura 68 -Testes para ajustes de dimensões . Fonte: A autora.	93
Figura 69 -Testes para ajustes de dimensões . Fonte: A autora.	94
Figura 70 - Montagem painel bloco controlador . Fonte: A autora.	94
Figura 71 - Montagem carcaça bloco controlador . Fonte: A autora.	95
Figura 72 - Montagem base bloco controlador. Fonte: A autora.	95
Figura 73 - Protótipo bloco controlador . Fonte: A autora.	95
Figura 74 - Peças módulo eletrônico (buzzer). Fonte: A autora.	96
Figura 75 - Detalhamento módulo(buzzer) . Fonte: A autora.	96
Figura 76 - Confecção conectores P4 macho . Fonte: A autora.	96
Figura 77 - Kit PaQ robótica. Fonte: A autora.	97
Figura 78 - Frente bloco controlador. Fonte: A autora.	99
Figura 79 - Peças carcaça bloco controlador. Fonte: A autora.	99
Figura 80 - Peças base interna bloco controlador. Fonte: A autora.	100
Figura 81 - Painel traseiro bloco controlador. Fonte: A autora.	100
Figura 82 -Painel bloco controlador. Fonte: A autora.	101
Figura 83 - Componentes bloco controlador. Fonte: A autora	102
Figura 84 - Módulos eletrônicos básicos. Fonte: A autora.	102
Figura 85 - Peças módulos eletrônicos básicos. Fonte: A autora.	103
Figura 86 - El. eletrônicos módulos básicos. Fonte: A autora.	103
Figura 87 - Módulo motor DC. Fonte: A autora.	104
Figura 88 - Elementos estruturais Motor DC. Fonte: A autora.	104
Figura 89 - Componentes módulos específicos. Fonte: A autora.	105
Figura 90 - Peças estruturais; Quadrados. Fonte: A autora.	106
Figura 91 - Peças estruturais; Retângulos. Fonte: A autora.	107
Figura 92 - Peças estruturais; Barras. Fonte: A autora.	107
Figura 93 - Peças da roda. Fonte: A autora.	108
Figura 94 - Simulação de uso. Fonte: A autora.	109
Figura 95 - Conexão bloco controlador - PC. Fonte: A autora.	110
Figura 96 - Conexão bloco controlador - módulo. Fonte: A autora.	110
Figura 97 - Simulação de uso módulo. Fonte: A autora.	111
Figura 98 - Encaixe perpendicular- rendering. Fonte: A autora.	111

	14
Figura 99 - Encaixe perpendicular - uso. Fonte: A autora.	112
Figura 100 - Fixação 90° do parafuso - rendering. Fonte: A autora.	112
Figura 101 - Fixação 90° do parafuso - uso. Fonte: A autora.	113
Figura 102 - Fixação paralela - rendering. Fonte: A autora.	113
Figura 103 - Máquina corte laser Due Flow. Fonte: DUELASER	115
Figura 104 - Logo PaQ x Robô PaQ . Fonte: A autora	116
Figura 105 -Protótipo - Painel controlador. Fonte: A autora	117
Figura 106 -Protótipo - Frente bloco controlador . Fonte: A autora	117
Figura 107 -Protótipo - Robô PaQ . Fonte: A autora	118
Figura 108 -Protótipo - Robô PaQ + elementos kit. Fonte: A autora	118
Figura 109 - Protótipos: bloco controlador e módulos eletrônicos. Fonte: A autora	119
Figura 110 - Protótipos: módulos eletrônicos. Fonte: A autora	119
Figura 111 - Protótipo kit completo Fonte: A autora	120
Figura 112 - Diferencial Fonte: A autora	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)	32
Quadro 2 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)	33
Quadro 3 - Perfil demográfico público alvo	47
Quadro 4 - Respostas entrevistas alunos	48
Quadro 5 - Respostas questões quantitativas - perfil do educador	49
Quadro 6 - Respostas questões quantitativas - perfil do aluno	49
Quadro 7 - Respostas questões quantitativas - estrutura da turma	50
Quadro 8 - Respostas questões quantitativas - material de robótica	50
Quadro 9 - Respostas questões quantitativas - usabilidade	51
Quadro 10 - Análise paramétrica concorrentes diretos	67
Quadro 11 - Análise paramétrica concorrentes indiretos	68
Quadro 12 - Lista de verificação	69
Quadro 13 - Análise SWOT	79
Quadro 14 - Requisitos de projeto	81
Quadro 15- Matriz de decisão bloco controlador	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação de Brasileira de Normas Técnicas
ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas
AFRON - *African Robotics Network*
BBC - *British Broadcasting Corporation*
DC - *Direct Current*
DTMF - *Dual Tone Multi-Frequency*
EUA - Estados Unidos da América
FTC - *First Tech Challenge*
FLL - *First Lego League*
GODP - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos
IA - Inteligência artificial
IDE - *Integrated Development Environment*
INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industriais
IoT - *Internet Of Things*
LCD - *Liquid Cristal Display*
LDR - *Light Dependent Resistor*
LED - *Light emissor diode*
MDF - *Medium Density Fiberboard*
MEC - Ministério da Educação e Cultura
OBR - Olimpíada Brasileira de Robótica
PaQ - Prototipando a Quebrada
PCC - Projeto de conclusão de curso
QRI - Quarta Revolução Industrial
RCX - *Robotic Command Explorer*
RGB - *Red Green Blue*
SESI - Serviço Social da Indústria
STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*
TRI - Terceira Revolução Industrial
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
URA - Um robô por aluno
USB - *Universal Serial Bus*

SUMÁRIO	20
1 INTRODUÇÃO	23
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	23
1.2 PERGUNTA DO PROJETO	24
1.3 OBJETIVOS	24
1.3.1 Objetivo Geral	24
1.3.2 Objetivos Específicos	24
1.4 JUSTIFICATIVA	24
1.5 DELIMITAÇÃO DO PROJETO	26
2. METODOLOGIA PROJETUAL GODP	27
3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	29
3.1 MOMENTO INSPIRAÇÃO	29
3.1.1 Etapa (-1) - Oportunidade	30
3.1.2 Etapa (0) - Prospecção	32
3.1.3 Etapa (1) - Levantamento de dados	34
3.2 MOMENTO IDEACÃO	64
3.2.1 Etapa (2) - Análise e organização de dados	64
3.2.2 Etapa (3) - Criação	82
3.3 MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO	89
3.3.1 Etapa (4) - Execução	89
4. MEMORIAL DESCRITIVO	97
4.1 CONCEITO	97
4.1.1 Robótica livre e acessibilidade	98
4.1.2 Modularidade e praticidade	98
4.2 FATOR ESTRUTURAL E FUNCIONAL	99
4.2.1 Bloco controlador	99
4.2.2 Módulos eletrônicos	102
4.2.3 Peças estruturais	105

	21
4.3 FATOR DE USO	109
4.3.1 Contexto	109
4.3.2 Usabilidade	110
4.4 FATOR TÉCNICO CONSTRUTIVO	113
4.4.1 Bloco controlador	113
4.4.2 Módulo eletrônico	114
4.4.3 Peças estruturais	114
4.5 FATOR ESTÉTICO E SIMBÓLICO	115
4.6 FATOR SOCIAL	116
4.7 PROTÓTIPO	116
5 CONCLUSÃO	121
APÊNDICE A - Hardwares em robótica educacional	129
APÊNDICE B - Questionário	134
APÊNDICE C - Prototipando a Quebrada	140
APÊNDICE D - Detalhamento técnico	146

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Shwab (2016) a sociedade encontra-se a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como se vive, trabalha e se relaciona, exigindo um grande número de profissionais capacitados na área de tecnologia. Frente a este cenário, é necessário que haja uma adaptação do sistema de educação em relação às novas necessidades de mercado (SHWAB, 2016). Passareli (2002), argumenta que, os novos paradigmas para a educação precisam considerar que os alunos devem ser preparados para conviver numa sociedade de constantes mudanças, assim como devem ser construtores do seu conhecimento.

Neste contexto, a robótica se apresenta como uma eficaz ferramenta educacional, onde o aluno é o protagonista responsável pelo seu próprio processo de aprendizado, desenvolvendo conhecimento sobre as ferramentas tecnológicas (ZILLI, 2004).

Embora a robótica se apresenta como uma solução para os novos paradigmas da educação, esta ainda não é amplamente acessada no Brasil. Isso se deve, especialmente, aos seus altos custos de implementação. Os kits de robótica educacional comerciais são muito caros para a realidade brasileira, limitando o seu acesso. Mas mesmo com a falta de investimento, existe um grande movimento para a implementação da robótica nas escolas.

Como alternativa à utilização de kits comerciais de alto custo, educadores utilizam materiais alternativos como sucatas eletrônicas e reciclados em uma abordagem chamada robótica livre. Nessa abordagem, o fator criativo é positivo, mas ela é mais complexa, tanto para os educadores quanto para os alunos, comprometendo e dificultando a implementação do método.

Dada esta realidade, o presente projeto pretende desenvolver um kit de robótica educacional cujas características estruturais levem em consideração o custo e a usabilidade final, utilizando como estudo de caso o projeto social “Prototipando a Quebrada”, responsável por ministrar aulas de robótica nas periferias da Grande Florianópolis.

1.2 PERGUNTA DO PROJETO

Como o design pode contribuir no projeto de um kit de robótica educacional que seja acessível e atenda as necessidades de usabilidade no contexto do projeto social Prototipando a Quebrada?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Projetar um kit de robótica livre que atenda as necessidades pedagógicas básicas e auxilie na viabilização econômica das oficinas de robótica desenvolvidas pelo projeto social Prototipando a Quebrada.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender o contexto em que se insere a robótica educacional no Brasil;
- Levantar as necessidades do projeto social Prototipando a Quebrada;
- Estudar a usabilidade dos kits de robótica considerando educadores e educandos;
- Identificar tecnologias, materiais e processos que atendam às necessidades pedagógicas do público e sejam coerentes ao contexto econômico do prototipando a Quebrada.
- Definir os requisitos para o projeto;
- Prototipar a proposta de um kit de robótica livre;

1.4 JUSTIFICATIVA

As relações entre os seres humanos e os sistemas ciberfísicos se tornam cada vez mais íntimas e seus impactos devem ser considerados no sistema educacional.

Embora o ensino tecnológico se mostre como algo necessário, existe uma evidente diferença entre as oportunidades de acesso a este tipo de conhecimento por parte das classes mais altas e das mais baixas. Isso pois a educação tecnológica ainda é muito cara para a realidade da maioria dos brasileiros. Neste cenário, a discrepância entre as diferenças de acesso à educação pode acentuar-se, reforçando ainda mais a desigualdade social. Nesse sentido, este projeto justifica-se como sendo

uma ferramenta para facilitar a viabilização do acesso ao conhecimento tecnológico por parte das camadas mais vulneráveis da sociedade.

A motivação para o desenvolvimento deste PCC surgiu a partir do envolvimento e participação da autora como voluntária no projeto social “Prototipando a Quebrada”, responsável pelo ensino de robótica para crianças nas periferias da Grande Florianópolis. Por meio da experiência com o voluntariado, os desafios enfrentados para a implementação e viabilização do projeto se evidenciaram, proporcionando a identificação de oportunidades de design, como por exemplo, a identificação de materiais, processos e tecnologias que tornem os kits de robótica mais acessíveis economicamente.

Sendo um projeto social sem fins lucrativos, o Prototipando a Quebrada necessita de investimentos externos para a sua viabilização, como parcerias ou participação em editais. A captação de recursos é um desafio e o fator financeiro é o principal limitante.

Dentre os investimentos necessários para viabilizar o projeto, os mais relevantes e custosos são a compra de equipamentos e materiais didáticos para as aulas, especialmente, os kits de robótica. Estes, custam aproximadamente R\$2.600,00 e atendem até cinco crianças (LIMA, 2020). Considerando as restrições financeiras do projeto e a ambição de atender o máximo de comunidades possível, o alto custo dos kits é um problema latente. Este projeto visa, por meio do design de produto, desenvolver uma solução que torne os kits de robótica mais acessíveis ao contexto do PaQ, oferecendo recursos didáticos e de usabilidade que atendam as necessidades dos educadores e dos educandos.

Além dos fatores aqui já descritos, a autora também foi instigada a desenvolver tal pesquisa por possuir conhecimento na área de eletrônica¹, sendo importante no desenvolvimento técnico da solução.

¹ Curso técnico em eletrônica. Graduação de Engenharia eletrônica incompleta (5ª fase)

1.5 DELIMITAÇÃO DO PROJETO

Este Projeto de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver um kit de robótica educacional acessível economicamente ao contexto do projeto Prototipando a Quebrada, atendendo as necessidades pedagógicas básicas das oficinas de robótica. Por meio do design de produto, serão analisados aspectos da solução em relação a usabilidade, tecnologia, materiais e processos, considerando a relação de custo benefício destes fatores. O projeto apresenta como resultado um protótipo semi-funcional, trazendo soluções de mecanismos estruturais para as peças do kit, assim como um conceito de usabilidade dos elementos tecnológicos.

2. METODOLOGIA PROJETUAL GODP

Para o desenvolvimento deste Projeto de Conclusão de Curso optou-se pela utilização do Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP). Este se trata de uma metodologia centrada no usuário caracterizada por uma abordagem empática. Esta é organizada de forma cíclica, considerando que todo projeto possui potencial de continuidade.

O GODP é uma metodologia configurada por 3 momentos e 8 etapas, considerando desde a fundamentação até a execução do projeto (MERINO, 2014).

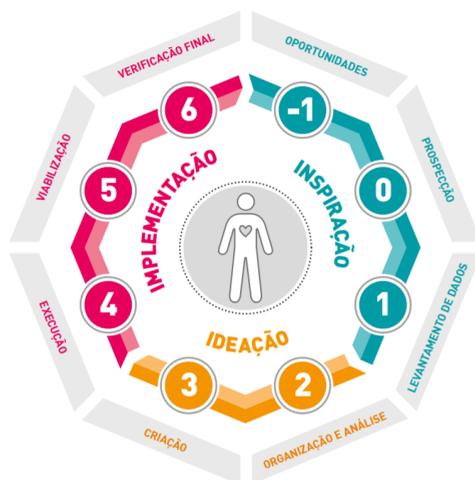


Figura 1 - Metodologia GODP. Fonte: Merino (2016)

Momento inspiração

- Etapa -1 (Oportunidade): Verificação da oportunidade em relação ao mercado considerando um panorama local, nacional e internacional e a atuação na economia.
- Etapa 0 (Prospecção): Definição da demanda e problemática central que norteará o projeto. Definição dos blocos de referência.
- Etapa 1 (Levantamento de dados): Levantamento de dados de acordo com as necessidades e expectativas do usuário,

considerando aspectos de usabilidade, ergonomia e antropometria, dentre outros, bem como as conformidades da legislação que trata das normas técnicas para o desenvolvimento dos produtos.

Momento Ideação

- Etapa 2 (Organização e análise): Organização e análise dos dados levantados na etapa 1 através da utilização de ferramentas e técnicas analíticas. As sínteses resultantes permitem a definição das estratégias do projeto.
- Etapa 3 (Criação): Definição dos conceitos globais do projeto, geração de alternativas e utilização de técnicas e ferramentas analíticas que permitam a escolha da melhor alternativa gerada.

Momento implementação

- Etapa 4 (Execução): Elaboração de protótipos em escala e modelos matemáticos para a visualização volumétrica das alternativas a fim de verificação preliminar dos conceitos. Construção de protótipos funcionais e testes de usabilidade. Esta etapa deve considerar o ciclo de vida do produto.
- Etapa 5 (Viabilização): Realização de testes com usuário em contexto real, considerando a proposta definida. Nesta etapa podem ser utilizadas ferramentas de avaliação de ergonomia, usabilidade, qualidade aparente e pesquisas junto a potenciais consumidores.
- Etapa 6 (Verificação Final): Avaliação dos aspectos de sustentabilidade e impactos sociais e econômicos. Esta análise pode vir a gerar novas oportunidades de produto, rompendo com uma visão linear de projeto, e proporcionando um novo ponto de partida para o processo de design.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi desenvolvido tendo como base a metodologia GODP e se utilizando dos blocos de referência de Produto, Usuário e Contexto. No momento de inspiração, são realizadas pesquisas e levantamentos de dados relacionados ao tema do projeto, tendo como propósito embasar e direcionar as escolhas projetuais.

No momento de ideação, realiza-se a análise de dados, em uma fase de convergência, resultando nos requisitos do projeto. A partir das definições dadas, são pesquisadas possibilidades construtivas para o produto, sendo divididas em análises referentes às tecnologias e aos mecanismos de construção e encaixe das peças. A partir de um protótipo inicial, são realizadas análises e refinamentos até o desenvolvimento de um protótipo final.

O escopo do projeto encerra-se na etapa quatro, referente à execução, no momento implementação. As demais etapas (etapa 5 - Viabilização e etapa 6 - Verificação final) serão desenvolvidas pela autora em momento posterior ao desenvolvimento deste PCC, em parceria com o PaQ.

3.1 MOMENTO INSPIRAÇÃO

O momento inspiração corresponde às etapas:

- Etapa (-1) - Oportunidade
- Etapa (0) - Prospecção
- Etapa (1) - Levantamento de dados

É neste momento que são realizados todos os levantamentos de informação necessários para embasar o projeto.



Figura 2: Momento inspiração, Metodologia GODP Fonte: Merino, 2016

3.1.1 Etapa (-1) - Oportunidade

A resolução de problemas e a aprendizagem científica têm estado em evidência nos últimos anos nas discussões sobre os rumos da educação no país, e pode ser evidenciada nas organizações curriculares das escolas (CAMPOS, 2017). Nesse contexto, a robótica educacional se mostra como uma ferramenta de educação tecnológica eficaz e efetiva.

Entretanto, o processo de implementação da robótica nos currículos brasileiros enfrenta grandes obstáculos. Segundo Campos (2017) estes impeditivos parecem ser a natureza do tempo requerido para atividades de robótica, o custo do equipamento necessário e a formação teórico-prática do docente para o correto manuseio dos equipamentos.

Com a falta de investimentos no setor da educação, a implementação da robótica na rede pública é ainda um desafio. Por outro lado, segundo (AMENDOLA, 2019), as escolas particulares de robótica crescem no país e disputam com idiomas e esportes. Se antes o diferencial era saber inglês, hoje é a robótica. Em média, o custo mensal desses cursos vai de R\$ 250,00 a R\$ 450,00 - com aulas semanais que duram de 1h30 a 2 horas (AMENDOLA, 2019).

Habitualmente, diversos programas de robótica pedagógica vem utilizando kits comerciais que custam na faixa de US\$ 300,00. Este valor parece adequado para países desenvolvidos, mas não são coerentes à realidade brasileira, em especial dos níveis sociais mais baixos. Como alternativa aos kits comerciais, apresenta-se a robótica livre, utilizando-se de recursos reaproveitados, como sucatas e reciclados ou acessíveis no mercado. Embora a robótica livre seja uma abordagem válida e interessante, sua usabilidade é mais complexa, demandando mais tempo e conhecimento de educadores e educandos, oferecendo mais desafios para a sua implementação .

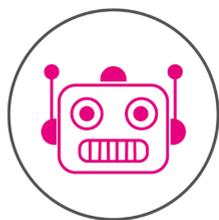
De acordo com Costa et al. (2013), dois métodos protagonizam a redução do preço fabril do robô: a substituição do controlador do robô por alguma alternativa que barateie a construção, ou a remodelagem do chassis utilizando materiais de baixo custo.

Considerando a robótica educacional no contexto de vulnerabilidade social, o projeto “Prototipando a Quebrada” atua na

formação tecnológica de crianças e jovens das periferias da Grande Florianópolis. O projeto iniciou em 2018, mas encontra-se em vias de reestruturação e enfrenta desafios na implementação de oficinas de robótica, especialmente financeiras. Este PCC visa, por meio do Design, contribuir na viabilização deste projeto.

Tendo em vista os tópicos levantados até aqui, tem-se então a oportunidade de, por meio do Design de Produto, desenvolver um kit de robótica educacional cujas características estruturais sejam acessíveis no contexto do projeto “Prototipando a Quebrada”. Nesse processo, devem ser avaliadas as tecnologias que melhor se adequem às necessidades do produto, suas relações de custo benefício, pesquisa de materiais e processos que possibilitem o barateamento dos chassis do robô e a usabilidade por parte dos educadores e educandos. O projeto deve levar em consideração características dos projetos de robótica livre e também dos kits de robótica comerciais presentes no mercado. Na figura 3 apresenta-se o mapa de oportunidade.

MAPA OPORTUNIDADE



**KIT ROBÓTICA
EDUCACIONAL
BAIXO CUSTO**

DESIGN

EDUCAÇÃO

TECNOLOGIA

IMPACTO SOCIAL

Utilizar o design como meio para facilitar o acesso de crianças de periferia à robótica educacional.

Figura 3 - Mapa de Oportunidade. Fonte: A autora.

3.1.2 Etapa (0) - Prospecção

Nesta etapa foram realizadas pesquisas em busca de normas técnicas regulamentadoras relacionadas ao objeto de estudo deste projeto, assim como possíveis patentes referentes ao tema de robótica educacional e a conferência de registro de marcas.

A busca por normas técnicas foi realizada na base de dados da ABNT (Associação de Brasileira de Normas Técnicas) com as palavras chave: “kit robótica”; “robótica educacional” e “brinquedos *STEM*”. Não foram encontrados resultados com a busca.

Patentes

Para conferência de registros de patentes foram realizadas pesquisas nas plataformas online do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industriais) e no *Google Patents*, utilizando as palavras chave “robótica educacional” e “kit robótica” para busca por produtos similares e “Prototipando a Quebrada” para verificação de registro de marca.

Não foi encontrado nenhum registro de marca e os resultados para produtos similares de acordo com as palavras chave podem ser conferidos no quadro a seguir.

BR 102017003777-0 A2	
Título	Kit educacional para robótica
Data publicação	27/06/2017
Titular	Centro Maker de Tecnologia
Resumo	Kit voltado para robótica educacional de baixo custo. Composto pelo projeto de uma placa dedicada de programação e um layout feito em papelão que forma a estrutura do robô dando suporte a um smartphone utilizado para processamento.

Quadro 1 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)

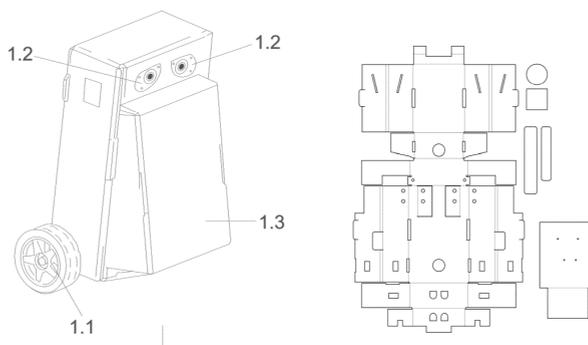


Figura 4 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)

BR 102016009517-4 A2	
Título	Aperfeiçoamentos introduzidos em kit didático para aplicação pedagógica de programação robótica.
Data publicação	31/10/2017
Titular	Nathan Tafla; Cassia de Oliveira Fernandes.
Resumo	Projeto de um <i>shield</i> para Arduino que modifica suas entradas convencionais para entradas P2, facilitando a interface de comunicação e usabilidade em projetos de robótica educacional.

Quadro 2 - Patente BR 102017003777-0 A2. Fonte: INPI (2020)

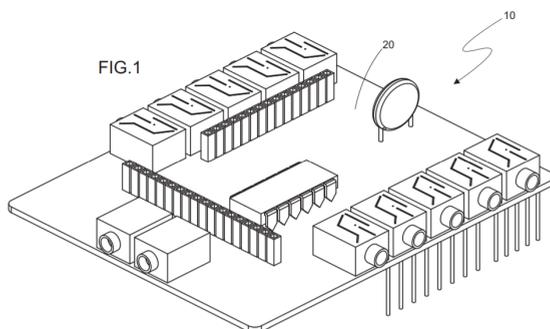


Figura 5 - Patente BR 102016009517-4 A2 Fonte: INPI (2020)

3.1.3 Etapa (1) - Levantamento de dados

Nesta etapa foram realizadas coletas de dados considerando diferentes fontes em um processo divergente, buscando ampliar a visão sobre o tema da pesquisa tomando como base os blocos de referência da Figura 6.

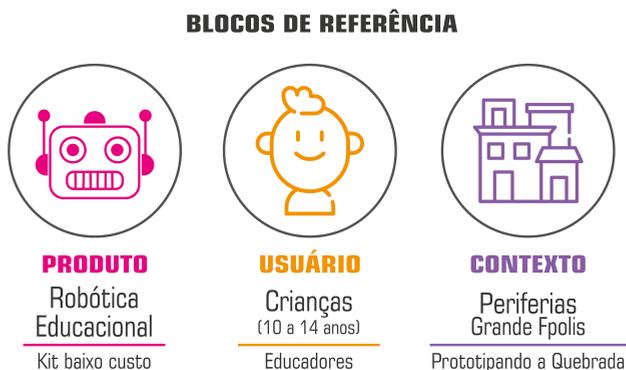


Figura 6 - Blocos de referência. Fonte: A autora, base em Merino (2016)

LEVANTAMENTO DE DADOS: PRODUTO

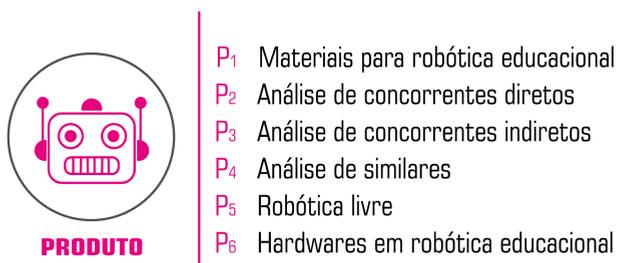


Figura 7 - Bloco de referência - Produto. Fonte: A autora.

P₁ - Materiais para robótica educacional

Os materiais de robótica educacional foram divididos em dois grupos, os de tecnologias proprietárias, representados pelos kits comerciais e os de tecnologias livres, representados pela abordagem da robótica livre.

Kits comerciais de robótica educacional

Os kits comerciais de robótica educacional se caracterizam como um produto e são projetados a partir de um modelo conceitual de mecanismos construtivos que permite a montagem de modelos robóticos. Temos duas abordagens possíveis em relação aos kits, uma com metodologia ativa e outra passiva.

A estrutura que possibilita uma metodologia ativa de ensino é constituída por um conjunto de peças com caráter genérico, possibilitando explorar uma variedade de soluções criativas através de montagens modulares e conexões com mecanismos facilitados. Os elementos de montagem estrutural podem, por exemplo, ser barras, placas, blocos, varetas, parafusos, roscas, pinos, etc. Quando associados à programação, devem apresentar, unidade de processamento, sensores, atuadores e interfaces para a conexão elétrica dos componentes. Estes materiais permitem a abordagem por meio de uma metodologia ativa de ensino.

Já a estrutura de kits voltada para uma abordagem passiva de ensino, parte da construção de um modelo robótico a partir de peças previamente planejadas para o projeto. São kits para a construção de um modelo de robô específico, um carro ou um helicóptero, por exemplo. Nestes, a montagem é explorada por meio de tutoriais com um objetivo de construção. O processo de criação estrutural é mais restrito, mas a solução final contempla o ensino de robótica, dependendo da proposta pedagógica abordada. Cada formato possibilita um tipo de abordagem pedagógica, tendo mais ou menos recursos a serem utilizados. É necessário avaliar qual a melhor opção considerando os objetivos de cada plano de ensino. Por se tratarem de projetos elaborados, tanto conceitualmente quanto tecnologicamente, possuem alto custo.

Robótica Livre

A robótica livre é uma abordagem construtiva que se utiliza de materiais, ferramentas e tecnologias que estão acessíveis e disponíveis a todos, se apresentando como uma estratégia alternativa às tecnologias proprietárias. Além da utilização de recursos livres, também são incentivados o compartilhamento de ideias, estruturando uma rede de colaboração ativa que favorece o crescimento orgânico da robótica como ferramenta educacional.

Em relação aos materiais utilizados para a construção estrutural, podem ser utilizadas sucatas, materiais reciclados, brinquedos ou qualquer material que a criatividade permitir, além de uso de porcas e parafusos, colas, imã, velcro e encaixes. O uso da fabricação digital também tem se tornado cada vez mais presente no mundo da robótica livre. As impressoras 3D e máquinas de corte a laser estão se tornando mais comuns no ambiente educacional, fomentando o desenvolvimento de projetos de robótica.

Os componentes elétricos e eletromecânicos podem ser tanto provenientes de sucata ou comprados no mercado, sendo a internet uma grande viabilizadora para isso. O Arduino ganha destaque como principal plataforma de prototipação utilizada.

A robótica com materiais alternativos se destaca das demais categorias por possuir uma abordagem de reflexão ecológica e instigar a criatividade devido a não restrição das possibilidades construtivas. Entretanto, construir um robô de forma livre também é a alternativa mais trabalhosa, complexa e demanda mais tempo de engajamento de alunos educadores.

Este método também requer um maior amadurecimento dos educandos para projetar, especificar, adquirir e integrar as peças de forma adequada, já que a usabilidade dos componentes não é facilitada por meio de um projeto orientado, como no caso dos kits comerciais. Também dificulta para os educadores, que precisam de mais capacitação e tempo de planejamento das aulas.

P₂ - Análise de concorrentes diretos

De acordo com Pazmino (2015), produtos concorrentes são aqueles que buscam o mesmo mercado e atendem as mesmas necessidades do produto a ser projetado. Serão considerados aqui como produtos concorrentes diretos os kits comerciais de robótica educacional, que apresentam estruturas genéricas para criação.

Atto Educacional



Figura 8 - Painel Atto Educacional. Fonte: ATTO (2020)

A Atto educacional é uma linha de produtos educacionais produzida e desenvolvida pela Dual System. Além dos produtos, oferece capacitações para a implementação nas escolas. A Atto trabalha com três formatos de produto. O kit KTR-10 contém apenas as peças estruturais, e é formada por uma variedade de 6 mil peças, atendendo aproximadamente 25 alunos. Já o KTR-13, é um kit apenas com componentes eletrônicos de robótica, sendo complementar KTR-10. Já o KTR-30 é a opção que une as soluções estruturais e eletrônicas, apresentado na figura 8, sendo uma opção mais compacta e completa que atende de 3 a 6 alunos. Sua abordagem de segmentação permite um sistema de reposição de peças.

LEGO Mindstorm EV3



Figura 9 - Painel LEGO Mindstorm EV3. Fonte: LEGO (2020)

A LEGO Mindstorm é a pioneira no segmento de produtos para robótica educacional tendo lançado sua primeira versão comercial em 1998, o Lego Mindstorm RCX. Ela é a marca mais bem consolidada no mercado e referência mundial no ensino de robótica. Entretanto, por ser um produto importado, chega no Brasil a preços elevados.

As peças estruturais do Mindstorm são do tema LEGO Technic, uma série da LEGO que possibilita montagens mais complexas e avançadas. O bloco controlador EV3 é uma solução proprietária da LEGO e possui uma série de soluções tecnológicas embarcadas, que auxiliam na usabilidade do kit.

Também é importante frisar a relevância deste produto em relação às competições de robótica, como a *First Lego League*, uma das principais competições de robótica educacional do mundo.

Modelix

A Modelix Robotics é uma empresa brasileira que atua há 15 anos no mercado e possui uma gama de kits projetados de acordo com o estágio educacional das crianças e adolescentes. Oferece capacitação para a implementação de seu sistema nas escolas e opera desde o pré-escolar até o ensino médio. As figuras 10 e 11 representam seus kits para a faixa etária do público alvo deste projeto.

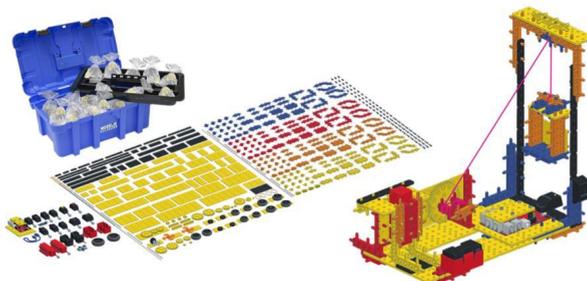


Figura 10 - Modelix Fundamental 1B. Fonte: MODELIX (2020)

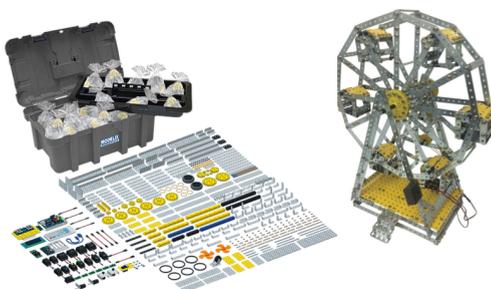


Figura 11 - Modelix Fundamental 2. Fonte: MODELIX (2020)

P₃ - Análise de concorrentes indiretos

Concorrentes indiretos podem ou não atuar no mesmo segmento de produtos, mas disputam o mesmo mercado, podendo atender às mesmas necessidades de produto e dividir o mesmo público alvo. No caso deste projeto, considera-se como concorrentes indiretos os kits orientados para a construção de um objeto específico. Podem atuar no mercado de educação tecnológica em instituições de ensino, ou ainda serem caracterizados como brinquedos educativos tecnológicos.

Wood Robotics

A *Wood Robotics* é uma empresa nacional que desenvolve material de robótica educacional utilizando MDF e tecnologia de corte a laser. Ela atua em parceria com escolas e instituições de ensino desde o Fundamental I até o Ensino Médio, oferecendo material didático e suporte. A didática da *Wood Robotic* se baseia na utilização de três

modelos de robô, que variam de complexidade de acordo com a idade do público atendido.

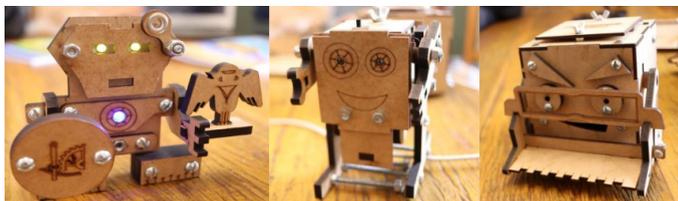


Figura 12 -Robôs Wood Robotics. Fonte: ROBOTICS (2020)

Easy DS

A Easy DS é uma empresa que comercializa arquivos de corte para a construção de modelos robóticos, tendo mais de vinte opções para montagem. Estes, podem ser utilizados no processo de corte a laser, em seus modelos MDF, ou ainda, impressos e colados em *SpumaPaper* para corte manual com auxílio de estilete.



Figura 13 - Projetos de braços robóticos em MDF e *SpumaPaper*. Fonte: *EASYDS* (2017)

Smartibot

O *Smartibot* é um robô construído a partir de layouts cortados em papelão, mas também possibilita e incentiva o uso de materiais alternativos para sua estrutura. Ele é montado a partir de encaixes, parafusos e roscas e conta com ferramentas para a construção dos protótipos. Seu processamento é feito a partir de um smartphone e utiliza um aplicativo que processa dados a partir de inteligência artificial.

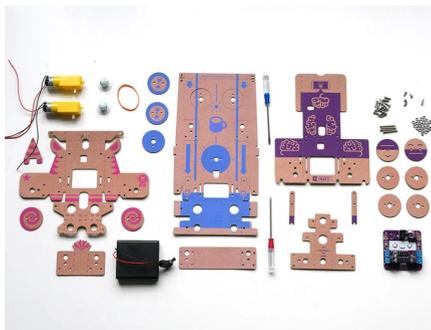


Figura 14 - Estruturas *Smartibot* Fonte: *Smartibot* (2020)

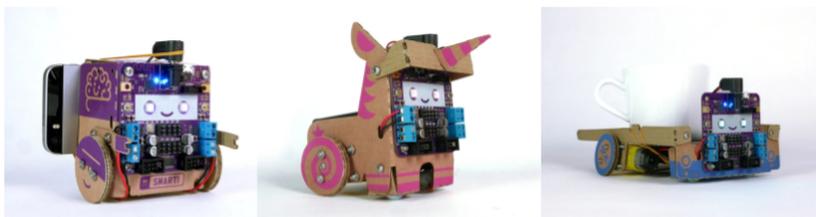


Figura 15 - Modelos *Smartibot* Fonte: *Smartibot* (2020)

14 em 1 - Kit robô solar

Este kit oferece uma variedade de peças estruturais que permitem a montagem de 14 modelos diferentes de robôs. Seu módulo central possui um motor alimentado através de energia solar e todas as montagens são realizadas a partir deste bloco central. Não permite programação e todas as montagens são orientadas através de um manual.



Figura 16 - 14in1 - Kit Solar Robot Fonte: WSKITS (2020)

P₄ - Análise de similares

Produtos similares não atendem às mesmas necessidades do produto projetado, atuando normalmente em outro nicho de mercado, entretanto, possuem algum nível de familiaridade estrutural e/ou funcional que podem contribuir na formulação do conceito do produto final.

Rigamajig

O Rigamajig é um conjunto de peças estruturais projetadas em uma escala grande, que permite a construção de estruturas de brincar coerentes com a altura do público alvo, crianças de 4 a 8 anos, aproximadamente. O tamanho das peças e das conexões facilita a usabilidade. O formato das peças estruturais são muito similares às utilizadas no kit Atto.



Figura 17 - Rigamajiga Fonte: RIGAMAJIGA (2020)

Nintendo LABO

O Nintendo LABO é uma interface de interação, construída a partir de papelão, projetada para ser utilizada de forma complementar aos jogos e funções do *Nintendo Switch*. As estruturas vêm planificadas com marcações de corte para serem destacadas e montadas de acordo com um tutorial. A Nintendo propõe uma série de aplicações, em que os modelos são montados por meio de técnicas de *papercraft* utilizando encaixes.



Figura 18 - Nintendo LABO Fonte: NINTENDO (2020)

P₅ - Robótica livre

ECO-BOT

O ECO-BOT é uma solução de robótica de baixo custo desenvolvida por pesquisadores e alunos do curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia da UFRN em 2013. A proposta faz parte do projeto Um Robô por Aluno (URA) e tem como objetivo possibilitar que cada aluno monte seu próprio robô de forma acessível e ecológica.

O chassi do ECO-BOT é feito de papelão, existindo uma variedade de modelos, que são construídos a partir de um *layout* de referência de corte, com auxílio de estilete.

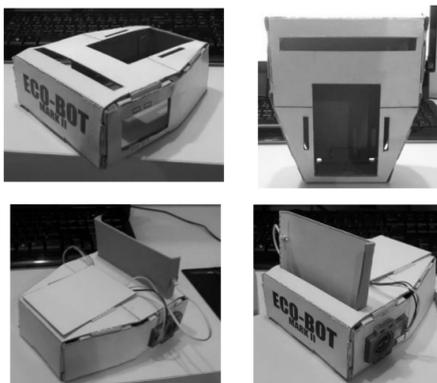


Figura 19 - ECO-BOT. Fonte: COSTA, Diogo Felipe Silva et al. (2013)

convencionais do segmento ou resgatados de sucatas. Sua construção varia de R\$32,00 até R\$6,00, dependendo do quanto é comprado ou recuperado. Entretanto, é válido destacar que a sua proposta contempla apenas componentes eletrônicos simples, não englobando lógica de programação nem peças estruturais. Ele possibilita uma metodologia ativa, entretanto muito mais limitada em recursos.

O projeto consiste na construção de pequenos módulos que facilitam a usabilidade das conexões eletrônicas através de um projeto simples de solda envolvendo os componentes e conectores, envoltos em fio termorretrátil. Todas as instruções de montagem são abertas no site. Existe todo um engajamento para a montagem e compartilhamento de ideias.

P₆ - *Hardwares* em robótica educacional

Convencionalmente, são utilizados alguns tipos de componentes eletrônicos na robótica educacional. São eles os sensores, atuadores e uma plataforma de processamento de dados. Esse conjunto de ferramentas tecnológicas propicia verificar os conceitos de programação e, em conjunto com os elementos estruturais e mecânicos, formam o robô. A fim de contextualizar e embasar as escolhas de utilização dos recursos tecnológicos no desenvolvimento deste projeto, foram realizadas pesquisas de *hardwares* de robótica educacional, apresentadas no Apêndice A.

Usabilidade

Na robótica livre a prototipação eletrônica costuma ser feita em uma matriz de contato ou com soldas. Este tipo de montagem envolve motricidade fina, exige mais conhecimentos elétricos, é mais lenta e mais suscetível a falhas e problemas, motivo pelo qual aspectos associados a usabilidades devem ser considerados.

A usabilidade na robótica é um fator importante, sendo o principal diferencial dos kits de robótica comerciais. Estes normalmente utilizam o conceito de blocos modulares, considerando mecanismos de

encaixe consistentes entre as peças estruturais e também entre os elementos eletrônicos.

O conceito de “bloco controlador” surge como proposta nos kits da Lego Mindstorm. O chamado “tijolo programável” RCX (*Robotic Command Explorer*) foi o primeiro da série, seguido da versão NXT até a mais atual, EV3. O bloco controlador realiza o processamento da programação e possui uma interface de conexão e controle amigáveis.



Figura 22 - Evolução blocos controladores Lego Mindstorm. Fonte: A autora

LEVANTAMENTO DE DADOS: USUÁRIO



- U₁ Público alvo
- U₂ Entrevista alunos
- U₃ Questionário educadores
- U₄ Necessidades pedagógicas

Figura 23 - Bloco de Referência - Usuário. Fonte: A autora.

O material robótico a ser desenvolvido é direcionado para o uso de educadores e educandos. As crianças são consideradas usuárias primárias do produto, interagindo diretamente com as peças na montagem dos protótipos robóticos. Já os educadores são usuários secundários, atuando como uma tecnologia leve no processo de ensino aprendizagem. Estes, devem compreender os mecanismos do produto a fim de elaborar e aplicar a proposta pedagógica.

Devido às medidas preventivas de isolamento social decorrentes da pandemia do novo coronavírus (COVID 19), as pesquisas com usuário não puderam ser realizadas presencialmente no nível de profundidade desejado.

U₁ - Público alvo

O público alvo deste projeto foi definido considerando o perfil das crianças atendidas nas oficinas de robótica do PaQ. O quadro 3 representa a síntese do perfil demográfico.

Perfil demográfico	
Gênero	Todos
Idade	10 a 14 anos
Escolaridade	Fundamental II
Classe social	D e E
Região	Periferias da Grande Florianópolis

Quadro 3 - Perfil demográfico público alvo



Figura 24 - Pannel público alvo. Fonte: Acervo PaQ.

U₂ - Entrevista alunos

Devido a impossibilidade de entrevista presencial com as crianças, Jefferson Lima - fundador do Prototipando a Quebrada - disponibilizou um espaço de fala durante sua aula remota com os alunos do Colégio Marista, representantes da equipe de Competição “Pane no Sistema”. A entrevista foi breve, tendo duração de 30 minutos. Os alunos foram questionados quanto a idade, gostos e *hobbies* externos à robótica, o que os motivou a fazer as aulas e o que mais gostam na robótica. No quadro abaixo são apresentadas as sínteses das respostas.

	Anderson	Nicolý	Júlia	Lucas
Idade	13 anos	12 anos	13 anos	12 anos
Outros Hobbies	Jiu Jitsu	Desenhar; jogos de tabuleiro.	-	Jogos PC e celular;
Motivação	Curiosidade; família.	Parecia desafiador e legal;	Aprender coisas novas;	Gosta tecnologia;
O que mais gosta na robótica?	Trabalho em equipe; competição;	ilimitado; fazer o que quiser; imaginação.	Construir; montar; criatividade	Programar;

Quadro 4 - Respostas entrevistas alunos

U₃ - Questionário educadores

Para melhor compreender o cenário da robótica educacional, foi aplicado um questionário *online* voltado para educadores de robótica. O formulário ficou disponível para respostas do dia 5 a 16 de outubro de 2020 e obteve 24 respostas. Este foi divulgado em redes sociais associadas ao tema, grupos nacionais de competição de robótica e entre educadores parceiros do Prototipando a Quebrada.

O instrumento de pesquisa apresenta questões objetivas, abertas, de múltipla escolha e de escala. Este foi dividido em sete sessões: perfil do educador, perfil do aluno, estrutura, material de robótica, usabilidade e consideração final. O questionário completo pode ser conferido no Apêndice B. Abaixo, são apresentados quadros

com os resultados das questões quantitativas e uma síntese em relação à abordagem qualitativa.

Perfil do educador

Sexo		Formação em educação	
67%	Homens	17%	Ciências Humanas
33%	Mulheres	17%	Ciências da Natureza
Licenciatura		17%	Linguagens e Códigos
56%	Sim	4%	Matemática
44%	Não	44%	Outras formações
Onde trabalham		Fonte conhecimento	
63%	Escolas particulares	67%	Vídeos internet
46%	Escolas públicas	58%	Textos internet
21%	Projeto sociais	58%	Cursos/oficinas
17%	Escolas robótica	46%	Manuais
17%	Outros	33%	Treinamento

Quadro 5 - Respostas questões quantitativas - Perfil do educador

Para aqueles não formados em licenciatura, também foi perguntada sua área de atuação e experiência com didática. Por meio de questões abertas de caráter qualitativo, buscou-se compreender a trajetória dos educadores na robótica, desde a sua motivação, desafios e seus sonhos para o futuro. A partir das informações, foram montadas personas e cenários apresentados na etapa de análise de dados.

Perfil dos alunos

Idade (anos)		Nível conhecimento		Classe social	
8%	Menores que 6	29%	Iniciante	67%	A e B
50%	6 a 10	56%	Intermediário	58%	C
54%	10 a 14	18%	Avançado	58%	D e E
46%	Maiores que 14				

Quadro 6 - Respostas questões quantitativas - perfil do aluno

Em questão aberta, os educadores falaram sobre o que motiva e desmotiva os alunos, auxiliando na construção das personas das crianças na etapa de análise de dados.

Estrutura da turma

Alunos por turma		Acesso materiais robótica		Estrutura	
29%	Menos que 10	67%	Adequado	42%	Adequada
17%	11 a 20	25%	Parcialmente adequado	58%	Inadequada/melhorias
42%	20 a 25	8%	Inadequado		
17%	Mais que 25				

Quadro 7 - Respostas questões quantitativas - estrutura da turma

Para aqueles que consideram a estrutura inadequada, também foi perguntado em questão aberta o que poderia ser melhorado.

Material de robótica

Material de robótica		Kit comercial	
55%	Kits comerciais	85%	LEGO
50%	Robótica livre	25%	ATTO
36%	Fabricação digital	10%	Modelix

Quadro 8 - Respostas questões quantitativas - material de robótica

Por meio de questões abertas, os educadores puderam expressar suas opiniões em relação aos materiais robóticos utilizados, apontando seus lados positivos e negativos e trazendo comparativos entre as abordagens dos kits comerciais e da robótica livre. As informações foram condensadas com uso da técnica nuvem de palavras e apresentadas na análise de dados.

A fim de mensurar a relevância percebida em relação a temas de relevância, foram aplicadas questões com uso de escala, variando com pesos de 1 (pouco relevante) a 5 (muito relevante). Essa abordagem foi utilizada para levantar dados em relação ao uso dos componentes eletrônicos e também para a validação de hipóteses em relação a

características de um kit de robótica. Resultados mostrados em infográfico na etapa de organização e análise de dados (página 72).

Usabilidade

Foi proposto para os educadores uma lista com possíveis dificuldades enfrentadas pelos alunos. Além disso, disponibilizou-se campos abertos para que fossem trazidas novas observações em relação às dificuldades dos alunos e também sobre a usabilidade de kits comerciais e robótica livre.

Dificuldades apresentadas pelos alunos	
56%	Construir estruturas estáveis
61%	Finalizar as montagens dentro do prazo
28%	Manipular com precisão os elementos
39%	Desmontar projetos com facilidade
61%	Organização de fios (gambiarras)
44%	Inserir componentes eletrônicos

Quadro 9 - Respostas questões quantitativas - usabilidade

U₄ - Necessidades pedagógicas

A compreensão sobre as necessidades pedagógicas é um fator relevante na determinação das características do kit, já que este deve prover todas as ferramentas necessárias para viabilização das atividades. Para este projeto, será analisada a didática implementada por Jefferson Lima, nas oficinas de robótica do projeto “Prototipando a Quebrada”. As considerações foram realizadas tendo como referência a utilização do kit Atto Educacional.

Estrutural

Segundo Jefferson, uma das principais habilidades a ser desenvolvida pelos alunos é a capacidade de resolução de problemas por meio de soluções estruturais. Ou seja, é importante que o material robótico utilizado possibilite liberdade criativa de construção.

A primeira etapa do processo de aprendizagem é o reconhecimento das peças estruturais através de propostas exploratórias

de montagens simples, como formas geométricas utilizando barras, placas e pinos. Neste momento são trabalhadas habilidades de motricidade, compreensão geométrica das peças e lógicas de encaixe. Logo, são inseridos outros elementos, como rodas, roldanas, polias e engrenagens, explorando funcionamento mecânicos.

Eletrônica

O primeiro conceito trabalhado é o de acionamento a partir de variáveis digitais. A verificação destes conceitos é feita a partir de botões como sinais de entrada e atuadores na saída, como leds ou um motor DC, por exemplo. O próximo conceito a ser trabalhado é o de controle a partir de variáveis analógicas. Para verificação deste conceito, um elemento de saída como um led por exemplo, é controlado por meio de programação ou elementos de entrada variáveis como um potenciômetro. Após a abstração inicial do conceito de variação na saída, aborda-se as entradas analógicas por meio da utilização de sensores, capazes de interagir e dar respostas em relação ao meio. Os elementos eletrônicos são inseridos junto a montagens estruturais que dão contexto para o sistema, como por exemplo um semáforo ou um gira-gira.

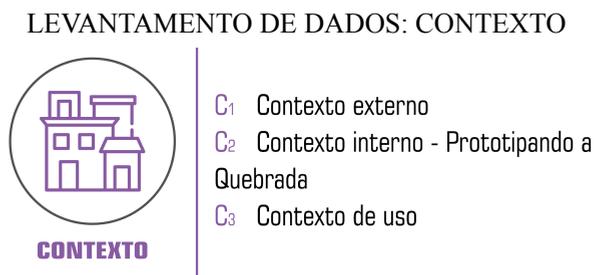


Figura 25 - Bloco de referência - Contexto. Fonte: A autora.

C₁ -Contexto externo

Nesta etapa, foram desenvolvidas pesquisas a fim de obter um diagnóstico externo, compreendendo o contexto macro no qual o projeto está inserido. As demandas do futuro mercado de trabalho, assim como as necessidades de adaptação dos modelos educacionais, são fatores que

justificam o desenvolvimento deste projeto. Sendo assim serão abordados, respectivamente, o cenário da Revolução Industrial 4.0 e as características e vantagens dos métodos ativos de ensino.

Neste tópico também explora-se o contexto referente ao principal tema de pesquisa deste projeto, a robótica educacional. Abordando seu potencial educacional, contexto dentro do mercado brasileiro, robótica educacional de baixo custo e a relevância do cenário de competições.

Revolução Industrial 4.0

As revoluções industriais são marcadas pela implementação de novas tecnologias, ou um conjunto delas, que modificam drasticamente os processos de produção e as relações entre o mercado. Hoje, a humanidade se encaminha rumo à Quarta Revolução Industrial, que será marcada pela convergência de tecnologias físicas, digitais e biológicas. Esta revolução é resultante, especialmente, pelo desdobramento do aumento exponencial do processamento computacional e a consolidação da internet, que permitem uma infinidade de novas possibilidades tecnológicas .

As **tecnologias digitais** se referem às tendências tecnológicas vinculadas à Inteligência Artificial, à Internet das Coisas, à análise de *Big Data*, às moedas virtuais e à economia sob demanda.

As **tecnologias físicas** dizem respeito a áreas como robótica avançada, veículos autônomos, manufatura aditiva e o desenvolvimento de novos materiais.

Robótica

Segundo Lima (2017, p.1)

A robótica pode ser descrita como um ramo educacional e tecnológico que engloba computadores, robôs e computação, e que trata de sistemas compostos por partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados

manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos.

A robótica foi inserida na indústria durante a TRI (*Terceira Revolução Industrial*) e transformou completamente os processos nas linhas de produção. Segundo Ford (2016), trabalhos repetitivos, antes realizados por trabalhadores no chão de fábrica, foram atribuídos aos robôs, capazes de executar tarefas complexas de forma rápida, precisa e mais lucrativa.

A utilização da robótica vem se expandindo fortemente há alguns anos e é um dos principais vetores de tendência tecnológica da QRI. Entretanto, nesse novo contexto, a robótica ganha algumas características que a diferenciam das tecnologias já consolidadas, assumindo o patamar de robótica avançada.

O desenvolvimento da robótica traz uma grande problemática na substituição dos postos de trabalho (FORD, 2016). Entretanto, as necessidades inerentes ao desenvolvimento das tendências tecnológicas devem reorientar a economia e criar postos de trabalho antes inexistentes, precisando de novas formações e perfis profissionais na área de tecnologia.

Metodologias ativas de aprendizagem

O modelo de educação tradicional constitui-se basicamente em aulas expositivas, onde os estudantes são ouvintes e receptores dos conhecimentos transmitidos por um professor. Este modelo configura uma metodologia passiva de ensino e sua efetividade é questionável.

Segundo Silberman (1996), apenas ver e ouvir não são fatores suficientes para a compreensão plena do conteúdo pelo aluno. É necessário que este faça abstrações mais complexas. É nesse contexto que apresentam-se as metodologias ativas de ensino.

Para se envolver ativamente no processo de aprendizagem, o aluno deve ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, o aluno deve realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação (BARBOSA; MOURA, 2013). Neste método o aluno é o protagonista do processo de aprendizado e o educador atua de forma secundária auxiliando os educandos nesse caminho.

Segundo Zilli (2004) a habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isso será crescentemente verdadeiro no futuro: a habilidade competitiva será a habilidade de aprender.

A aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), é uma metodologia ativa muito utilizada como fundamento na robótica educacional. Seu plano pedagógico é elaborado a partir da proposta de situações e problemas a serem solucionados. Em grupo, os alunos elaboram suas teorias, constroem, testam, discutem e fazem melhorias até chegar em uma solução final. Nesse processo, o problema precisa ser abordado por meio de várias perspectivas, dando oportunidade de protagonismo para crianças de diversos perfis de inteligência.

Além de se adequar às necessidades de formação atual e estimular competências importantes para o desenvolvimento cognitivo e social da criança, Segundo Silberman (1996 apud BARBOSA; MOURA, 2013), com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer.

Robótica educacional

A robótica como ferramenta educacional começou a ser concebida ainda quando o acesso a computadores era muito restrito, em 1971, por Seymour Papert. Este afirmava que o uso da computação poderia revolucionar a maneira como as crianças aprendem. Seymour Papert, criou a linguagem de programação LOGO e, em parceria com a empresa LEGO, participou do desenvolvimento da pioneira em robótica educacional, a LEGO Mindstorm.

“Robótica educacional” é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento dos modelos.

Segundo Gonçalves (2012) as vantagens da robótica educacional já foram percebidas e incorporadas em diversos países, como na Alemanha e Holanda, que já possuem robôs em 100% das

escolas públicas. A Inglaterra, Itália, Espanha, Estados Unidos e Canadá também estão implementando projetos similares, enquanto que, na América do Sul, o Peru já possui mais de três mil escolas com robôs.

A utilização da robótica na educação desenvolve um grande conjunto de habilidades e competências, já que é uma atividade complexa executada em várias etapas projetuais. De acordo com Godoy (1997), a robótica educacional além de abranger seus objetivos gerais, relacionados a construção dos modelos e abstração de conceitos mecânicos e elétricos, também possui impacto relevante em aspectos psicomotores, cognitivos e afetivos.

Segundo Zilli (2004) a robótica educacional permite que haja a integração de diversas disciplinas e a simulação do método científico, pois o aluno formula uma hipótese, implementa, testa, observa e faz as devidas alterações para que o seu “robô” funcione. O processo científico estimula o desenvolvimento de pessoas com perfil crítico. Através desta lógica, as hipóteses concebidas devem ser validadas ou refutadas por meio de pesquisa e/ou experimentações.

Robótica educacional no Brasil

Segundo Campos (2017) a resolução de problemas e a aprendizagem científica têm estado em evidência nos últimos anos nas discussões sobre os rumos da educação no país, e pode ser evidenciada nas organizações curriculares das escolas. Entretanto, a robótica educacional ainda não é uma realidade predominante nas escolas públicas do Brasil.

Quando existentes, a maioria das iniciativas envolvendo robótica não estão integradas às aulas regulares do currículo, ou seja, geralmente são programas fora do horário de aula do aluno (CAMPOS, 2017). Além disso, para iniciar um projeto de robótica é necessário investimento em estrutura, materiais e capacitação. Infelizmente, frente a um cenário de precariedade na educação, o fator econômico é um empecilho considerável e, por vezes, impeditivo na implementação de um curso de robótica.

Frente a este cenário e reconhecendo o potencial da tecnologia, cada vez mais educadores da rede pública estão adotando a abordagem da robótica livre (sucata). Esta diz respeito a um material de robótica

educacional alternativo aos kits comerciais cujos valores são inacessíveis.

No Brasil, tem-se um grande déficit de profissionais na área de tecnologia e desenvolvimento. Frente a esta lacuna de formação, é comum a indústria atuar por meio de investimentos privados na rede pública de ensino em parcerias com o SESI, por exemplo.

Em contrapartida ao ensino público, tem-se um grande aumento no número de escolas particulares direcionadas ao ensino de robótica no Brasil que, de forma franqueada, estão conquistando espaço no mercado. Segundo Amendola (2019), os pais das crianças da geração passada enviavam seus filhos para o inglês buscando seu diferencial, hoje, o idioma estrangeiro é um ferramental básico e o diferencial vem se mostrando em ter o idioma da tecnologia. As redes de escolas de robótica possuem metodologias estruturadas e normalmente utilizam kits comerciais ou materiais próprios. Em média, o custo desses cursos vai de R\$ 250,00 a R\$ 450,00 - com aulas semanais que duram de 1h30 a 2 horas (AMENDOLA, 2019).

Já nas escolas particulares, as aulas de robótica já estão deixando de ser uma vantagem competitiva e tornando-se uma necessidade. Nesse contexto, é possível que os professores se capacitem internamente e utilizem kits com recursos pedagógicos ou ainda que as escolas particulares estabeleçam parcerias com as escolas de robótica. O programa curricular *ZOOM*, que utiliza o material da *LEGO Mindstorm*, é um exemplo de solução de aprendizado que obteve êxito de implementação no Brasil. Este visa relacionar o desenvolvimento de competências ligadas à robótica com os conteúdos disciplinares de cada série ou nível, adequando-os às exigências do MEC (Ministério da Educação e Cultura) (LEGO EDUCACIONAL, 2011). Infelizmente, sua implementação é de alto custo.

Robótica educacional baixo custo

Embora os robôs sejam ferramentas educacionais excelentes, vários especialistas alertam que os altos custos dos robôs podem impedir seu uso em salas de aula (AROCA, 2012). Considerando esta problemática, existem várias iniciativas de projetos com propostas de barateamento de custos. Entretanto, segundo Aroca (2012), muitas delas não apresentam um levantamento orçamentário concreto, ou ainda, consideram “baixo custo” robôs na faixa entre 200 e 1000 dólares. Percebe-se que o termo *baixo custo* utilizado nas literaturas é relativo e

deve ser adequado ao contexto econômico ao qual se refere. Por exemplo, na faixa apresentada (200-1000 dólares), encontra-se o *LEGO MINDSTORMS NXT*. Este é um produto referência no mercado, mas que, dadas as circunstâncias brasileiras, é pouco acessível.

Como alternativa aos kits comerciais, professores se utilizam da abordagem de robótica livre. Esta trabalha com materiais diversos, sejam reaproveitados, como sucatas e reciclados, ou comprados no mercado a preços acessíveis.

O “*10-dollar robot design challenge*” é um projeto promovido pela AFRON, uma rede africana de robótica, fundada por Ken Goldberg em 2012. Esta iniciativa partiu da evidente falta de recursos na área e é composta por uma comunidade de pesquisadores e instituições que buscam levar a robótica para a África, especialmente a educativa. De acordo com Goldberg e Korsah (2012), fundadores da AFRON, robôs excitam pessoas de todas as idades, mas são muito caros para alunos africanos e de economias emergentes. Dessa forma, como primeiro projeto da AFRON, eles promoveram o *AFRON 10-dollar robot design challenge*, com a intenção de fomentar o desenvolvimento de plataformas robóticas abertas de baixo custo, especialmente para educação.

Robótica de competição

Com o desenvolvimento de atividades de robótica em sala de aula, os alunos passam a conhecer as ferramentas e a exercitar suas capacidades de resolução de problemas. Entretanto, o universo da robótica educativa transpassa as paredes das salas de aula. A robótica de competição é um movimento expressivo tanto no Brasil quanto no mundo. Um dos objetivos deste tipo de evento é estimular a competição saudável e a socialização do conhecimento adquirido entre os alunos de escolas públicas e privadas de todo o país (SILVA & ALMEIDA, 2012 apud SILVA, 2014).

A competição, quando utilizada de forma saudável, pode ser um grande motor de incentivo e engajamento. A perspectiva de participação em uma equipe de competição fomenta tanto a adesão quanto a permanência dos alunos em grupos de estudo de robótica.

As competições podem ocorrer em esferas locais, como em desafios entre equipes dentro de uma mesma escola, entre diferentes escolas, ou ainda em níveis regionais, nacionais e internacionais. A nível

nacional uma das principais referências é a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), aberta à participação de alunos da rede pública e particular de ensino. Na modalidade teórica, os alunos devem responder questões de forma individual e são premiados com medalhas e menções honrosas de acordo com a sua colocação. Já na modalidade prática, as provas são realizadas em equipes e esta deve resolver os desafios do circuito proposto.

A nível internacional e muito representativa no Brasil, temos a *First Lego League*. Está se trata de uma competição internacional voltada para crianças de 9 a 16 anos, realizada em parceria da FIRST® com o Grupo LEGO®, e desenvolvida para despertar o interesse dos alunos nas áreas *STEAM*. Seguindo regras feitas especificamente para cada temporada, os alunos constroem robôs baseados na tecnologia LEGO Mindstorm, que devem ser programados para cumprir uma série de missões. No Brasil, a *FLL* é englobada pelo Festival SESI de robótica, que ainda conta com outras duas modalidades de competição, a First Tech Challenge (FTC) e a F1 nas escolas.

C₂ -Contexto Interno - Prototipando a quebrada

Segundo mencionado anteriormente, este projeto de conclusão de curso tem por objetivo desenvolver uma solução que atenda as necessidades do projeto social “Prototipando a Quebrada” estando alinhado também à sua estratégia. Sendo assim, foram realizadas conversas informais e entrevistas com o fundador do PaQ, Jefferson Lima, de modo a fazer um panorama geral do projeto, analisando o histórico, situação atual e planejamentos futuros.

O Prototipando a Quebrada é um projeto de educação tecnológica e profissional que atua em rede nas periferias, comunidades e favelas da Grande Florianópolis; Atuamos com oficinas de tecnologia - robótica, jogos digitais e animação - para crianças e adolescentes e desenvolvemos um projeto de onboard para jovem aprendizagem voltado para o mercado de tecnologia pensando na atuação

profissional desses adolescentes e jovens. Nosso modelo de aplicação busca unir a educação disruptiva e descentralizada para a ampliação do entendimento tecnológico e encaminhamento profissional adequado à realidade do mundo corporativo de tecnologia. Nosso objetivo é desgentrificar os espaços tecnológicos e diversificar os profissionais da área (LIMA, 2020).

Missão: Democratizar a paixão pela tecnologia oportunizando o acesso e capacitando para o acesso a pesquisa e mercado de tecnologia no mundo.

Visão: “Queremos ser a maior formadora de profissionais e apaixonados por tecnologia oriundos das periferias do Brasil.”

O projeto está sendo estruturado para fornecer uma trilha de aprendizado tecnológico que começa na infância e se desenvolve até a inserção dos jovens no mercado de trabalho, possuindo assim duas frentes. O PaQ 1.0 é a vertente do projeto voltada ao ensino de robótica para crianças. Nesta etapa é fomentando o interesse e encantamento pela área de tecnologia, desenvolvendo também estruturas lógicas de raciocínio que favorecem o aprendizado posterior em áreas correlatas. A segunda vertente, ainda em fase de desenvolvimento e estudo, é o PaQ 2.0 cuja proposta é a preparação e formação de jovens vinculados ao programa Jovem Aprendiz.

Em entrevista para este projeto, Jefferson Lima relatou a trajetória do projeto, seus aprendizados, dificuldades e ambições. O resumo da entrevista pode ser encontrado no apêndice (APÊNDICE B).

Identidade Visual

A identidade visual possui elementos que remetem à tecnologia, como o símbolo do robô, fonte pixel e a cor azul, e também a arte urbana, com elementos do grafite. O robô do PaQ é o “mascote” do projeto, sendo um símbolo fortemente identificável.

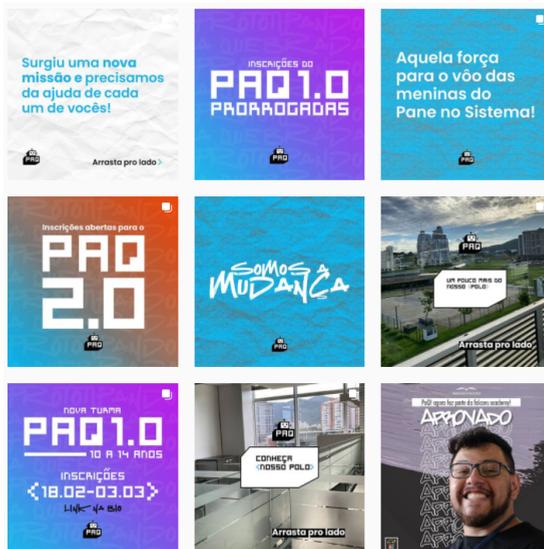


Figura 26 - Referência identidade visual página instagram Fonte: Instagram PaQ

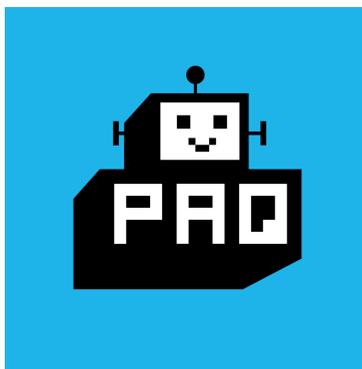


Figura 27 - Logo identidade visual PaQ Fonte: Arquivos PaQ

C₃ - Contexto de uso

O PaQ 1.0 atua em três frentes de operação: workshops, oficinas e competições. Cada uma possui características distintas que devem ser levadas em consideração no desenvolvimento deste projeto.

Workshops

A realização dos *workshops* têm como propósito apresentar o universo da robótica de forma lúdica a fim de causar encantamento e motivação. Esta dinâmica permite verificar se há interesse e engajamento das crianças em relação ao tema, fornecendo parâmetros para uma possível implementação de oficinas na comunidade. Na maioria das vezes são abertos para a comunidade, tendo grande variação em relação ao número de participantes e de faixa etária.

As atividades possuem curta duração, com aproximadamente duas horas. Como possuem caráter lúdico, devem ser pouco onerosas e com feedbacks de funcionamento divertidos. Os workshops já realizados utilizam o Kit Atto, até então único material disponível. A proposta era a construção de um gira-gira, com acionamento de motor.

Os cenários onde são implementadas podem ser muito distintos, como em escolas, centros comunitários e eventos. Os *workshops* também podem ser utilizados como forma de encantamento para possíveis *stakeholders*, pois mostram de forma sintética a proposta do projeto.

Oficinas

É no contexto das oficinas que são ministradas as aulas de robótica. Elas normalmente são implementadas nas comunidades após a validação de interesse com o *workshop* e consequente parceria com os líderes comunitários da região. As oficinas são ministradas semanalmente em aulas com 1h30 de duração para crianças de 10 a 14 anos.

Para a implementação das oficinas, foram compradas 3 unidades do kit Atto e 4 unidades do kit da LEGO. Além disso, o PaQ também adquiriu uma impressora 3D. A proposta pedagógica atual é de a oficina acontecer em três módulos: Atto, Lego e

“Maker”. Dentro do planejamento de 2020, que não pôde ser implementado devido a pandemia do novo coronavírus, seriam atendidas três comunidades: Vila Formosa, Maloca e Morro do Mocotó. Entretanto, devido aos recursos limitados, foi necessário estabelecer uma logística de rotacionamento trimestral de materiais entre as comunidades.

A estrutura onde as aulas são ofertadas varia muito e as condições nem sempre são favoráveis, como ausência de mesas e cadeiras, falta de cabeamento elétrico ou ainda rede de internet. Na comunidade da Maloca, por exemplo, as aulas acontecem no chão em um tatame e o espaço possui apenas uma tomada em funcionamento.

Competições

As competições são um grande fator de engajamento para os alunos e fornecem experiências enriquecedoras de aprendizado. A equipe de competição do PaQ é a “Pane no sistema” formada pelos alunos do Colégio Marista. Até então, tiveram duas participações no Festival Marista de Robótica, organizado pela própria rede do colégio, recebendo premiações em ambas as participações.

Cada competição possui suas características e tipo de material robótico utilizado, sendo mais comum o uso de kits da Lego. Nestas, os alunos montam uma estrutura de robô e este deve ser programado a fim de completar os desafios propostos da competição.

As competições oferecem um contexto interessante a ser explorado estrategicamente dentro do projeto. Estas geram visibilidade midiática, importante para conquistar patrocinadores e apoiadores.

3.2 MOMENTO IDEACÃO

O momento de ideação corresponde às etapas:

- Etapa (2) - Análise e organização de dados
- Etapa (3) - Criação



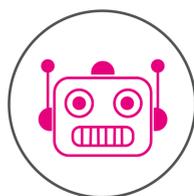
Figura 28: Momento ideação, Metodologia GDP Fonte: Merino, 2016

No momento de ideação, inicialmente os dados levantados são organizados e analisados por meio de um conjunto de ferramentas num processo de convergência, auxiliando na definição dos requisitos de projeto.

3.2.1 Etapa (2) - Análise e organização de dados

É nesta etapa em que os dados são organizados, sintetizados e analisados a fim de traçar uma estratégia para o projeto com base na definição de requisitos de projeto. Para isso são utilizadas técnicas e ferramentas analíticas aplicadas aos dados levantados considerando os blocos de referência.

ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DE DADOS: PRODUTO



PRODUTO

- P₁ Painel do produto
- P₂ Análise paramétrica
- P₃ Lista de verificação - Atto
- P₄ Análise custo benefício

Figura 29 - Ferramentas de análise - Produto. Fonte: A autora.

P₁ - Painel do produto

Os painéis de produto foram divididos em dois blocos: kits comerciais e robótica livre. Nestes, foram trazidos conceitos e imagens representativas de modo a sintetizar a pesquisa sobre os temas.

KITS COMERCIAIS



Figura 30 - Painel do produto: kits comerciais. Fonte: A autora.

ROBÓTICA LIVRE

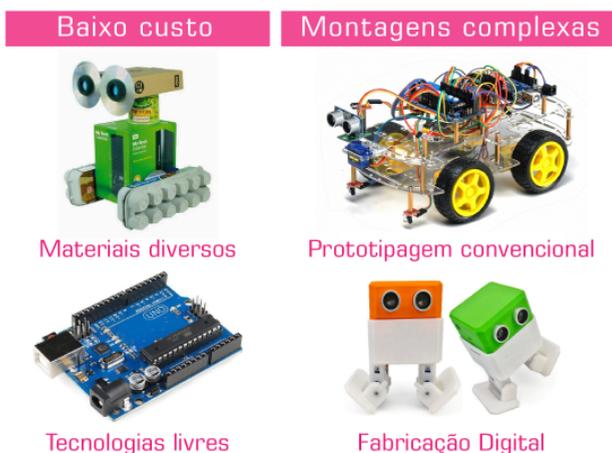


Figura 31 - Painel do produto: Robótica livre. Fonte: A autora.

P₂ - Análise paramétrica

Segundo Baxter (2000), a análise paramétrica, também chamada de análise sincrônica, serve para comparar os produtos em desenvolvimento com produtos existentes ou concorrentes, baseando-se em variáveis mensuráveis, ou seja, que podem ser medidas. Para isso, deve-se definir aspectos qualitativos, quantitativos e também de classificação que melhor descrevem os produtos analisados a fim de se realizar uma análise comparativa entre os produtos.

A comparação é realizada por meio de uma tabela em que todos os produtos são analisados de acordo com os mesmos parâmetros. Serão apresentados aqui as análises paramétricas referentes aos concorrentes diretos e indiretos. Em cada caso, foram escolhidos os parâmetros que melhor se enquadram às características gerais dos produtos.

Análise paramétrica concorrentes diretos

Produto	KTR-30	Mindstorm Lego - EV3	Modelix F.1B	Modelix F2
Marca	Atto Educaional	Lego Mindstorm	Modelix	Modelix
Origem	Brasil	EUA	Brasil	Brasil
Preço	R\$2.200,00	R\$2.999,00	R\$2.765,00	R\$3.185,00
Faixa etária	8 a 14 (anos)	10 anos +	9 a 11 (anos)	11 a 15 (anos)
Atende	3 a 6 (alunos)	3 a 6 (alunos)	3 a 5 (alunos)	3 a 5 (alunos)
Material pedagógico	Sim	Indireto. Ex.: ZOOM	Sim	Sim
Quant. peças	500+	601	+550	+530
Material	Plástico	Plástico	Plástico	Metal e plástico

Cores	Amarelo, vermelho, azul e verde	Branco, cinza e preto	Amarelo, laranja, azul e vermelho	Metálico e amarelo
Estilo	Lúdico	Tecnológico	Lúdico	Industrial
Complexidade de das peças	Baixa	Alta	Média	Média
Tamanho das peças	Grandes	Médias/pequenas	Médias	Pequenas
Conexões estruturais	Pressão e rosca (plástico)	Pinos plásticos	Pinos plásticos	Parafusos e roscas, comerciais
Usabilidade	Simples	Intermediária	Simples	Complexa
Componentes Eletrônicos	Motor DC e servo motor; Sensores: toque, temperatura, distância, luz, proximidade, magnético, potenciômetro; Atuadores: Leds, buzzer	Motor médio e grande; Sensores: cor, giroscópio, toque, ultrassônico, infravermelho, temperatura; Atuadores embutidos no bloco EV3: tela LCD, Led RGB, saída de som. Bluetooth e Wifi.	2 motores; Sensores: imã, toque, ultrassônico, obstáculo, luz; Atuadores: Leds, buzzer; Bluetooth	4 motores giro, 1 servo; controlador de motor; Sensores: imã, toque, ultrassônico, obstáculo, luz, temperatura; Atuadores: Leds, buzzer; Fonte; 1 Display LCD. Bluetooth; Joystick;
Conexões elétricas	USB - micro USB	RJ12-RJ12	RJ12-RJ12	Macho-fêmea
Controlador	Arduino	Bloco EV3	Microcontrolador Kids	Modelixino 3.6
Software	Ardublock; IDE Arduino	Software EV3	Modelix System	Modelix System

Quadro 10 - Análise paramétrica concorrentes diretos

Análise paramétrica concorrentes indiretos

Produto	Cubo	Braço robótico	14 em 1	Smartibot
Marca	Wood Robotics	Easy DS	Solar Robot	Smartibot
Preço		R\$20/30 + eletrônica	~R\$200,00	£55.00
Faixa etária	10+	-	8+	-
Diferencial	Material, fabricação digital, módulo bluetooth e controle	Modelo de negócio, materiais.	14 modelos, energia solar. Montagem com base em um módulo.	Construção com papelão, uso de IA, processament o smartphon.
Material	MDF	MDF/Spuma Paper	Plástico	Papelão
Cores	-	-	Amarelo, azul, cinza e branco	Azul, rosa, roxo.
Estilo	Lúdico	Maker/Clean	Lúdico	Lúdico
Conexões estruturais	Encaixes; parafusos e porcas	Encaixe e parafusos/ Cola	Pinos	Porcas, parafusos, encaixes.
Componentes Elétricos	Motores,LEDs, Arduino, Módulo Bluetooth	Arduino; servo motores	Motor com placa solar	Motores, Espduino.
Programação	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 11 - Análise paramétrica concorrentes indiretos

P₃ -Lista de verificação - ATTO

A lista de verificação é uma ferramenta que levanta os aspectos positivos e negativos em relação ao produto analisado. Deve-se buscar manter as características positivas e melhorar as negativas.

	Positivos	Negativos
Módulos	Módulos permitem a fácil conexão e identificação dos elementos eletrônicos.	Não padronizados, exigem moldes diferentes para a produção
Conexões USB	Conexões fáceis e seguras (menos chance de mal contato)	Alto custo
	Portas facilmente identificáveis	Portas grandes, deixam projeto maior.
	Cabos comerciais facilmente encontrados	Pouca variedade de tamanhos de cabos
AttoBox	Open hardware	Projeto placa dedicada
	Agrupamento de funcionalidades com usabilidade facilitada.	Tamanho e formato difíceis de inserir na estrutura do robô
		Má sinalização das portas
Peças estruturais	Peças grandes e fáceis de manusear	Processo de fabricação industrial
	Montagem intuitiva	Cores não obedecem nenhum código
	Resistentes	Uso de vários elementos para unir as peças
	Peças planificadas	

Quadro 12 - Lista de verificação

P₄ -Relação custo x benefício - Plataformas de prototipagem eletrônica

A fim de levantar a melhor relação custo-benefício das plataformas de prototipagem eletrônica, foram analisadas suas especificações técnicas, levantamento de preço médio do mercado brasileiro e aspectos positivos e negativos em relação à adequação ao projeto. As pesquisas referente a este tema constam no Apêndice A, *hardwares* em robótica educacional.

Foram analisadas as duas versões mais populares de Arduino, UNO e NANO e a plataforma NodeMCU ESP32. Após análise, o produto Arduino UNO se mostra a melhor opção para desenvolvimento do projeto.

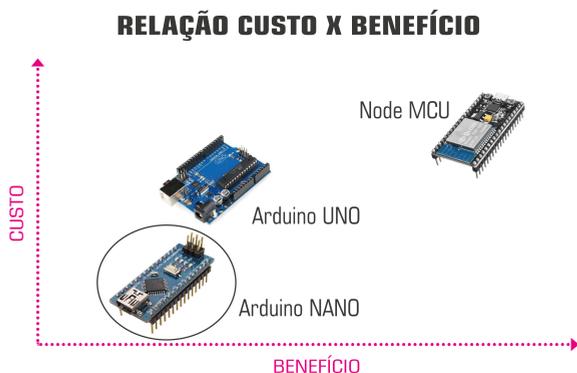


Figura 32 - Relação custo x benefício: Plataformas de prototipagem.
Fonte: A autora.

ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DE DADOS: USUÁRIO



Figura 33 - Ferramentas de análise - usuário. Fonte: A autora.

U₁ - Personas e cenários

A técnica de persona busca descrever de forma sintética aspectos demográficos, psicográficos e comportamentais do perfil de pessoas reais observadas durante as etapas de pesquisa e levantamento de dados. Já a técnica de cenário tem como objetivo sintetizar o contexto desta persona, considerando suas ações, tarefas e reações ligadas direta ou indiretamente ao tema do projeto.

Crianças

	<p>Luiza mora no Monte Verde, é uma menina tímida, muito inteligente e criativa. Faz aulas de robótica no colégio onde estuda há dois anos, participa da equipe de competição e já ganhou torneios regionais. O que ela mais gosta na robótica é a liberdade criativa para construir o que ela quiser. Luiza adora tecnologia, se destaca como programadora e pretende trabalhar na área. Seu maior sonho é mostrar que uma menina da periferia também pode ocupar espaço no mundo da tecnologia.</p>
<p>LUIZA 13 ANOS</p>	

Figura 34 - Persona Luiza. Fonte: A autora.

<p>CENÁRIO LUIZA</p>
<p>Luiza passa muito tempo no laboratório de informática, seja nas aulas de robótica ou com a equipe de competição. Entretanto, ele tem pouca estrutura. Os computadores são lentos e é preciso juntar várias mesas para poder trabalhar. Com poucos recursos, a escola trabalha com robótica livre. É comum faltar componentes eletrônicos, ou ainda que estes estejam queimados. Luiza fica muito frustrada quando os projetos não funcionam e ela não sabe se fez algo errado ou tem algo estragado. Embora o que ela mais gosta é programar, passa muito tempo cortando papelão, usando cola quente e soldando componentes. Seu sonho é que o laboratório tivesse kits de robótica e uma impressora 3D.</p>

Figura 35 - Cenário Luiza. Fonte: A autora.



Gabriel mora na Comunidade da Maloca, é um garoto curioso, ativo e está sempre experimentando coisas novas. Participa de um projeto social na sua região onde faz aulas de futebol, jiu jitsu e robótica. Adora desafios e está sempre pronto para dar o seu melhor. Seja nos esportes ou na robótica, Gabriel se sente muito motivado pela competição. Um de seus sonhos é poder participar de uma competição nacional e levar medalhas para casa para mostrar para sua mãe.

GABRIEL | 12 ANOS

Figura 36 - Persona Gabriel. Fonte: A autora.

CENÁRIO | GABRIEL

Normalmente, Gabriel fica em casa no período da manhã com a avó e faz as suas tarefas da escola. Quando precisa fazer pesquisas, utiliza o laboratório de informática da escola, já que não tem computador nem internet em casa. Gabriel estuda no período da tarde. Acha as aulas expositivas chatas e fica ansioso pelo fim do dia. Depois da aula, ele e o irmão fazem as atividades extracurriculares do projeto social Vivendo e Aprendendo. Recentemente, começou a ter aulas semanais de robótica. A turma está cheia e tem apenas um kit LEGO. Gabriel se sente muito desmotivado quando não consegue mexer no material e tem que ficar só olhando. Também fica frustrado quando faltam peças, pois estas estão divididas entre os grupos. Sente que as aulas passam rápido demais e que não consegue explorar a robótica tanto quanto gostaria.

Figura 37 - Persona Gabriel. Fonte: A autora.

Educadores



Olívia é professora de biologia em uma escola pública. Sempre foi apaixonada por tecnologia e há três anos atrás teve a oportunidade de participar de um curso de Arduino e robótica livre. Olívia se apaixonou pelo tema, e mesmo sem experiência e com pouca estrutura, começou a dar aulas de robótica na escola em que trabalhava. Sempre engajada em aprender coisas novas, foi aprimorando sua metodologia através de vídeos e tutoriais na internet. Seu sonho é ver seus alunos ganhando uma competição nacional.

OLÍVIA | 33 ANOS

Figura 38 - Persona Olívia. Fonte: A autora.

CENÁRIO | OLÍVIA

Olívia começa suas aulas às 8h e o período da manhã é dedicado ao ensino de biologia. Planeja suas aulas no início da tarde, mas infelizmente, sempre extrapola sua carga horária, pois mesmo com a dedicação à robótica, não recebe horas de planejamento para isso. Além dos conteúdos de biologia, Olívia também busca propostas pedagógicas para robótica livre em vídeos na internet. Infelizmente, nunca consegue tempo para testar as ideias antes de levá-las para as aulas. Às vezes é um sucesso, mas às vezes as coisas dão errado e as crianças ficam muito frustradas. Olívia dá duas horas/aula de robótica na escola pública e também uma hora/aula em uma escola de robótica e programação. Aplica as mesmas atividades de robótica livre, mas as turmas são menores e ela possui todos os materiais e ferramentas de forma adequada. Olívia percebe claramente como a qualidade das aulas varia conforme a estrutura.

Figura 39 - Cenário Olívia. Fonte: A autora.



LEANDRO | 45 ANOS

Leandro é técnico em eletrônica e é fascinado pelo universo lúdico das crianças. Atua como educador de robótica na rede particular de ensino há mais de dez anos. Leandro veio de origem humilde e fica muito triste em ver que tão poucas crianças têm acesso ao ensino de robótica. Por isso, tem trabalhado como voluntário num projeto social dando aulas de robótica na periferia. Seu sonho é que todas as crianças possam ter acesso à educação tecnológica de qualidade.

Figura 40 - Persona Leandro. Fonte: A autora.

CENÁRIO | LEANDRO

Leandro trabalha de segunda a sexta das 8h às 17h como técnico em eletrônica e dedica as noites para sua função como educador de robótica. Duas vezes na semana, dá aulas extracurriculares numa escola particular no Estreito que possui uma ótima estrutura. Utiliza kits da LEGO e possui um laboratório de robótica com impressora 3D. Possui muita experiência com os materiais e despende pouco tempo de planejamento. Suas aulas na periferia acontecem uma vez na semana no centro comunitário da Maloca e apresentam uma realidade completamente diferente. As aulas são ministradas para 25 crianças com apenas um kit da LEGO que ele mesmo comprou. Já estão faltando várias peças do kit, as aulas são dadas no chão em um tatame, não há conexão com a internet e a rede elétrica apresenta problemas. Mesmo nesse contexto, Leandro fica muito feliz e vê muito potencial nas crianças.

Figura 41 - Cenário Leandro. Fonte: A autora.

U₂ - Infográfico questionário educadores

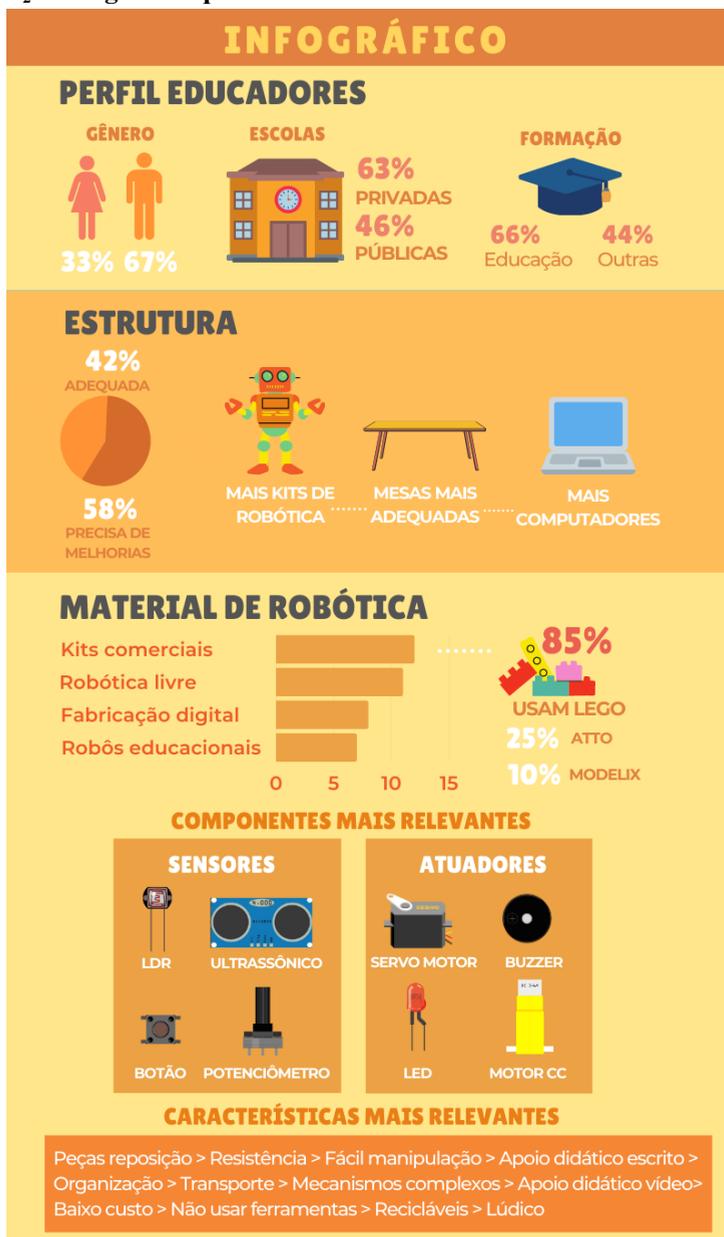


Figura 42. Infográfico questionário educadores. Fonte: A autora.

U₃ -Nuvem de palavras

A ferramenta nuvem de palavras foi utilizada para sintetizar as respostas abertas dos educadores referentes às questões comparativas entre robótica livre e kits comerciais.

Robótica livre

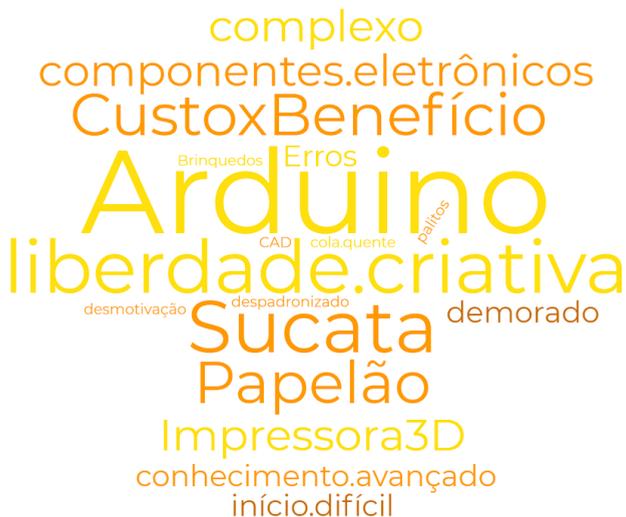


Figura 43 - Nuvem de palavras educadores: robótica livre . Fonte: A autora.

Kits comerciais



Figura 44 - Nuvem de palavras educadores: kits comerciais. Fonte: A autora.

ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DE DADOS: CONTEXTO

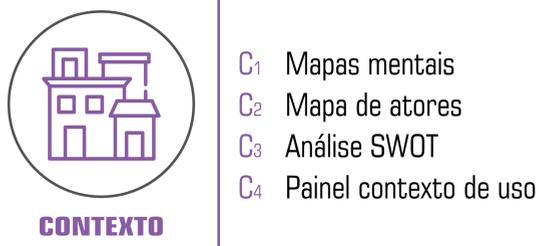


Figura 45 - Bloco referência contexto - ferramentas de análise. Fonte: A autora.

C₁ - Mapas mentais

Como forma de síntese às informações apresentadas no levantamento de dados em relação ao bloco de referência contexto, foram elaborados dois mapas mentais. O primeiro é uma síntese dos dados levantados em relação ao contexto do Prototipando a Quebrada. Já o segundo faz referência ao contexto externo, apresentando os temas Robótica educacional, metodologias ativas de aprendizagem e Revolução Industrial 4.0.

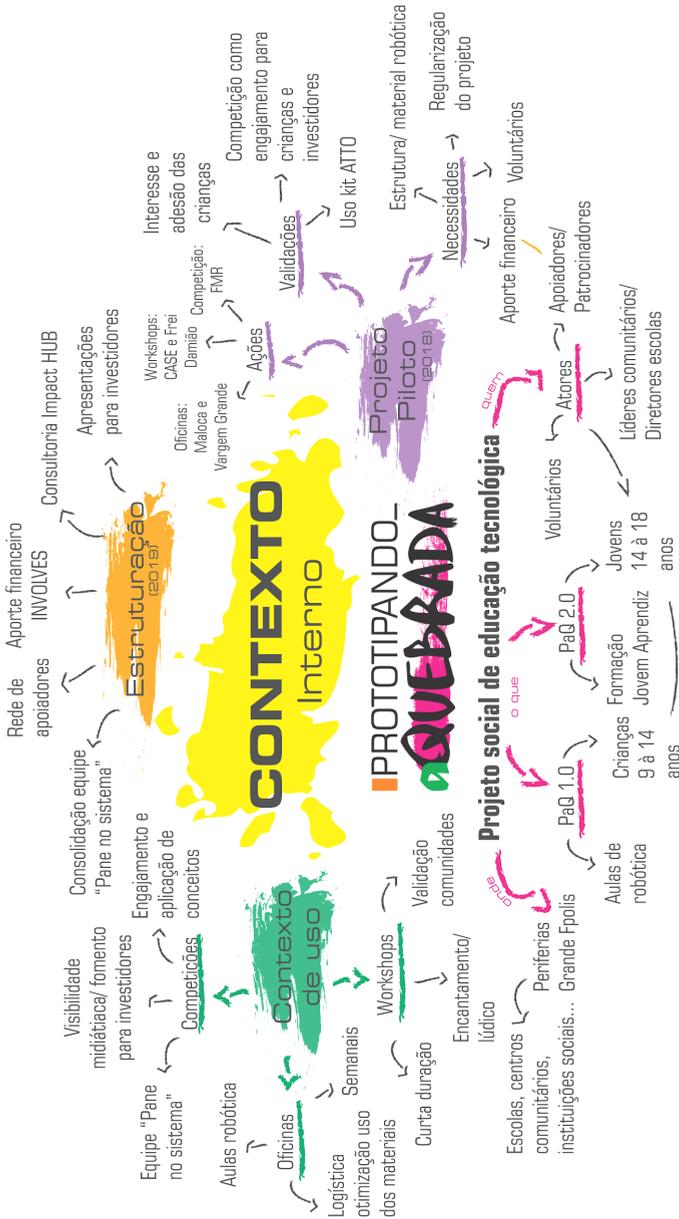


Figura 46 - Mapa mental contexto interno. Fonte: A autora.

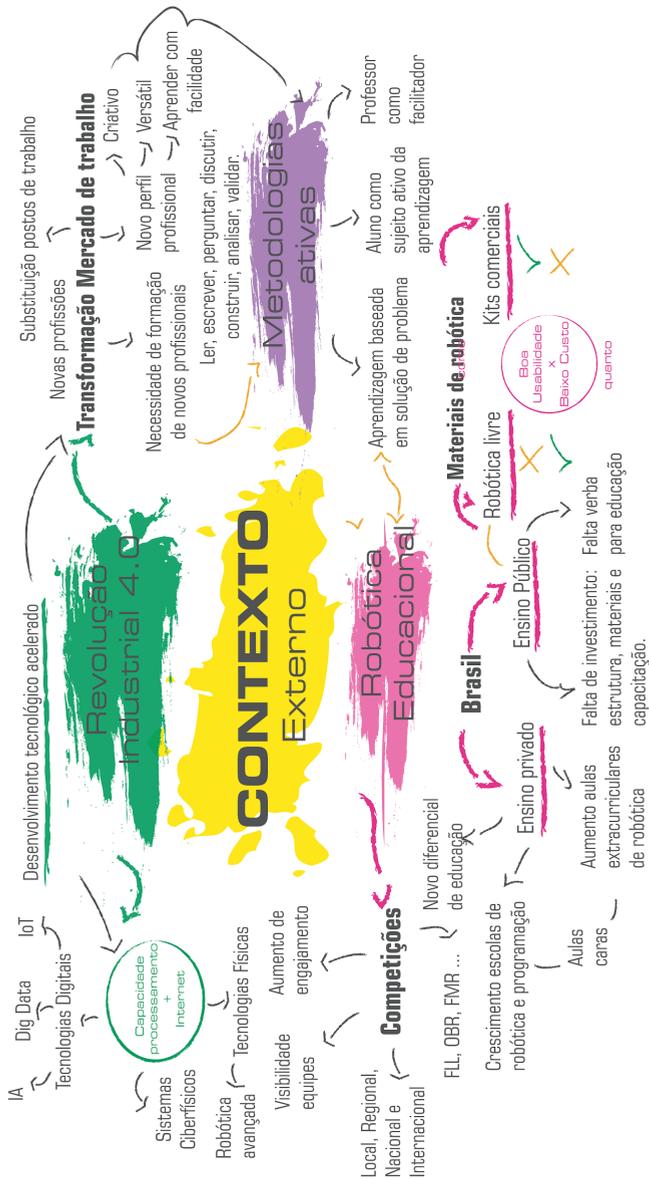


Figura 47 - Mapa mental contexto externo. Fonte: A autora.

C₂ - Mapa de atores

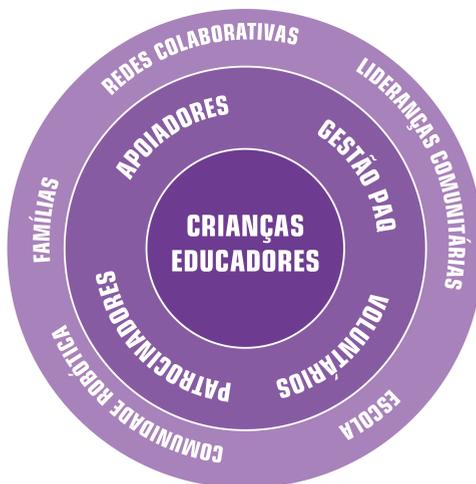


Figura 48 - Mapa de atores. Fonte: A autora.

C₃ - Análise SWOT

FORÇAS	FRAQUEZAS
Impacto social direto nas periferias;	Falta de investimento e patrocinadores.
Forte apelo e sensibilização social.	Falta de estrutura material para as aulas
Apoio e engajamento das lideranças comunitárias	Equipe de voluntários pouco estruturada
Interesse e adesão das crianças nas oficinas.	
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Crescimento mercado de robótica educacional	Crise econômica e diminuição de incentivos fiscais
Lacuna de formação tecnológica	Evasão escolar
Incentivos fiscais	Cenário pandemia

Quadro 13 - Análise SWOT

C₃ - Painel contexto de uso**COTEXTO DE USO**

Figura 49 - Painel contexto de uso. Fonte: A autora.

REQUISITOS DE PROJETO

Os requisitos de projeto são um conjunto de informações que fornecem as diretrizes de especificação do projeto, sendo uma síntese objetiva dos resultados da etapa de organização e análise de dados. Os requisitos foram levantados considerando os blocos de referência. Estes são classificados como obrigatórios ou desejáveis através das legendas (O) e (D), respectivamente.

PRODUTO
<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo: materiais e processo de produção(O) • Ser modular (O) • Ser prático de montar, elétrica e estruturalmente(O) • Apresentar mecanismos de montagem e encaixes estruturais consistentes(O)
Componentes tecnológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Bloco controlador com Arduino UNO e ponte H integrada (O) • Componentes eletrônicos: LDR, Sensor ultrassônico, botão, potenciômetro, servo motor, buzzer, Leds, Motor CC (O) • Utilizar conexões elétricas do tipo plug in play (O) • Apresentar clareza visual na descrição das conexões (O)
Componentes estruturais
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais viáveis à fabricação digital (D) • Utilizar layouts de corte para produção das peças (O) • Permitir montagens estruturais de base geométrica de forma intuitiva. (O)
USUÁRIO
<ul style="list-style-type: none"> • Ser apropriado para crianças de 10 a 14 anos, iniciantes em robótica (O) • Não demandar ferramentas para montagem (D) • Ser utilizável por educadores com baixo nível de capacitação(O) • Possuir material didático e tutoriais de produção acessíveis aos educadores por meio da internet (D)
CONTEXTO
<ul style="list-style-type: none"> • Atender as demandas pedagógicas das oficinas de robótica do PaQ. (O) • Ser utilizável em workshops e competições do PaQ (D) • Ser compatível com os princípios da robótica livre (D) • Ser produzido e utilizável em contextos de baixa infraestrutura (D) • Disponibilidade produção manual e corte a laser (D)

Quadro 14- Requisitos de projeto

3.2.2 Etapa (3) - Criação

Nesta etapa, inicialmente, são definidos os conceitos do projeto. Posteriormente, são utilizadas técnicas de criatividade para geração de alternativas, prototipação de baixa fidelidade, análise e uso de ferramentas para seleção da melhor proposta de projeto.

CONCEITOS



Figura 50 - Painel conceito: Acessível . Fonte: A autora.



Figura 51 - Painel conceito: Tecnologias livres. Fonte: A autora.



Figura 52 - Painel conceito: Prático. Fonte: A autora.



Figura 53 - Painel conceito: Modular. Fonte: A autora.

GERAÇÃO DE IDEIAS

A partir da definição dos requisitos e dos conceitos, foram realizadas pesquisas a fim de levantar as possibilidades construtivas do produto por meio de um painel visual.

Considerando o processo de produção através do corte a laser, o papelão e o MDF foram as alternativas de material mais viáveis. Entretanto, a partir de testes preliminares, constatou-se que o papelão não atende às necessidades do projeto devido a sua baixa resistência e complexidades na montagem, optando-se assim pela escolha do MDF.

Partindo da definição do material, foram realizadas pesquisas para inspiração em relação às possibilidades de formato e junções das peças estruturais. Também buscou-se inspiração em relação às tecnologias implementadas no kit.



Figura 54 - Painel inspirações. Fonte: A autora.

CRIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Mecanismos de junção

Com o intuito de compreender e testar o funcionamento dos mecanismos, tipos de encaixe e uso de ferragens, foram construídos alguns protótipos de baixa fidelidade com uso de papelão, estilete, parafusos e porcas. Testou-se o uso de dois tipos de encaixe: recortes com espaçamento da borda (esquerda, figura 53) e dentes de encaixe externo (direita, figura 53), ambos auxiliados de parafusos para fixação perpendicular. Também analisou-se variações de tamanhos e formatos de parafusos considerando a usabilidade nas montagens.

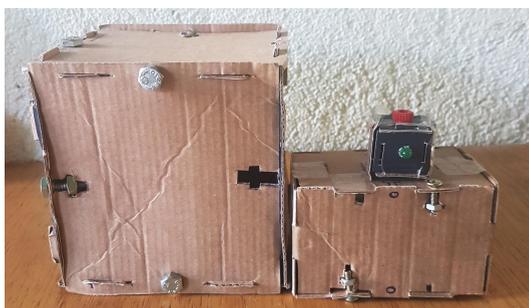


Figura 55 - Protótipos de baixa fidelidade. Fonte: A autora.

Bloco controlador

Inicialmente foram realizadas pesquisas sobre circuitos básicos de robótica, embasando quais componentes iriam compor o bloco controlador. Devido a falta de componentes disponíveis nesta etapa, os estudos foram realizados no aplicativo *Frieting*, que apresenta modelos em escala dos componentes. A partir deste, estudou-se as possibilidades de organização interna dos componentes dentro do bloco levando em consideração aspectos de usabilidade e montagem. Este estudo também possibilitou as diretrizes básicas para as dimensões das peças, já que o tamanho dos componentes é um fator técnico limitante.

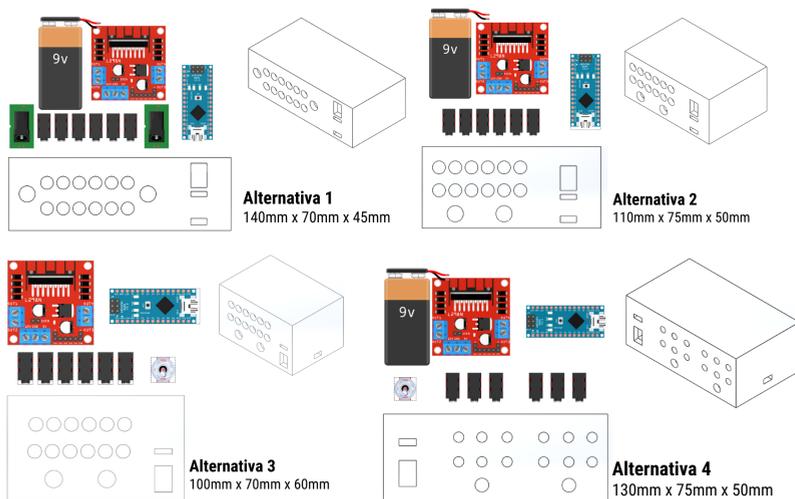


Figura 56 - Alternativas de organização interna bloco controlador.
Fonte: A autora.

Matriz de decisão bloco controlador

Para a definição da alternativa mais adequada, utilizou-se uma matriz considerando as características das propostas. Foram atribuídos pesos de 1 a 3 considerando a adequação aos requisitos, usabilidade e facilidade de montagem. As alternativas A2 e A4 se destacaram, tendo suas características consideradas para o desenvolvimento das demais etapas do projeto. Entretanto, não são definidores, dependendo de testes com os componentes reais.

Alternativa	Usabilidade	Dimensões	Montagem	Total
A1	1	1	2	4
A2	2	3	2	7
A3	2	2	1	5
A4	3	2	3	8

Quadro 15 - Matriz de decisão bloco controlador

Conectores elétricos

A partir de pesquisas em lojas de componentes eletrônicos, foram analisadas opções de conectores levando em consideração os fatores de usabilidade, dimensões, preço e acessibilidade no mercado. A melhor alternativa se mostrou a utilização de plugs P4.



Figura 57 - Conectores P4 macho e fêmea. Fonte: A autora.

Peças estruturais

Considerando os testes de junções realizados com os protótipos de baixa fidelidade e as delimitações técnicas do bloco controlador, projetou-se alternativas de peças estruturais com propósito modular. Para isso, utilizou-se modelagens 3D feitas no *SolidWorks*. Foram geradas alternativas em relação a:

- Formato: Retângulo, quadrado e barras.
- Tamanho: pequena e grande (aumento proporcional ao número ímpar de dentes de encaixe)
- Função de encaixe: peças macho, fêmea e macho-fêmea

A primeira alternativa desenvolvida considera o encaixe das peças através de dentes em número ímpar de dimensões iguais e fixação a partir de parafuso central perpendicular.

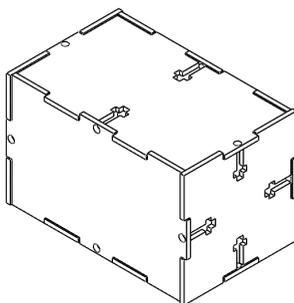


Figura 58 - Montagem inicial. Fonte: A autora.

Os recortes nas faces (Figura 59) permitem o encaixe perpendicular de outras peças (com reforço do parafuso) além de permitir o encaixe dos módulos nos recortes em forma de “H”, como visto na (figura 60).

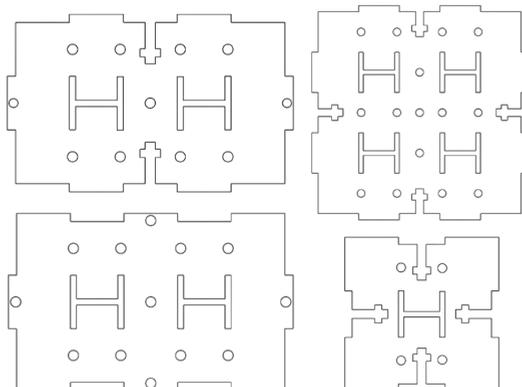


Figura 59 - Peças Alternativa inicial. Fonte: A autora.

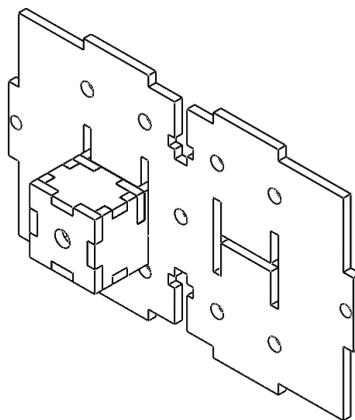


Figura 60 - Encaixe módulo Alternativa inicial. Fonte: A autora.

3.3 MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO

O momento implementação corresponde às etapas:

- Etapa (4) - Execução
- Etapa (5) - Viabilização
- Etapa (6) - Verificação final



Figura 61 - Momento implementação, Metodologia GDP. Fonte: Merino, 2016

Este projeto considera o desenvolvimento até o início da etapa 4 (execução). Nesta, são desenvolvidos protótipos a fim de testar e validar a alternativa escolhida até a definição de um protótipo semi-funcional final.

3.3.1 Etapa (4) - Execução

A etapa de execução é composta por três estágios: protótipo inicial, protótipo refinado e protótipo final. No primeiro momento, foram prototipadas peças para a validação dos mecanismos de encaixe projetados através da modelagem 3D. Os resultados desta etapa propiciaram uma série de conclusões que direcionaram as melhorias implementadas no protótipo refinado. No protótipo final, com os mecanismos validados, foram realizados ajustes e desenvolvidas outras peças de caráter mais específico do kit.

PROTÓTIPO INICIAL

A fim de realizar testes de montagem e usabilidade, foi desenvolvido um protótipo de média fidelidade utilizando papel couro, impressora de corte a laser, parafusos e porcas. Nesta etapa foram materializadas peças básicas para a montagem de uma estrutura simples de um bloco retangular e o módulo básico de componentes. A partir destes modelos, foi possível identificar oportunidades de melhoria para o aprimoramento da alternativa.



Figura 62 - Protótipo inicial. Fonte: A autora.

Conclusões

- As peças possuem baixa variabilidade visual, sendo difícil identificá-las no processo de montagem.
- A estrutura de recortes em forma de H polui visualmente as peças e diminui a possibilidade de encaixes paralelos.
- A utilização de “trilhos” no encaixe dos módulos desloca muito a peça do eixo central.
- Os parafusos solucionam a fixação perpendicular do eixo Y, mas não do eixo X, deixando as peças soltas e mal encaixadas.
- Apenas fixação central não foi suficiente para conexão perpendiculares.
- É preciso “equilibrar” as peças para fixar com o parafuso. Usabilidade ruim.

REFINAMENTO DA ALTERNATIVA

A partir das conclusões obtidas com o protótipo inicial, retornou-se para o software *SolidWorks* para a modelagem de um novo conceito de mecanismos de encaixe.

Nesta proposta as peças são facilmente diferenciáveis pelos formatos dos cortes. Os mecanismos de fixação e encaixe foram sintetizados e apresentados de forma mais consistente.

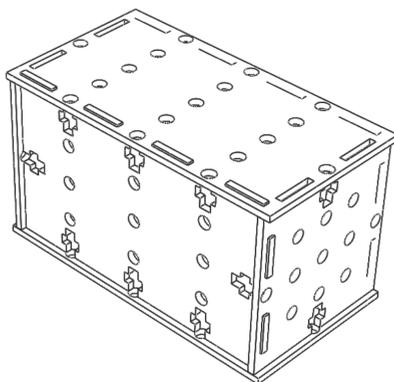


Figura 63 - Modelagem refinamento alternativa. Fonte: A autora.

A forma de fixação dos módulos foi modificada, sendo realizada por fixação paralela com uso de parafusos, permitindo uma maior variabilidade de posicionamento nas placas. Nesta etapa também foi desenvolvido o módulo que abriga o motor.

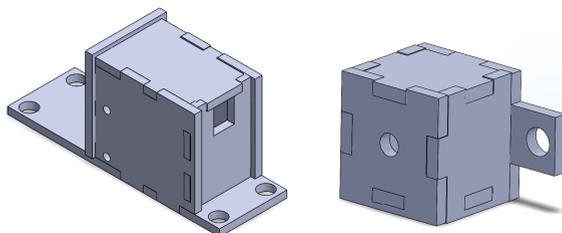


Figura 64 - Modelagem módulos eletrônicos. Fonte: A autora.

PROTÓTIPO REFINADO

Nesta etapa, os refinamentos do protótipo foram materializados a fim de validar a nova proposta de mecanismos de encaixe. Os protótipos foram materializados em papel couro 3mm utilizando processo de corte a laser. Este tipo de papel oferece ótima resistência mecânica e bom acabamento de corte.

Este modelo apresentou bons resultados em relação aos mecanismos de encaixe e solucionou os problemas apresentados no protótipo inicial.

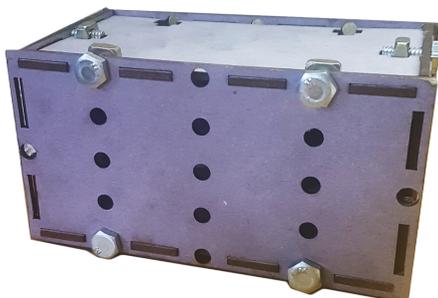


Figura 65 - Protótipo refinado. Fonte: A autora.

Foram necessários vários testes para ajustar o conceito dos mecanismos de encaixe e também para encontrar o tamanho adequado das peças tomando como fator limitante a dimensão dos elementos eletrônicos que seriam utilizados.



Figura 66 - Testes de refinamento da alternativa. Fonte: A autora.

PROTÓTIPO FINAL

Após a realização da definição dos formatos das peças base realizadas em papel couro, partiu-se para a etapa de prototipação final. Nesta etapa, as peças foram confeccionadas através do processo de corte a laser utilizando MDF 3mm. Todos os cortes foram realizados na empresa Due Laser, local onde a autora trabalha e teve acesso à máquina Due Flow.

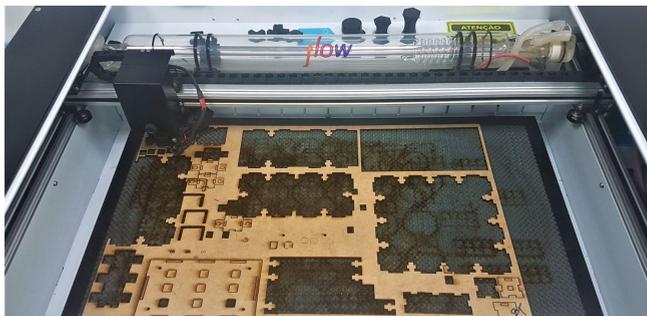


Figura 67 - Prototipação corte a laser em MDF . Fonte: A autora.

Os primeiros testes em MDF apontaram a necessidade de ajustes finos nas dimensões para melhoria do encaixe entre as peças e dos elementos que seriam fixados nos recortes. Para encontrar os valores ideais, foram realizados uma série de testes.



Figura 68 -Testes para ajustes de dimensões . Fonte: A autora.

Peças estruturais

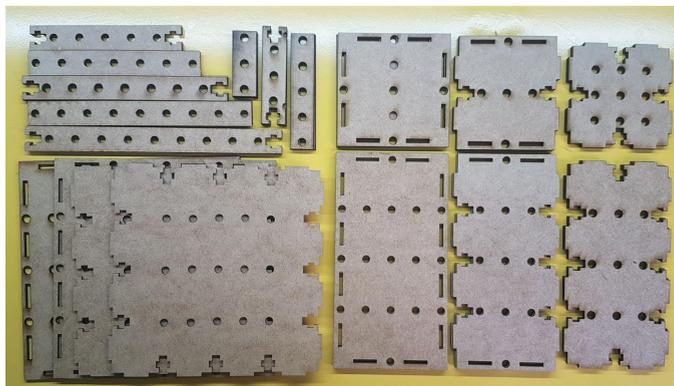


Figura 69 -Testes para ajustes de dimensões . Fonte: A autora.

Considerando as validações das dimensões dos encaixes a partir de peças básicas, foram confeccionados os demais modelos de peças estruturais: barras macho e fêmea de diferentes tamanhos, quadrados pequenos, quadrados grandes e retângulos em suas variações de tipos (macho, fêmea e macho-fêmea). Foram feitas duas unidades de cada tipo de peça.

Bloco controlador

O painel do bloco controlador foi confeccionado encaixando-se os jack P4 nos recortes e reforçando a estrutura com cola quente no verso da peça. Como este PCC não está considerando o desenvolvimento da parte elétrica do projeto, não foram realizadas as soldas dos fios nos conectores.

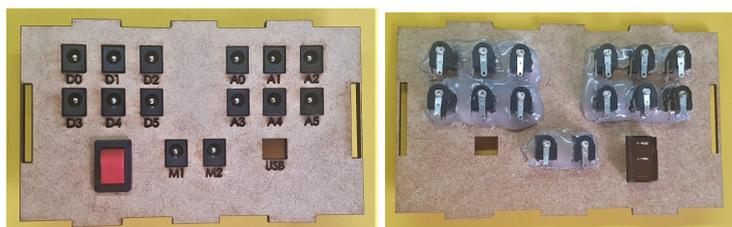


Figura 70 - Montagem painel bloco controlador . Fonte: A autora.

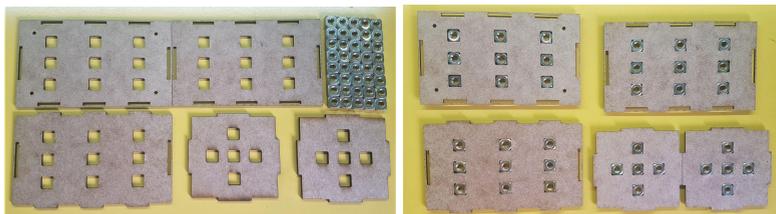


Figura 71 - Montagem carcaça bloco controlador . Fonte: A autora.

Para montagem da carcaça do bloco controlador, as porcas foram encaixadas nos recortes das peças.



Figura 72 - Montagem base bloco controlador . Fonte: A autora.

A base do bloco controlador exige a fixação dos elementos eletrônicos através de parafusos e porcas. Também é necessário colocar os espaçadores entre a base dos componentes e a base do bloco. A bateria deve ser fixada com as travas.



Figura 73 - Protótipo bloco controlador . Fonte: A autora.

Módulos eletrônicos

As peças dos módulos eletrônicos são todas encaixadas.



Figura 74 - Peças módulo eletrônico (buzzer) . Fonte: A autora.

Os componentes eletrônicos e o jack P4 são encaixados nos recortes e seus terminais são posicionados próximos um do outro para ser realizada uma solda direta (os protótipos aqui desenvolvidos não foram soldados).



Figura 75 - Detalhamento módulo eletrônico (buzzer) . Fonte: A autora.

Os conectores foram soldados manualmente.

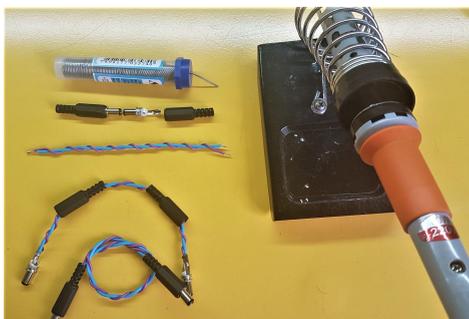


Figura 76 - Confeção conectores P4 macho . Fonte: A autora.

4. MEMORIAL DESCRITIVO

Neste memorial descritivo são relatadas as características do produto desenvolvido neste PCC, assim como seu processo de produção. Serão abordados o conceito do produto, fator estrutural e funcional, fator de uso, fator técnico construtivo, fator estético simbólico, fator social e uma apresentação do protótipo.

4.1 CONCEITO

O “PaQ Robótica” é um kit de robótica livre desenvolvido para o projeto social Prototipando a Quebrada, especialmente para o PaQ 1.0, responsável por oficinas de robótica para crianças de 10 a 14 anos moradoras das periferias da Grande Fpolis. Este produto se apresenta como uma alternativa intermediária entre os kits comerciais e a robótica livre, considerando fatores de usabilidade e acessibilidade econômica.

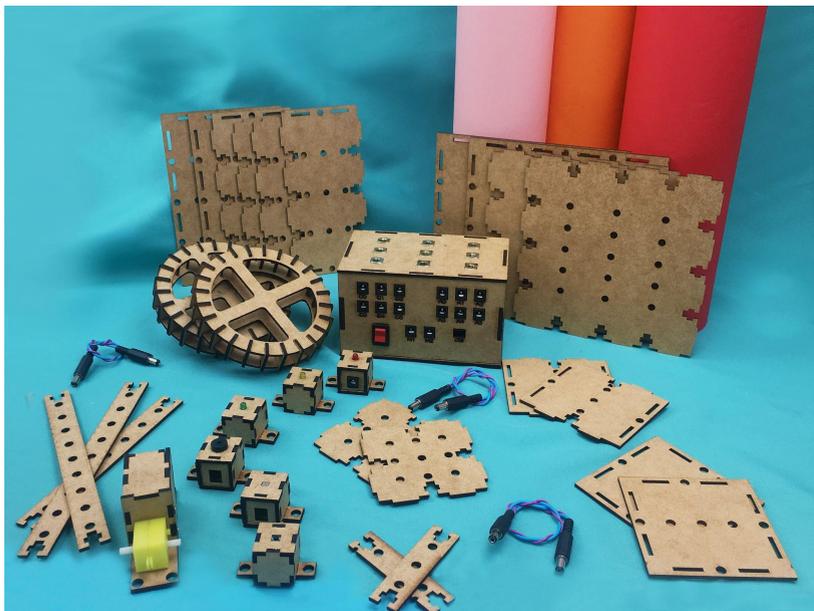


Figura 77 - Kit PaQ robótica. Fonte: A autora.

4.1.1 Robótica livre e acessibilidade

Este projeto tem como intuito tornar o material pedagógico de robótica mais acessível economicamente ao contexto do Prototipando a Quebrada, auxiliando na implementação das oficinas nas comunidades.

O projeto considera os princípios da robótica livre. Todos os componentes - eletrônicos, ferragens e materiais - são facilmente encontrados no mercado nacional. Todo o projeto elétrico, assim como os arquivos de corte das peças estruturais, são abertos e compartilháveis.

Busca-se, por meio da robótica livre, fomentar uma rede de criação colaborativa entre as comunidades de periferia atendidas pelo Prototipando a Quebrada. Os mecanismos do kit devem servir de base para a criação de modelos e peças mais específicas, considerando especialmente o contexto das competições de robótica.

4.1.2 Modularidade e praticidade

O kit é constituído por um conjunto de peças modulares que, por mecanismos consistentes de encaixes, fixações e conexões elétricas, possibilitam e facilitam a construção modelos robóticos diversos. O kit foi dividido em três partes: bloco controlador, módulos eletrônicos e peças estruturais.

O bloco controlador é o “cérebro” do kit “PaQ”. Ele foi projetado para centralizar os elementos de processamento e controle eletrônicos e facilitar a usabilidade das conexões elétricas nos projetos de robótica. Seu painel é intuitivo e possui identificações claras para as conexões.

Conectados ao bloco controlador, através de conectores fáceis de usar, tem-se os módulos de componentes eletrônicos. Estes podem ser divididos em módulos básicos e módulos específicos de acordo com seus formatos e necessidades elétricas. Os componentes foram determinados considerando os objetivos pedagógicos básicos da robótica e acessibilidade no mercado.

As peças estruturais básicas do kit possuem um mecanismo consistente de montagem e podem ser categorizadas em tipo - macho, fêmea, macho-fêmea - , formatos - quadrado, retangular e barra- e tamanhos - variação de encaixes e número de furos.

4.2 FATOR ESTRUTURAL E FUNCIONAL

4.2.1 Bloco controlador

Princípio funcional

O bloco controlador tem como função facilitar a interface das conexões elétricas e centralizar os componentes de processamento de dados, controle e alimentação dos circuitos. Além disso, permite que os módulos e demais peças sejam fixados diretamente nas porcas que fazem parte de sua carcaça.



Figura 78 - Frente bloco controlador. Fonte: A autora.

Componentes estruturais

Material: MDF 3mm

Processo de fabricação: Corte a laser

- Elementos carcaça externa

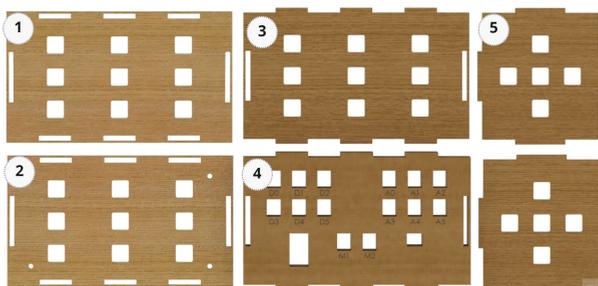


Figura 79 - Peças carcaça bloco controlador. Fonte: A autora.

1. Superior
2. Inferior
3. Frontal
4. Traseira
5. Laterais

- Elementos base interna

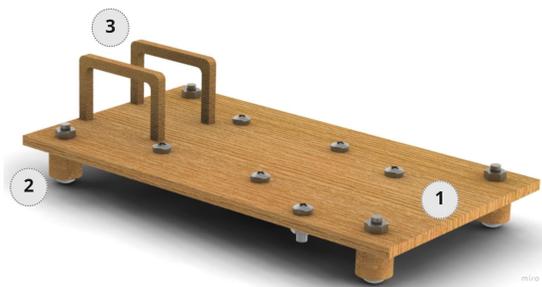


Figura 80 - Peças base interna bloco controlador. Fonte: A autora.

1. Base interna: Fixação componentes eletrônicos
2. 12 Espaçadores em MDF 3mm: espaçamento de 9mm entre peça inferior e base interna
3. 2 Suporte bateria: fixação bateria

- Elementos painel



Figura 81 - Painel traseiro bloco controlador. Fonte: A autora.

1. Chave liga/desliga
2. Recorte para micro USB do Arduino
3. 6 jack P4 fêmea: Entradas/saídas digitais
4. 6 jack P4 fêmea: Entradas analógicas
5. 2 jack P4 fêmea: Saídas motores

O painel do bloco controlador apresenta três conjuntos de entradas facilmente diferenciáveis.

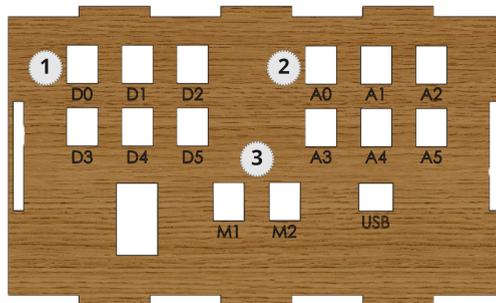


Figura 82 -Painel bloco controlador. Fonte: A autora.

1. Entradas/saídas digitais: conecta-se módulos Leds, buzzer, pushbutton, sensor ultrassônico, servo motor.
 2. Entradas analógicas: conecta-se módulos LDR e potenciômetro.
 3. Saídas motor: conecta-se motores DC
- Ferragens
 - 37 porcas quadradas $\frac{1}{2}$: possibilitam a fixação das peças e dos módulos diretamente no bloco
 - 6 parafusos M3x8 cabeça chata philips: Fixação componentes eletrônicos na base interna
 - 4 parafusos M3x18 cabeça chata philips: Fixação base interna com peça inferior

Componentes eletrônicos internos

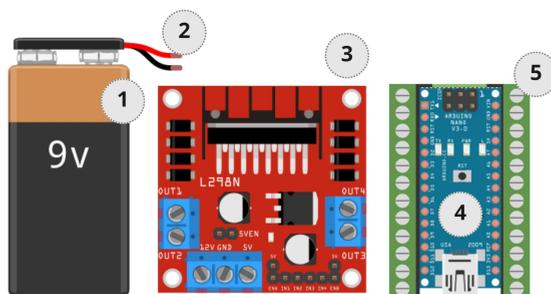


Figura 83 - Componentes eletrônicos, bloco controlador. Fonte: A autora.

1. Bateria 9V : Alimentação circuitos
2. Conector bateria : conectar bateria aos circuitos
3. Ponte H L289N : controle dos motores DC
4. Arduino Nano : processamento de dados
5. Shield Arduino : adaptar interface de conexões elétricas

4.2.2 Módulos eletrônicos

Princípio Funcional

Os módulos eletrônicos tem por objetivo permitir que os componentes eletrônicos sejam anexados junto às peças estruturais do kit e facilitar a conexão elétrica destes com o bloco controlador através de conectores do tipo plug in play.

Componentes - Módulos eletrônicos básicos

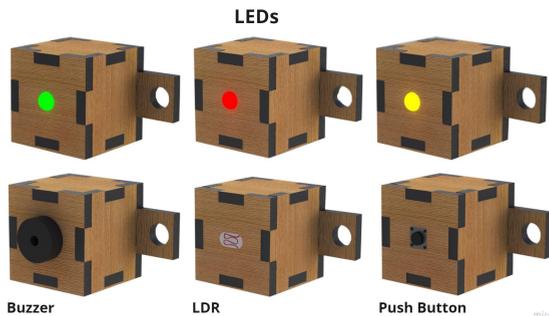


Figura 84 - Módulos eletrônicos básicos. Fonte: A autora.

Os módulos eletrônicos básicos possuem todos a mesma estrutura, variando o recorte frontal onde são encaixados os componentes. O conector fêmea P4 fica localizado na base inferior do módulo e a sua fixação é realizada nas hastes laterais com auxílio de porcas e parafusos.

- Elementos estruturais

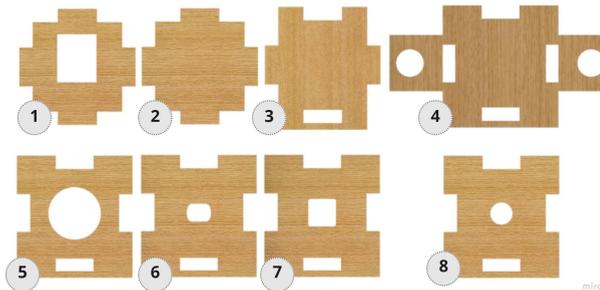


Figura 85 -Peças módulos eletrônicos básicos. Fonte: A autora.

1. 6 Inferior: encaixe jack P4 fêmea
2. 6 Superior
3. 12 Laterais
4. 6 Traseira: fixação do módulo com furos para parafusos
5. 1 Frente buzzer
6. 1 Frente LDR
7. 1 Frente *pushbutton*
8. 3 Frente Led

- Elementos eletrônicos

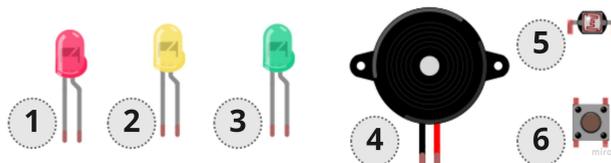


Figura 86 - Elementos eletrônicos módulos básicos. Fonte: A autora.

1. Led vermelho: atuador luminoso
2. Led amarelo: atuador luminoso
3. Led verde: atuador luminoso
4. Buzzer: atuador sonoro
5. LDR: sensor luminoso
6. Push Button: sensor de toque

Componentes - Módulos eletrônicos específicos

Além dos módulos básicos, têm-se os módulos específicos que variam de formato de acordo com suas especificações, seriam eles: sensor ultrassônico, potenciômetro, motor DC e servo motor. Entretanto, para fins de simplificação do projeto, o escopo fora reduzido, optando-se pelo desenvolvimento apenas do módulo específico principal: o motor DC.

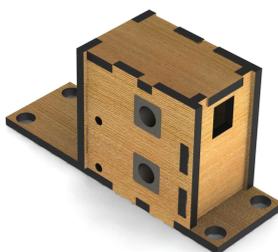


Figura 87 - Módulo motor DC. Fonte: A autora.

- Elementos estruturais módulo Motor DC

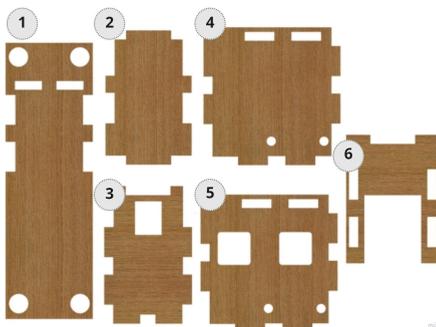


Figura 88 - Elementos estruturais módulo Motor DC. Fonte: A autora.

1. Base inferior: fixação da base nas peças estruturais
 2. Tampa superior
 3. Peça frontal
 4. Lateral
 5. Lateral com porcas: fixar o módulo lateralmente nas peças estruturais
 6. Tampa traseira
- Elementos eletrônicos módulos específicos

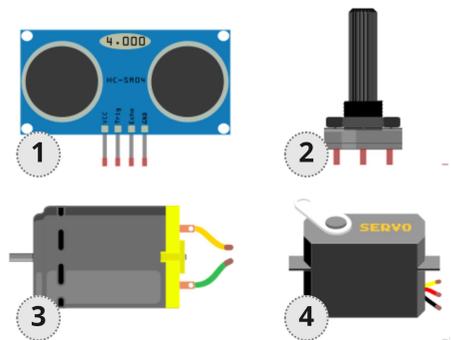


Figura 89 - Componentes eletrônicos módulos específicos. Fonte: A autora.

1. Sensor ultra sônico: sensor de distância
2. Potenciômetro: sensor resistivo
3. Motor DC: atuador mecânico
4. Servo motor: atuador mecânico

4.2.3 Peças estruturais

Princípio funcional

As peças estruturais do kit possibilitam uma variedade de construções considerando mecanismos de encaixe e fixação. Para os fins deste projeto de conclusão foram desenvolvidas apenas peças de caráter básico e um número mínimo para validação das possibilidades construtivas.

Tipos de peça

- Fêmea: possuem recortes retangulares igualmente espaçados para encaixes perpendiculares das peças macho e uma grade central com furos para passagem de parafusos e fixação paralela de peças.
- Macho: Possuem dentes nas laterais para encaixes perpendiculares nas peças fêmeas Além disso, possuem recortes para o posicionamento de porcas quadradas, que permitem a passagem perpendicular de parafusos dando maior estabilidade para os encaixes. Também possui uma grade de furos para passagem de parafusos.
- Macho-fêmea: São peças que possuem os dois recursos descritos anteriormente, sendo utilizadas na montagem de estruturas retangulares fechadas.

Componentes

Material: MDF 3mm

Processo: Corte a laser

- Quadrados

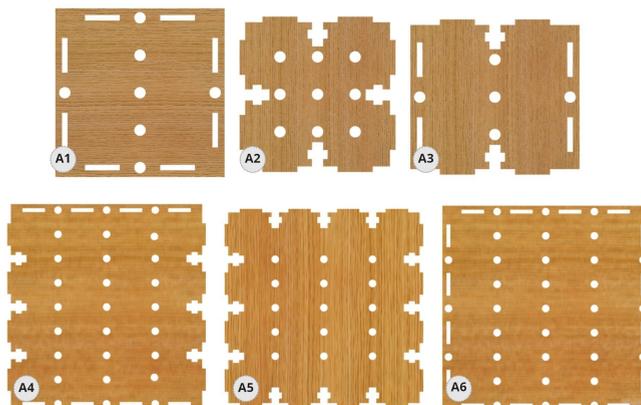


Figura 90 - Peças estruturais; Quadrados. Fonte: A autora.

A1. 2 Quadrados pequenos 2x2 - fêmea

A2. 2 Quadrados pequenos 2x2 - macho

A3. 2 Quadrados pequenos 2x2 - macho-fêmea

A4. 2 Quadrados grandes 4x4 - macho-fêmea

A5. 2 Quadrados grandes 4x4 - macho

A6. 2 Quadrados grandes 4x4 - fêmea

- Retângulos

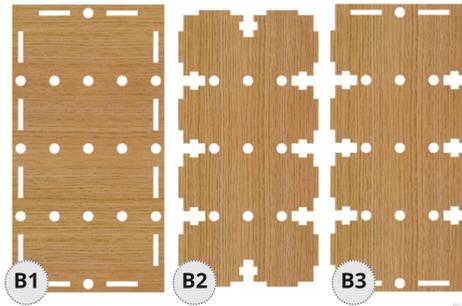


Figura 91 - Peças estruturais; Retângulos. Fonte: A autora.

B1. 2 Retângulos - fêmea

B2. 2 Retângulos - macho

B2. 2 Retângulos - macho-fêmea

- Barras

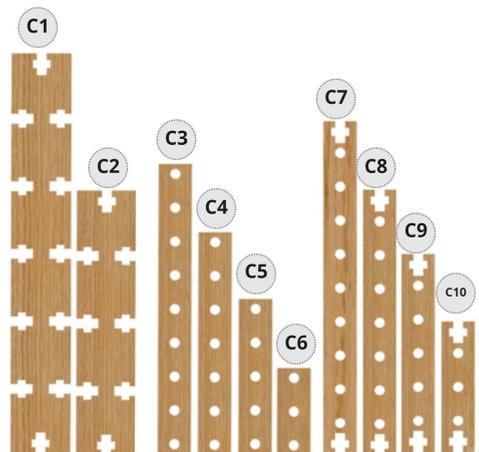


Figura 92 - Peças estruturais; Barras. Fonte: A autora.

C1. 2 Barras fixação perpendicular 5 recortes

- C2. 2 Barras fixação perpendicular 3 recortes
- C3. 2 Barra fixação paralela 9 furos
- C4. 2 Barra fixação paralela 7 furos
- C5. 2 Barra fixação paralela 5 furos
- C6. 2 Barra fixação paralela 3 furos
- C7. 2 Barra fixação paralela-perpendicular 9 furos
- C8. 2 Barra fixação paralela-perpendicular 7 furos
- C9. 2 Barra fixação paralela-perpendicular 5 furos
- C10. 2 Barra fixação paralela-perpendicular 3 furos
- Roda



Figura 93 - Peças da roda. Fonte: A autora.

1. 4 Estrutura da roda
2. 6 Encaixe eixo central
3. 48 Encaixe largura da roda

Ferragens - montagem estrutural

As ferragens aqui descritas são utilizadas para realizar as montagens estruturais dos modelos robóticos a partir das peças base. O número varia de acordo com o número de peças do kit, aqui foi considerado o número mínimo.

- 20 - Parafuso sextavado aço carbono $\frac{1}{4}$ x $\frac{5}{8}$: Fixações perpendiculares
- 20 - Parafuso sextavado aço carbono $\frac{1}{4}$ x $\frac{1}{2}$:: Fixações paralelas
- 40 - Porcas quadradas $\frac{1}{4}$: Fixação com parafusos.

4.3 FATOR DE USO

Devido ao contexto da pandemia do novo coronavírus (COVID 19), não foi possível analisar o uso do produto em ambiente real, sendo realizados apenas testes de usabilidade preliminares pela autora.

4.3.1 Contexto

Workshops

Os workshops são um contexto em que a robótica é apresentada de forma breve a gerar encantamento. Podem ser realizados dentro das comunidades, como uma forma de apresentação do projeto, ou ainda em feiras e eventos no encantamento e captação de investidores.

Neste contexto, tem-se o uso do kit para a construção do “PaQ”, um modelo de robô com funcionalidades básicas que remete à marca do Prototipando a Quebrada.

Oficinas

Neste contexto o kit é utilizado de forma ativa, onde os educandos constroem soluções diversas a partir das peças estruturais base.

Considerando a falta de estruturas adequadas nos espaços onde são realizadas as oficinas, as peças foram projetadas em tamanho grande, possibilitando que as montagens sejam feitas a partir do chão. Esta abordagem de uso também aproxima as crianças da ideia lúdica do brincar.



Figura 94 - Simulação de uso. Fonte: A autora.

Competições

No contexto de competições, além de utilizar as peças para desenvolver soluções, os educandos também podem desenvolver novas peças que atendam às suas necessidades considerando os mecanismos de encaixe e fixação abordados no kit e compartilhá-las através de uma rede colaborativa.

4.3.2 Usabilidade

Uso componentes eletrônicos

O bloco controlador deve ser conectado em um computador através de conexão USB para carregamento dos códigos utilizando IDEs compatíveis com o Arduino.

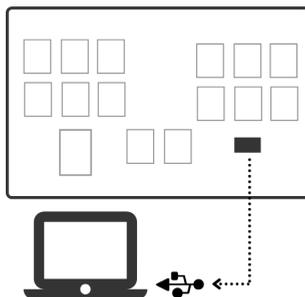


Figura 95 - Conexão bloco controlador - computador. Fonte: A autora.

Os módulos eletrônicos devem ser conectados no bloco controlador através dos conectores P4 e fixados nas peças estruturais de forma paralela com a utilização de parafusos.

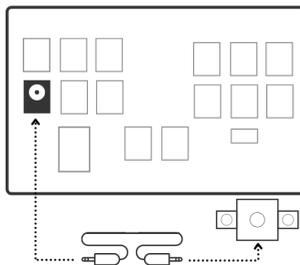


Figura 96 - Esquema conexão bloco controlador - módulo. Fonte: A autora.

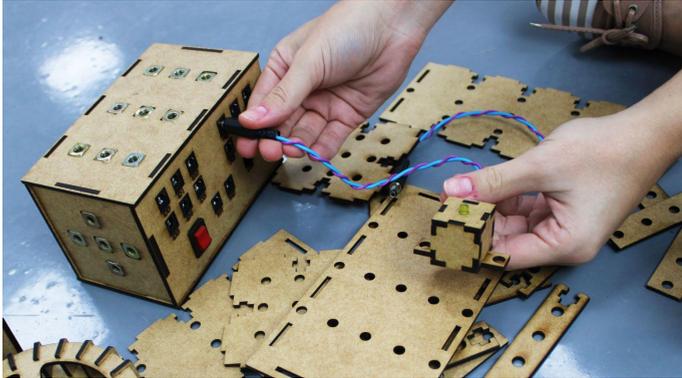


Figura 97 - Simulação de uso módulo Fonte: A autora.

Uso peças estruturais

- Conexões perpendiculares

As laterais macho devem ter seus dentes alinhados com os recortes das laterais fêmeas, sendo então encaixados.



Figura 98 - Encaixe perpendicular - rendering. Fonte: A autora.

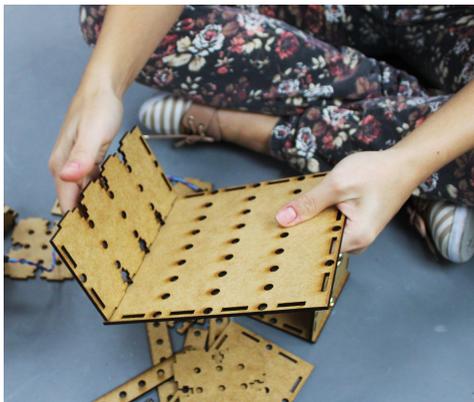


Figura 99 - Encaixe perpendicular - uso. Fonte: A autora.

Os encaixes oferecem um nível de fixação médio. De acordo com as necessidades mecânicas da montagem, as conexões devem ser reforçadas com a inserção de parafusos perpendiculares. Para isso, deve-se:

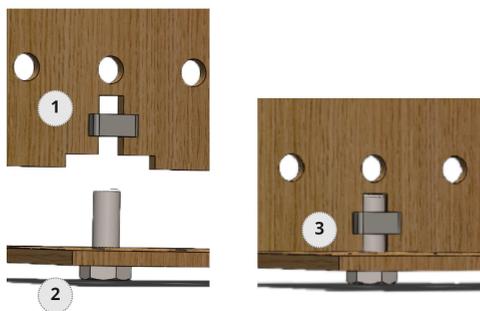


Figura 100 - Fixação 90° do parafuso - rendering. Fonte: A autora.

1. Encaixar a porca quadrada no recorte;
2. Encaixar o parafuso sextavado $\frac{1}{4} \times \frac{5}{8}$ no furo;
3. Rosquear o parafuso até que as peças estejam firmemente encaixadas.

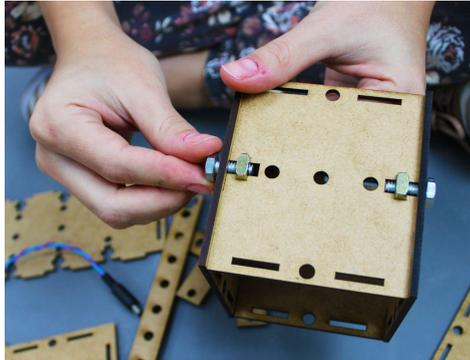


Figura 101 - Fixação 90° do parafuso - uso. Fonte: A autora.

- Conexões paralelas

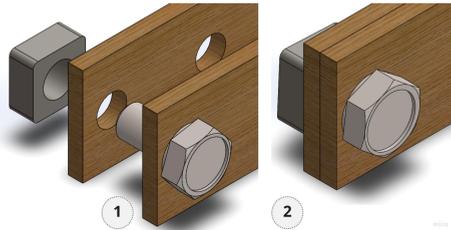


Figura 102 - Fixação paralela - rendering. Fonte: A autora.

1. Alinhe o parafuso sextavado $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$ com os furos e com a porca.
2. Rosqueie o parafuso na porca até fixar as peças.

4.4 FATOR TÉCNICO CONSTRUTIVO

4.4.1 Bloco controlador

O bloco controlador é constituído pelas peças estruturais em MDF 3mm cortadas a laser e os componentes eletrônicos adquiridos no mercado. Para a sua construção é necessário que seus elementos sejam montados de acordo com os passos apresentados a seguir.

Montagem

- Painel
 1. Soldar os fios nos conectores jack P4 fêmea
 2. Soldar fios chave liga desliga
 3. Montar painel conforme (Figura 81).
- Base interna
 1. Soldar os pinos do Shield Arduino

2. Encaixar o Arduino nano no Shield
3. Parafusar o shield Arduino e a Ponte H na base
4. Fixar a bateria
5. Fixar a base interna à face inferior do bloco com uso de espaçadores
6. Realizar as conexões elétricas entre o painel e os elementos da base.
 - Carcaça
 1. Encaixar todas as porcas quadradas na superfície.
 2. Montar todas as peças (Figura 79) conforme (Figura 81)

4.4.2 Módulo eletrônico

Assim como o bloco controlador, o módulo eletrônico também necessita de um processo de montagem.

1. Soldar componente eletrônico no jack P4
2. Soldar resistor quando necessário
3. Encaixar todas as peças Figura 84 conforme Figura 85

4.4.3 Peças estruturais

Material: MDF 3mm

O MDF é uma placa de fibra de média densidade, sendo resultado da mistura da fibra da madeira com resinas sintéticas. O material foi escolhido devido ao seu fácil acesso no mercado, preço, resistência mecânica e boa resposta ao processo de corte a laser. Entretanto, podem ser testados e utilizados outros tipos de materiais na produção das peças, desde que apresentem boa resistência mecânica e espessura de 3mm, compatível com o projeto. O papel couro/paraná 3mm, utilizado nos protótipos, apresentou boa resposta, por exemplo.

Processo de produção: Corte a laser

O corte a laser é um processo que utiliza um feixe de laser de alta potência que ocasiona um corte térmico no material onde é incidido. É uma técnica de fabricação digital de alta precisão e pode ser utilizada em diversos materiais.

A escolha do processo de produção deste projeto considerou a parceria realizada entre o Prototipando a Quebrada e a empresa Due Laser, que realizou a doação de uma máquina de corte a laser para o

projeto (Due Flow). Este contexto viabiliza a produção interna das peças reduzindo consideravelmente os custos de produção.



Figura 103 - Máquina corte laser Due Flow. Fonte: DUELASER

Detalhamento técnico

O detalhamento técnico consta no Apêndice D (página 134) e apresenta a descrição de todas as dimensões necessárias para a construção dos arquivos de corte deste projeto. O detalhamento considera apenas as vistas superiores, se tratando de desenhos 2D.

4.5 FATOR ESTÉTICO E SIMBÓLICO

Tanto o material quanto o processo remetem a uma estética do contexto maker. Já a estrutura das peças remete a blocos de montar, trazendo uma ideia lúdica.

O kit foi desenvolvido considerando as diretrizes da marca do Prototipando a Quebrada. O bloco controlador, peça chave do kit, pode ser caracterizado como “PaQ”, o robzinho da marca, através de acessórios anexados com parafusos. Esta montagem possui caráter simbólico e tem como intuito encantar o público através de um primeiro contato e associação com o projeto.

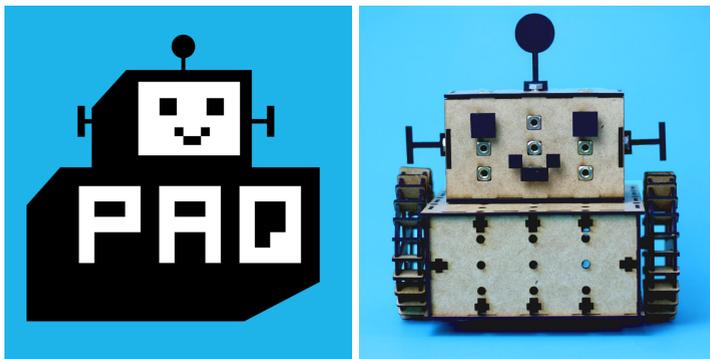


Figura 104 - Logo PaQ x Robô PaQ . Fonte: A autora

4.6 FATOR SOCIAL

Este projeto foi desenvolvido com o intuito de tornar o material didático de robótica mais acessível ao contexto do projeto social Prototipando a Quebrada (PAQ 1.0), aumentando o acesso à educação tecnológica nas periferias da Grande Florianópolis e permitindo a implementação de mais turmas de oficinas de robótica.

Por meio do desenvolvimento de habilidades educacionais da robótica, busca-se fomentar o interesse das crianças em áreas voltadas à tecnologia, incentivando-as a continuar no processo de formação do Prototipando a Quebrada.

4.7 PROTÓTIPO

Os protótipos desenvolvidos neste PCC tratam-se de modelos semi funcionais. Os elementos eletrônicos (bloco controlador e módulos) foram desenvolvidos considerando requisitos elétricos básicos, mas as conexões elétricas não foram finalizadas considerando o escopo de design de produto deste projeto. Já as peças estruturais são totalmente funcionais, mas foram produzidas em baixa escala (duas unidades por tipo), quantidade mínima para validações estruturais.

Bloco controlador

Carcaça fabricada por meio de corte a laser em MDF 3mm, porcas quadradas encaixadas em recortes na superfície para fixação direta de parafusos, painel de controle com jacks P4 fêmea e chave liga/desliga.

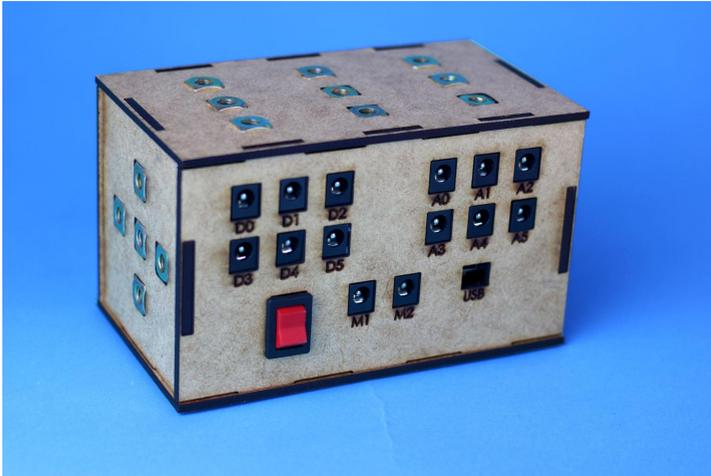


Figura 105 -Protótipo - Painel controlador. Fonte: A autora



Figura 106 -Protótipo - Frente bloco controlador . Fonte: A autora

Montagem “PaQ”

Construção de um robô que remete à marca do prototipando, utilizando as peças do kit e peças de acessórios anexados ao bloco controlador por meio de parafusos.



Figura 107 -Protótipo - Robô PaQ . Fonte: A autora



Figura 108 -Protótipo montagem robô PaQ com elementos kit. Fonte: A autora

Módulos eletrônicos

Os módulos eletrônicos básicos são compostos por: *Leds* (verde, amarelo, vermelho), *buzzer*, *LDR* e *push button*. Além destes, tem-se o módulo do motor.



Figura 109 - Protótipos: bloco controlador e módulos eletrônicos.
Fonte: A autora



Figura 110 - Protótipos: módulos eletrônicos básicos. Fonte: A autora

Peças estruturais - kit completo

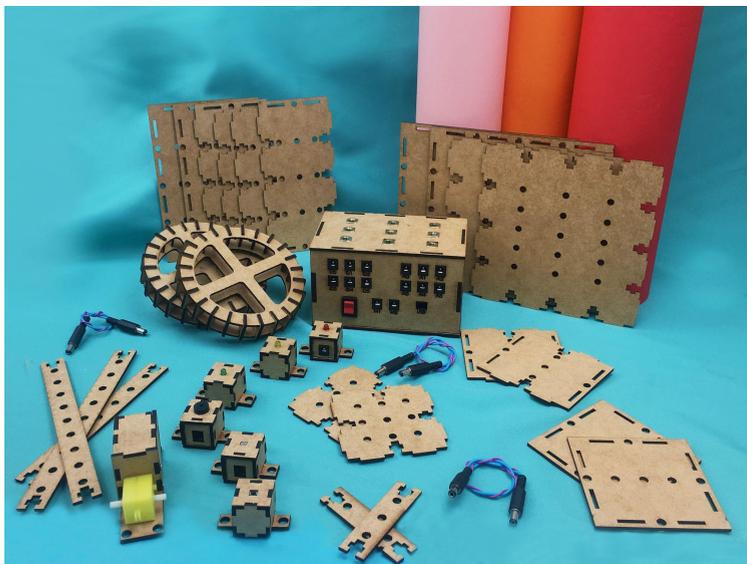


Figura 111 - Protótipo kit completo Fonte: A autora

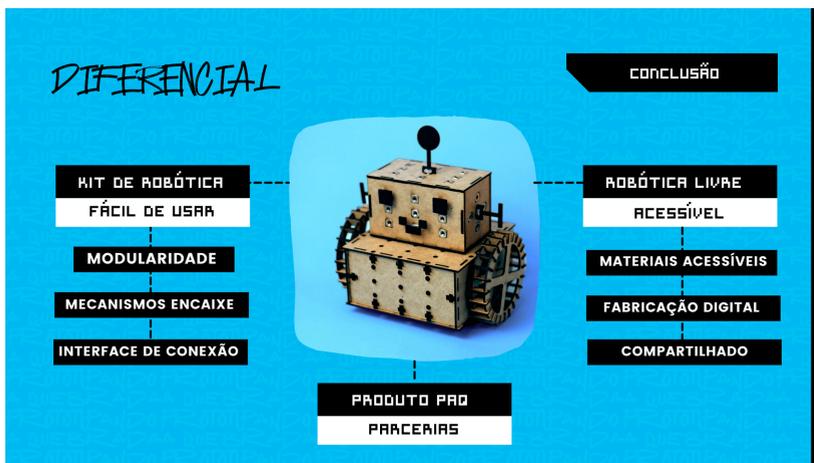


Figura 112 - Diferencial Fonte: A autora

5 CONCLUSÃO

A robótica educacional é uma ferramenta eficaz de ensino que desenvolve diversas competências e habilidades esperadas dos profissionais do futuro. Entretanto, o acesso a esta ferramenta ainda não é acessível a todas as crianças, principalmente devido ao seu alto custo de implementação.

A oportunidade deste projeto surgiu a partir da observação do contexto do projeto social Prototipando a Quebrada, responsável por aulas de robótica nas periferias da Grande Florianópolis, instituição onde atuava - e continuou - como voluntária. Partindo desta realidade, este projeto teve por objetivo desenvolver um kit de robótica que considerasse tanto a usabilidade quanto fatores relacionados a materiais e processos, visando a viabilização e expansão do acesso à robótica educacional nas periferias.

Este projeto se apresenta como uma alternativa intermediária entre os kits comerciais (boa usabilidade e alto custo) e a robótica livre (usabilidade complexa e baixo custo). As pesquisas em relação ao produto exploraram estes cenários, buscando levantar características relevantes de ambos os lados para a construção de algo novo.

Infelizmente, devido ao contexto da pandemia em que este projeto foi desenvolvido, não foram realizadas pesquisas de uso diretamente com as crianças. Este fator certamente impactou na construção deste projeto, entretanto, dentro das circunstâncias cabíveis, o contato com os educadores de robótica através de entrevistas e pesquisa, além de diversas discussões com o fundador do PaQ, geraram materiais muito ricos para compreender os usuários.

A compreensão do contexto do Prototipando a Quebrada também foi de extrema importância para o desenvolvimento deste projeto. Tanto em relação à aspectos pedagógicos, entendendo as necessidades reais que o produto deveria atender, quanto questões de caráter financeiro e estratégico, como possíveis parcerias comerciais, por exemplo.

As pesquisas deram uma base consistente para os requisitos de projeto, direcionando para o desenvolvimento de três componentes macro do produto: o bloco controlador, os módulos eletrônicos e as peças estruturais. Foram desenvolvidos mecanismos e estruturas de conexão entre todas as partes, dando a característica de um kit.

Por meio do design de produto foi possível reconhecer e definir quais tecnologias, materiais e processos poderiam reduzir os custos do produto, tornando-o mais acessível. Seu conceito, desenvolvido com base na fabricação digital em corte a laser, considera o contexto de parcerias do PaQ que possibilita a viabilização de produção projeto. Também por meio do design, foi possível definir os mecanismos de construção de montagem do kit, atendendo aspectos de usabilidade.

Como resultado deste projeto de conclusão, tem-se um protótipo semi-funcional do kit de robótica livre. Embora o projeto elétrico-eletrônico tenha sido concebido e direcionado, as conexões elétricas, testes e programação não foram definidas dentro do escopo deste PCC. Já as peças estruturais são totalmente funcionais, mas não foram produzidas na escala necessária devido a falta de recursos financeiros e também de tempo.

Embora a definição do escopo deste PCC tenha sido um protótipo semi-funcional, existem pretensões reais de continuidade deste projeto junto ao Prototipando a Quebrada. Atualmente, atuo como coordenadora pedagógica dentro do PaQ e pretendo pensar este produto considerando o planejamento estratégico de expansão das oficinas de robótica e das equipes de competição.

Importante frisar aqui que a concepção do kit considerou duas parcerias comerciais com o PaQ, a empresa de componentes eletrônicos FILIPEFLOP, onde fui estagiária durante um ano, e a empresa de máquinas de corte a laser DUE, onde trabalho atualmente na área de sucesso do cliente. Recebemos uma doação de componentes eletrônicos da FilipeFlop suficientes para a construção de 5 kits pilotos e eles estão abertos para futuras negociações comerciais. Já a DUE doou uma máquina de corte a laser para o PaQ, viabilizando o processo de produção interno. Participei de forma ativa no fechamento destas parcerias, trazendo uma visão estratégica para a redução de custos do produto. Além disso, temos outras parcerias em trâmite que também devem potencializar este projeto.

Como próximas etapas, posteriores a entrega deste PCC, a dedicação inicial será dada à finalização do projeto eletrônico, onde poderei utilizar de forma mais efetiva minha formação como técnica em eletrônica, tendo então como resultado um mínimo produto viável. Também devem ser finalizados os demais módulos: servo motor, sensor ultrassônico e potenciômetro.

O projeto será continuado considerando a metodologia GDP no momento de implementação, onde serão considerados aspectos de viabilidade, testes com usuários e aperfeiçoamento do produto. Também deve ser desenhado um plano de negócio como produto alinhado dentro da estratégia de expansão do PaQ.

Este projeto, juntamente ao PaQ, tem como objetivo democratizar o acesso à educação tecnológica nas periferias. Mais que um projeto acadêmico, pretende-se que este seja um projeto de impacto social. Com certeza ainda temos uma longa jornada a percorrer, mas o sonho é grande e é sonhado junto. Aqui foi dado apenas o pontapé inicial, mas no futuro está o gol.

REFERÊNCIAS

AMENDOLA, Gilberto. **Escolas de robótica crescem no País e disputam com idiomas e esportes**. 2019. Disponível em:

<https://www.terra.com.br/noticias/educacao/escolas-de-robotica-crescem-no-pais-e-disputam-com-idiommas-e-esportes,fbfcc1495c1cfd1b641c5ce8adb60078r3mk1a7d.html>. Acesso em: 22 mar. 2020.

ÁREA 21. **Smartibot**: o primeiro robô de IA do mundo feito de papelão. O primeiro robô de IA do mundo feito de papelão. 2019. Disponível em: <https://area21.org.br/smartibot/>. Acesso em: 15 out. 2020.

AROCA, Rafael Vidal. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. 2012. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica e de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p.48-67, ago. 2013.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica educacional no Brasil**: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, out./dez. 2017.

CONGRESSO DA SBC, 28., 2008, Belém do Pará. **Robótica Educacional de Baixo Custo**: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras. Maringá: Sbc, 2008. 9 p.

COSTA, Diogo Felipe Silva et al. **ECO-BOT**: um kit de robótica educacional de baixíssimo custo. Natal: Escola de Ciências e Tecnologia (ect), 2013. 9 p.

DUARTE, Maurício. **ROBÓTICA EDUCACIONAL**: kits robóticos educacionais em mdf e spumapaper para arduino.. Kits Robóticos Educacionais em MDF e SpumaPaper para ARDUINO.. Disponível em: <https://mauriciodgsantos.wixsite.com/easyds>. Acesso em: 07 jul. 2020.

Ebenezer Takuno de Menezes e Thais Helena dos Santos. **robótica educacional**. Educabrasil. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 18 de abr. 2020.

EDUCACIONAL, Atto. **Um recurso, infinitas soluções**. Disponível em: <https://attoeducacional.com.br/produtos/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

EDUCACIONAL, Tecnologia. **O que é a FLL?** 2017. Disponível em: <https://tecnologia.educacional.com.br/blog-robotica-e-stem/o-que-e-a-fll-descubra-como-funciona-o-torneio-de-robotica-da-first-lego-league/>. Acesso em: 19 maio 2020.

FERNANDES, Carla da Costa. **S-Educ**: um simulador de robótica educacional em plataforma virtual. 2013. 73 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

KIT Robótica Educacional: Conheça os robôs da Wood Robotics. Conheça os robôs da Wood Robotics. 2019. Disponível em: <https://woodrobotics.com.br/kit-robotica-educacional-conheca-os-robos-da-wood-robotics/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

LIMA, Caroline. **Tudo sobre Robótica**. 2017. Disponível em: <https://medium.com/@CarolineLima.2016104.Furnas/tudo-sobre-robotica-8362df7c341>. Acesso em: 11 abr. 2020.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/ Ufsc, 2016. Disponível em: ngd.ufsc.br Acesso em: 12 set. 2020

MODELIX. 2020. Disponível em: <https://www.modelix.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2020.

O que é o Nintendo Labo? 2020. Disponível em: <https://www.nintendo.pt/Nintendo-Labo/Nintendo-Labo-1328637.html>. Acesso em: 10 set. 2020.

OBR. O que é uma Olimpíada científica. 2019. Disponível em: <http://www.obr.org.br/o-que-e-uma-olimpiada-cientifica/>. Acesso em: 10 maio 2020.

OLIVEIRA, Greici. **NodeMCU** 2017. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/nodemcu/nodemcu-uma-plataforma-com-caracteristicas-singulares-para-o-seu-projeto-iot/>. Acesso em: 07 jul. 2020.

PIRES, Marcos. Revista de economia política e história econômica. **O Brasil, o Mundo e a Quarta Revolução Industrial** : reflexões sobre os impactos econômicos e sociais, São Paulo, ed. 39, 2017.

QUEIROZ, Rubens; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; SANTOS, Mônica Pereira dos. **DuinoBlocks4Kids**: Ensinando conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional. Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (cbie 2016), [s.l.], v. 1, n. 1, p.1169-1178, 10

nov. 2016. Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2016.1169>.

Ramos, Josue & Neves, Othon & Viegas, João & Figueiredo, Douglas & Tanure, Lucas & Holanda, Felipe & Azevedo, Hélio. (2020). **INICIATIVA PARA ROBÓTICA PEDAGÓGICA ABERTA E DE BAIXO CUSTO PARA INCLUSÃO SOCIAL E DIGITAL NO BRASIL.**

RIGAMAJIG. 2020. Disponível em: <https://www.rigamajig.com/>. Acesso em: 10 set. 2020.

ROBOTS, Active. **LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Core Set and Software.** 2020. Disponível em:
<https://www.active-robots.com/lego-mindstorms-education-ev3-core-set-and-software.html>. Acesso em: 19 maio 2020.

RÜEDEL, Alessandra Cristina; TRENTIN, Marco Antônio Sandini. **Seqüência didática para a assimilação de triângulos e quadriláteros através da Robótica Educativa.** 2019. 26 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

SILVA, Alexandre José Braga da. **UM MODELO DE BAIXO CUSTO PARA AULAS DE ROBÓTICA EDUCATIVA USANDO A INTERFACE ARDUINO.** 2014. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Modelagem Computacional do Conhecimento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

SILVA, Sérgio Ricardo Xavier da. **Protótipo de um robô de baixo custo para uso interdisciplinar em cursos superiores de engenharia e computação.** 2011. 2018 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mecatrônica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SOUZA, Luis Fernando et al. **Desenvolvimento de kits de robótica educacional**: Um estudo da metodologia a ser empregada em projetos de extensão. Revista triângulo, [s. l.], v. 7, ed. 1, p. 32-45, 2014

WSKITS: Educativos, ciência, robótica e STEAM. Educativos, ciência, robótica e STEAM. 2020. Disponível em: <https://www.wskits.com.br/>. Acesso em: 06 jun. 2020.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: PERSPECTIVAS E PRÁTICA**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

APÊNDICE A - Hardwares em robótica educacional

Sensores

Os sensores são dispositivos eletrônicos capazes de perceber (“sentir”) estímulos no meio em que estão inseridos respondendo-os eletricamente através da emissão de um sinal que possa ser lido, convertido e interpretado por outros dispositivos.

- Sensor de distância ultrassônico: Um sensor ultrassônico possibilita mensurar a distância entre um objeto e o sensor. Modelo mais comum: HC-SR04, com alcance entre 2 a 40 centímetros.
- Sensor de toque: também chamado de sensor de pressão ou fim de curso. É similar a uma chave liga/desliga e envia apenas sinais digitais, 0V ou 5V.
- Sensor de temperatura: mede a temperatura do meio em que está inserido ou ainda diretamente de objetos. Modelo mais comuns: LM35 (National Semiconductors), em formato de transistor e com alta sensibilidade.
- Sensores de luz (LDR): O LDR (light dependent resistor), é um resistor variável que altera seu valor de acordo com a incidência luminosa sobre ele.
- Acelerômetro: este componente é utilizado em projetos que precisam perceber a posição ou a orientação espacial de um objeto. Este tipo de sensor mede as oscilações nos eixos X, Y e Z.

Atuadores

Os atuadores são dispositivos eletrônicos e eletromecânicos que respondem a um estímulo elétrico recebido resultando em uma ação, sendo elementos de saída. Normalmente, estes convertem a energia elétrica recebida em outras, como dinâmica, sonora e luminosa, por exemplo.

Motores

Os atuadores de maior representatividade dentro da robótica são os motores, compondo a estrutura dinâmica do robô. Estes são responsáveis por converter energia elétrica em energia mecânica e, através da rotação de um eixo, em conjunto com outras peças mecânicas estáticas, produzem torque e velocidade, proporcionando a

movimentação de rodas ou manipulação de garras, por exemplo. Os tipos mais comuns utilizados em robótica educacional são os motores de corrente contínua e os servo motores.

- Motor de corrente contínua: São alimentados por correntes contínuas com rotação completa de 360°. Ou seja, quando alimentados, passam a girar livremente. Seu torque e sua velocidade angular são diretamente proporcionais à potência oferecida pelo sistema.
- Servo motor: Trata-se de um motor de corrente contínua com um sensor de posição ou de velocidade que permite ao controlador conhecer essas grandezas físicas e assim controlá-las. Normalmente os servo motores possuem uma rotação de 180° e são amplamente utilizados no controle de movimentos na robótica. Os servo motores, por consumirem baixa potência, podem ser ligados diretamente em um Arduino ou similar.

Indicadores

São dispositivos de saída que, através de algum efeito, indicam a realização de uma ação. O exemplo mais comum são os LEDs (*Light Emissor Diode*). Estes elementos produzem um sinal luminoso quando alimentado e indicam estados de ações. As cores mais comuns são verde, vermelho e amarelo, mas também podem assumir outras cores, como em LEDs RGB. Outro exemplo clássico de indicadores são os buzzers, que emitem um sinal sonoro de frequência controlável.

Plataformas de prototipagem eletrônica

Uma plataforma de prototipagem eletrônica consiste em uma solução que possui um microcontrolador embarcado, um conjunto de circuitos periféricos que atendem às necessidades operacionais do projeto e uma interface que facilita a conexão de entradas, saídas e o carregamento de dados. Convencionalmente, a prototipagem eletrônica utiliza uma dessas plataformas, em conjunto com uma matriz de contatos e fios para as conexões do circuito.

Os microcontroladores são componentes eletrônicos que podem ser comparados ao “cérebro” do robô. Com base em um conjunto de instruções determinadas a partir de uma linguagem de programação, podem ser programados e reprogramados para executar funções. Existem muitas opções no mercado, atendendo às mais diversas

necessidades e especificações, como modelos das séries PIC (Microchip), Atmel AVR (Atmel) e Intel MCS (Intel) (ELETRÔNICA 2020).

Em robótica educacional, estas soluções pode vir a ser desenvolvidas pela própria marca do produto, como é o caso da Lego, por exemplo, que possui uma interface projetada para robótica. Entretanto, este caminho necessita maiores investimentos de projeto. O método mais comum é a adoção de projetos de plataformas de prototipagem com base em hardware livre. Estes podem tanto ser utilizados com suas interfaces de comunicação nativas (projetos com um Arduino UNO, por exemplo), ou adaptadas para projetos cuja usabilidade seja voltada a robótica educacional, como é o caso do bloco controlador da Atto que também utiliza uma versão de Arduino .

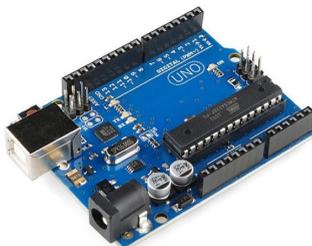
Arduino

O Arduino foi criado em 2005 com o objetivo de ser um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo considerado uma plataforma de prototipagem rápida. Além disso, o Arduino surge como uma plataforma de hardware aberta, com intuito de facilitar a usabilidade e assim aumentar o engajamento das pessoas em projetos de eletrônica.

O Arduino é composto por um microcontrolador Atmel e circuitos de entrada/saída que possibilitam a leitura de sensores e acionamento de atuadores. Ela é uma interface semi-autônoma, sendo conectada via USB para carregamento dos dados. Originalmente, é programada via IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C/C++. Entretanto, é compatível com diversas plataformas de softwares livres para programação em blocos, uma ferramenta lúdica e intuitiva utilizada no ensino de programação para crianças.

A Arduino possui diversos modelos que variam em capacidade de processamento, quantidade de entradas e saídas, tamanho, estrutura de comunicação, etc. O Arduino Uno R3 é a placa Arduino mais vendida e usada atualmente, mas a escolha deve ser feita de acordo com as necessidades de cada projeto. Além disso, o Arduino pode expandir suas funcionalidades adicionando módulos chamados *shields*. Através destes complementos é possível construir projetos com conectividade

wifi, bluetooth, GPS, teclados, displays especiais, joystick, etc. Entretanto, a adição dos módulos pode ter acréscimo significativo no custo do projeto.



Arduino Uno R3. Fonte: FilipeFlop (2020)

NodeMCU ESP32

Assim como o Arduino, o NodeMCU ESP32 também é uma plataforma de prototipagem open source, entretanto, possui recursos mais avançados, sendo desenvolvida para projetos de *IoT (Internet of Things)*. O principal diferencial em relação ao Arduino, é que esta plataforma já possui módulo Wifi e conexão bluetooth integradas à solução. Mesmo com esse relevante diferencial, maior capacidade de processamento e uma variada quantidade de artifícios de comunicação, seu preço é competitivo com os modelos convencionais de Arduino. Esses fatores levaram a uma grande popularidade da placa entre os entusiastas de eletrônica, possibilitando a construção de uma infinidade de projetos na área de internet das coisas.



NodeMCU ESP32 Fonte: FilipeFlop (2020)

Especificações Técnicas

Especificações	UNO	NANO	NodeMCU ESP32
Microcontrolador	ATmega328	ATmega328	ESP-WROOM-32
Portas digitais	14	14	36
Portas analógicas	6	6	18
Memória	32Kb	32Kb	16Mb
Clock	16Mhz	16Mhz	160Mhz
Conexão	USB	MiniUSB	MicroUSB
Conector alimentação	Sim	Não	Não
Tensão de operação	5V	5V	3.3V
Corrente máxima I/O	40mA	40mA	12mA
Alimentação	7-12V dc	7-12V dc	5V dc
Bluetooth	Não	Não	Sim
Wifi	Não	Não	Sim
Dimensão (mm)	53,4 x 68,6	18 x 45	28 x 51
Interface portas	Fêmea	Macho	Macho

Especificações técnicas plataformas de prototipagem

Plataformas de prototipagem - Pesquisa no mercado nacional

Lojas nacionais	UNO	NANO	NodeMCU ESP32
Robocore	R\$59,90		R\$85,00
Baú da eletrônica	R\$58,90	R\$36,90	-
Loja da robótica	R\$35,70	R\$33,70	R\$45,00
Americanas	R\$45,12	R\$28,70	R\$79,70
FilipeFlop	R\$62,90	R\$39,90	R\$84,90
Preço médio	R\$52,50	R\$34,80	R\$73,65

APÊNDICE B - Questionário

PERFIL DO EDUCADOR

1 - Gênero:

- a) Masculino
- b) Feminino
- c) Outro

2 - Em que tipo de instituição você atua?

- a) Escolas públicas
- b) Escolas particulares
- c) Escolas de robótica e programação
- d) Instituições sociais, ONGs, Projetos
- e) Cursos livres
- f) Outros

3 - Você possui formação em licenciatura? Se sim, em qual área?

- Não
- Ciências Humanas e suas Tecnologias
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias
- Linguagens, Códigos e suas Tecnologias
- Matemática e suas Tecnologias

4 - Se não, qual a sua área de formação/atuação? Possui que nível de experiência com didática?

5 - O que motivou você a mediar aulas de robótica educacional?

6 - Através de que meios você desenvolveu seu conhecimento em relação a robótica educacional? Selecione as alternativas mais relevantes.

- Treinamento oferecido pelo fabricante do kit utilizado
- Treinamento oferecido por alguma instituição
- Curso/Oficinas
- Vídeos na internet
- Textos na internet (blogs, fóruns, tutoriais...)
- Manuais do material robótico
- Outro

7 - Comente sobre sua experiência com robótica educacional. Quais foram os maiores desafios? O que mais ajudou você nesse processo? (pode incluir outros comentários que entenda relevantes).
Tem algum sonho/vontade como educador de robótica?

PERFIL ALUNOS

8 - Para que faixa de idade, aproximadamente, você ministra as aulas de robótica?

- a) Menores que 6
- b) 6 a 10
- c) 10 a 14
- d) Maiores de 14

9 - Os alunos pertencem predominantemente a que classe social?

- a) A B
- b) C
- c) D E

10 - Em que nível de conhecimento, majoritariamente, sua(s) turma(s) estão?

- a) Iniciante
- b) Intermediário
- c) Avançado

11 - Quais são os tipos de atividade que mais deixam os alunos motivados? E o que os desmotiva?

ESTRUTURA TURMA

12 - Você possui toda a estrutura necessária para ministrar as aulas de robótica? (laboratório, computadores, tablets, projetor, acesso a internet...)

- a) Sim, a estrutura é totalmente adequada.
- b) A estrutura é suficiente, mas poderia haver melhorias.
- c) Parcialmente. Tenho a estrutura básica, mas ela não atende todas as demandas da aula.
- d) Não, preciso improvisar soluções para atender as demandas da aula.

- 13** - Caso a estrutura não seja adequada, o que falta? Quais são os problemas? Quais seriam as possíveis melhorias?
- 14** - As turmas possuem aproximadamente quantos alunos?
- a) menos que 5
 - b) 5 a 10
 - c) 11 a 20
 - d) 20 a 25
 - e) mais que 25
- 15** - O material de robótica que você tem à disposição é suficiente para atender a quantidade de alunos na turma?
- a) Sim. Todos os alunos conseguem ter acesso adequado aos materiais
 - b) Parcialmente. O acesso não é adequado, mas prejudica pouco as dinâmicas da aula
 - c) Não. O acesso aos materiais é limitado e prejudica a dinâmica das atividades
- 16** - Qual o tempo de duração das aulas por turma? (considere o tempo da hora/aula)
- a) 1 h/a (uma vez na semana)
 - b) 2 h/a (duas vezes na semana)
 - c) 2 (uma vez na semana)
 - d) Outros
- 17** - Você julga esse tempo suficiente para as atividades propostas?
- a) Não, normalmente os alunos não conseguem terminar as atividades
 - b) Às vezes. Varia muito de acordo com a proposta.
 - c) Sim, o tempo costuma ser adequado para as atividades propostas.

MATERIAL DE ROBÓTICA

- 18** - Que tipo de material robótico você utiliza nas suas aulas?
- a) Kit comercial de robótica educacional (conjunto de peças estruturais e eletrônicas que possibilitam a montagem de

diversos modelos robóticos). Exemplo: Kit de robótica educacional Modelix.

- b) Kit comercial para montagem de robôs educacionais (conjunto de peças estruturais e eletrônicas que possibilita a montagem de um modelo robótico específico) Ex.: Kit Modelix para construção de caminhão lunar.
- c) Robôs educacionais comerciais (Robôs prontos, para controle e verificação de conceitos mecânicos e/ou programação)
- d) Robôs construídos com materiais diversos (componentes eletrônicos, sucatas, reciclados, ferragens...)
- e) Robôs construídos com uso de fabricação digital (Impressão 3D, corte a laser...)
- f) Outros

19 - Caso seja um kit comercial, corresponde a qual marca?

- a) Lego
- b) Modelix
- c) Atto
- d) Outro

20 - Você aplica programação à robótica? Se sim, em que plataforma?

- a) Não.
- b) Sim, plataforma de programação da LEGO (NXT, EV3..)
- c) Sim, Ardublock
- d) Sim, S4A
- e) Sim, IDE Arduino
- f) Outros

21 - Considerando os seguintes componentes, quais são os mais importantes/essenciais na sua abordagem de robótica? Defina na escala, sendo 0 “não utilizo” e 5 “essencial”

- Motor corrente contínua baixo torque
- Motor corrente contínua
- Servo Motor
- Motor PWM
- Leds
- Leds RGB

- Sensor de toque (botão)
- Sensor de toque (fim de curso)
- Sensor de Luz (LDR)
- Sensor de distância ultrassônico
- Sensor seguidor de linha
- Sensor de temperatura
- Acelerômetro/giroscópio
- Módulo Bluetooth

22 - Considerando as seguintes características possíveis de um material de robótica e o perfil da sua turma, quais você acha mais relevantes? Defina na escala, sendo 0 “não importa” e 5 “muito importante”.

- Baixo custo
- Ser fácil de manipular (estruturas maiores e mais simples)
- Possibilitar montagens com mecanismos complexos
- Usar materiais robustos e resistentes
- Possuir apelo sustentável
- Possuir apelo lúdico (ser colorido, infantil, fofo, divertido, etc)
- Possuir material didático de apoio (escrito)
- Possuir material didático de apoio (vídeo)
- Ser fácil de organizar e armazenar
- Ser fácil para transportar

23 - Você poderia descrever e dar mais detalhes sobre o material de robótica utilizado? (modelo, tipos de materiais alternativos utilizados, etc) Quais são as características positivas e negativas em relação ao uso deste material?

USABILIDADE

24 - Considerando o processo de familiarização com as peças estruturais do material de robótica que você utiliza, qual o nível de dificuldade enfrentado pelas crianças em relação às seguintes atividades? Defina na escala.

- Conhecer e compreender os conceitos dos mecanismos de conexão entre as peças (encaixes, roscas, pinos...).

- Aplicar com eficiência os conceitos dos mecanismos de conexão entre as peças (encaixes, roscas, pinos...).
- Conhecer e compreender os conceitos dos mecanismos dinâmicos do material robótico (rodas, polias, engrenagens...)
- Construir soluções a partir da proposição de problemas.
- Aplicar com eficiência os conceitos dos mecanismos dinâmicos do material robótico (rodas, polias, engrenagens...)
- Construir soluções a partir da proposição de problemas.
- Manipular com precisão os elementos da montagem (apertar, afrouxar, encaixar, desencaixar, rosquear, desrosquear, puxar, empurrar...). “Motricidade fina”.
- Desmontar os modelos com facilidade

25 - Considerando a inserção dos elementos elétricos/eletrônicos na montagem do robô, qual o nível de dificuldade enfrentado pelas crianças em relação às seguintes atividades:

- Identificar e compreender cada elemento elétrico/eletrônico.
- Integrar os elementos eletrônicos à solução estrutural. (conexão, posição, função...)
- Realizar as conexões elétricas de forma otimizada (posição dos elementos, organização dos fios)
- Posicionar o controlador de forma otimizada em relação à montagem estrutural e aos outros elementos elétricos. (bloco controlador NXT, EV3, Arduino...)

Você percebe outros tipos de dificuldade em relação ao uso do material? Em que tipo de atividade as crianças costumam demandar mais tempo ou se "atrapalhar"? Tem algum tipo de mecanismo das peças que você julga que pode ser melhorado?

CONSIDERAÇÃO FINAL

Considerando a proposta do projeto, que características você julga relevantes que um kit de robótica educacional baixo custo possua? Possui alguma sugestão?

APÊNDICE C - Prototipando a Quebrada

Este apêndice traz um levantamento de dados referentes ao projeto Prototipando a Quebrada a partir de entrevista com Jefferson Lima, realizada no dia 22 de agosto de 2020. O texto também foi complementado com imagens e informações baseadas nos arquivos de apresentação do PaQ.

Oportunidade (2017)

Jefferson Lima, fundador do “Prototipando a Quebrada”, atua desde 2016 como professor de robótica na Marista Escola Social Lucia Mayvorne, localizada na comunidade do Monte Serrat. Buscando conhecer o contexto da robótica de competição, em 2017 participou como espectador do Festival Marista de Robótica (FMR), sediado em Porto Alegre. Neste evento, Lima teve trocas enriquecedoras com vários participantes, mas foi especialmente sensibilizado por uma delas. Miguel da Hora, fundador do “Projetistas Periféricos” em Osasco, dava aulas de robótica no quarto da sua casa, com recursos extremamente reduzidos e estava impactando diversas crianças e jovens da região. Perante ao exemplo deste projeto Jefferson Lima se viu inspirado a tentar algo similar em Florianópolis. Estava plantada a semente do Prototipando a Quebrada.

Jefferson Lima possuía nesta época, parceria comercial com a Dual System, empresa responsável pela produção dos kits de robótica educacional Atto. Compartilhada a pretensão de desenvolver um projeto social, a Dual System fez a doação de um kit de robótica, permitindo o início da operação da fase de testes.

Projeto piloto (2018)

Para dar início ao projeto, o primeiro passo foi construir pontes com as comunidades periféricas. De acordo com Lima (2020), era necessário ter a validação das comunidades em relação ao projeto e entender seu contexto, antes de simplesmente propor a sua implementação. A primeira ponte construída foi com o líder comunitário da comunidade da Maloca, responsável pelo projeto social “Vivendo e Aprendendo”, que atua com atividades educativas em contra turno escolar. Nesta comunidade, Jefferson Lima passou a dar oficinas

semanais de robótica de forma voluntária em um projeto piloto. Com apenas um kit de robótica, indicado para a utilização de três a cinco alunos, as aulas chegaram a ter até quarenta participantes.

Para compreender a aplicação do projeto dentro do contexto escolar da rede pública de ensino, também foram ministradas oficinas na E.B Albertina Madalena Dias, na Vargem Grande, Norte da Ilha. Com o intuito de obter financiamento para a operação do projeto, buscou-se estabelecer parceria com a Secretária da Educação. Entretanto, o processo se mostrou muito burocrático e moroso. O projeto chegou a ser encaminhado para a Secretaria, mas nunca recebeu retorno.

Além das oficinas semanais, também foram realizadas outras duas atividades pontuais do projeto no CASE Capital e na Comunidade Frei Damião, a fim de testar e validar hipóteses do projeto. Em 2018 também foi estruturada a equipe de competição “Pane no Sistema” da MES Lucia Mayvorne, composta por cinco alunos. A equipe participou de sua primeira competição no Festival Marista de Robótica (*FMR*) em Porto Alegre e conquistou o segundo lugar na categoria iniciante.



Ações do PaQ em 2018 Fonte: Acervo PaQ.

Através destas primeiras experiências com o projeto piloto, evidenciou-se o potencial de impacto e transformação que tal iniciativa poderia ter nas comunidades sendo possível realizar a validação de algumas hipóteses, assim como compreender melhor o cenário nas comunidades, fazendo o levantamento das necessidades básicas para o próximo estágio.

Validações	Necessidades
<ul style="list-style-type: none"> • Adesão nas oficinas • Encantamento crianças • Boa usabilidade kit Atto • Competições como fator de engajamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturação burocrática • Material de robótica • Aporte financeiro • Estruturação e regularização do projeto

Estruturação do projeto

O processo de estruturação iniciou-se nos primeiros meses de 2019 através da participação do Edital de Impacto da Impact HUB, responsável por oferecer mentoria para empreendimentos e iniciativas de impacto social. O primeiro estágio foi desenvolver um material de apresentação sólido para cativar os *stakeholders*.

Como estratégia, o PaQ buscou consolidar a equipe de competição como elemento concreto para demonstração de resultado. Além do aprendizado e engajamento resultante nas crianças, a participação na competição de 2018 havia gerado também visibilidade na mídia e consequente material para divulgação. As competições também proporcionam métricas quantitativas para análise, como a própria colocação, a quantidade de crianças impactadas ou ainda a relação com bom desempenho escolar.



Pane no Sistema (FMR 2018) Fonte: Apresentação PaQ

O primeiro material de apresentação foi desenvolvido com o objetivo de conseguir patrocínios para a participação da equipe de competição “Pane no sistema” no FMR 2019. O Impact HUB foi o responsável por construir pontes com empresas interessadas em serem

apoiadoras e/ou patrocinadoras. O projeto conseguiu reunir a verba necessária para a equipe a participar da competição e nesta ganharam três premiações.

Como retorno aos investidores, fora apresentado um relatório de impacto. Este se trata de um processo burocrático de baixa complexidade, demonstrando de que forma o investimento impactou os envolvidos. Com esta experiência, ficou evidente que era muito mais fácil receber investimento através de meios privados do que enfrentar as extensas burocracias estatais. Isso estimulou a busca por empresas apoiadoras e por patrocinadores que estivessem alinhados com o propósito e as causas do projeto e dispostos a colaborar com a sua implementação.

Apoiadores

Os apoiadores são empresas ou instituições que validam e dão suporte à ideia do projeto, dando credibilidade e realizando conexões, mas não necessariamente realizam investimento direto para os custos de operação.



Apoiadores Fonte: Apresentação PaQ.

Patrocinadores

Os patrocinadores são empresas que dão aporte financeiro e/ou material para financiar os custos de operação do projeto. Até o atual momento de escrita deste PCC, a principal patrocinadora é a Involves. Em dezembro de 2019 o “Prototipando a Quebrada” foi contemplado no edital “Involves Zero”, e a Involves fez um aporte financeiro inicial de 25 mil reais. Esse investimento foi destinado a compra dos equipamentos básicos necessários para iniciar a operação de aulas de robótica em 2020. Foram comprados computadores, tablets, kits de

robótica, projetores e uma impressora 3D. Neste edital também fora contemplado o apoio financeiro para gastos administrativos de 5 mil reais mensais em um contrato de 3 meses. Este apoio da continuaria em 2020, entretanto, devido a pandemia do novo coronavírus, todas as operações foram suspensas.

Embora o edital “Involves zero” tenha dado condições mínimas para iniciar o projeto, os custos totais de operação para o ano de 2020 foram calculados em 140 mil reais. Neste contexto, uma das metas emergenciais de 2020 era a estruturação de uma rede de *stakeholders*.

PaQ 2.0

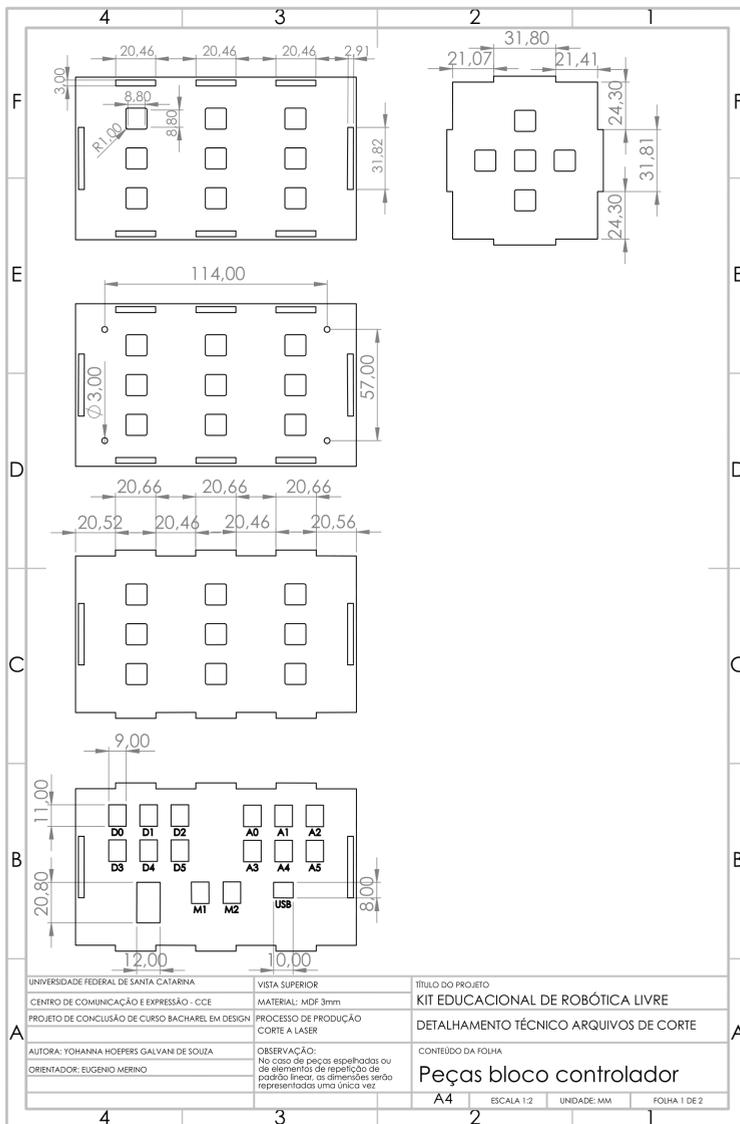
O Prototipando a Quebrada, a princípio, surgiu como um projeto de robótica educacional para crianças na periferia. Entretanto, através dos contexto analisados, percebeu-se que para impactar os jovens no mercado de trabalho, era necessário pensar também em outras etapas de formação. Além disso, o PaQ 1.0 entrega valor social para as empresas, que investem acreditando na causa, mas não entrega valor financeiro. Sendo assim, uma nova frente do projeto está sendo planejada durante o ano de 2020, a versão PaQ 2.0. A proposta do PaQ 2.0 é trabalhar em conjunto com o programa Jovem Aprendiz. Este se trata de uma forma de contratação criada a partir da Lei da Aprendizagem, de 2000. O objetivo é estimular o emprego entre jovens, principalmente aqueles que nunca tiveram trabalho, e oferecer capacitação profissional a eles. A legislação determina que médias e grandes empresas tenham de 5% a 15% de seus funcionários como aprendizes. (ECONOMIA UOL, 2019).

Dentro do mercado de tecnologia existe uma grande lacuna de mão de obra e oportunidades para atuação de jovens aprendizes. Normalmente, o processo de contratação desses jovens é feito pelas empresas e, de acordo com as pesquisas feitas pelo PaQ, são processos dispendiosos. A proposta seria então de o PaQ 2.0 realizar um acolhimento dos jovens entre 14 a 18 anos interessados em participar do programa jovem aprendiz e também daqueles que já participam do PaQ 1.0. Estes jovens receberiam uma formação com desenvolvimento de habilidades e competências básicas para a entrada no mercado de

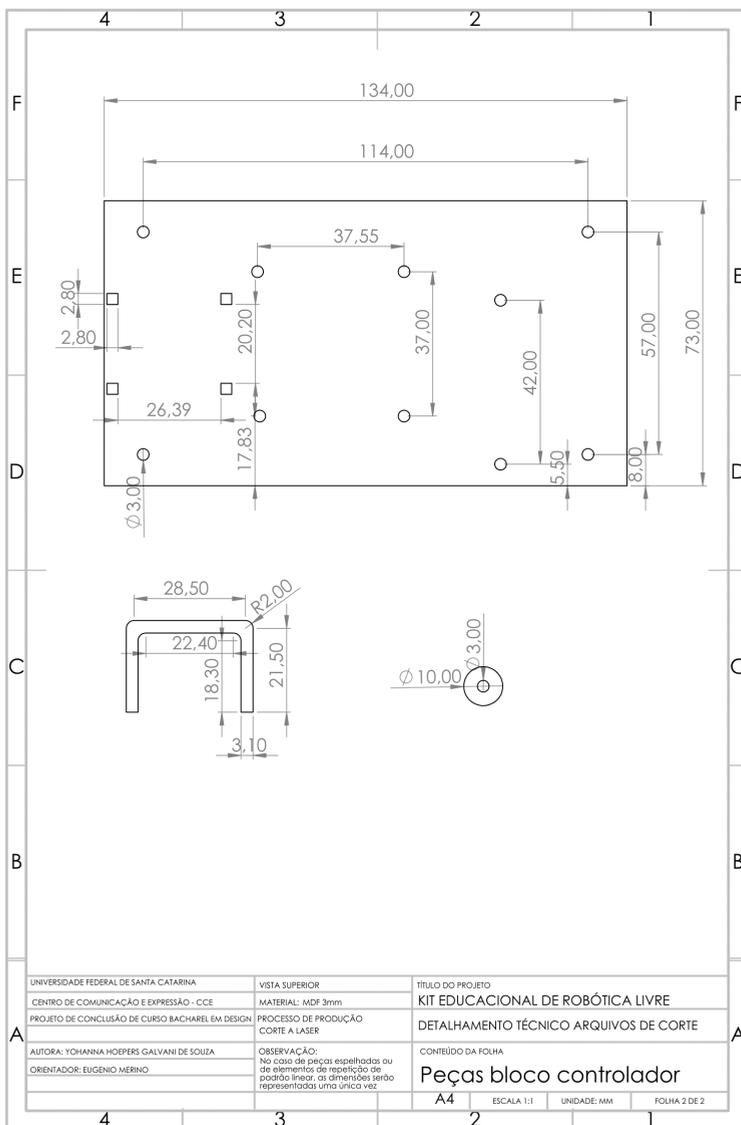
tecnologia, assim como a introdução a temas correlatos. Após esse processo, os jovens seriam redirecionados para as empresas de acordo com as áreas de interesse manifestadas.

O PaQ 2.0 está em fase de análise e desenvolvimento durante o ano de 2020 e precisa ser validado junto às instituições e empresas.

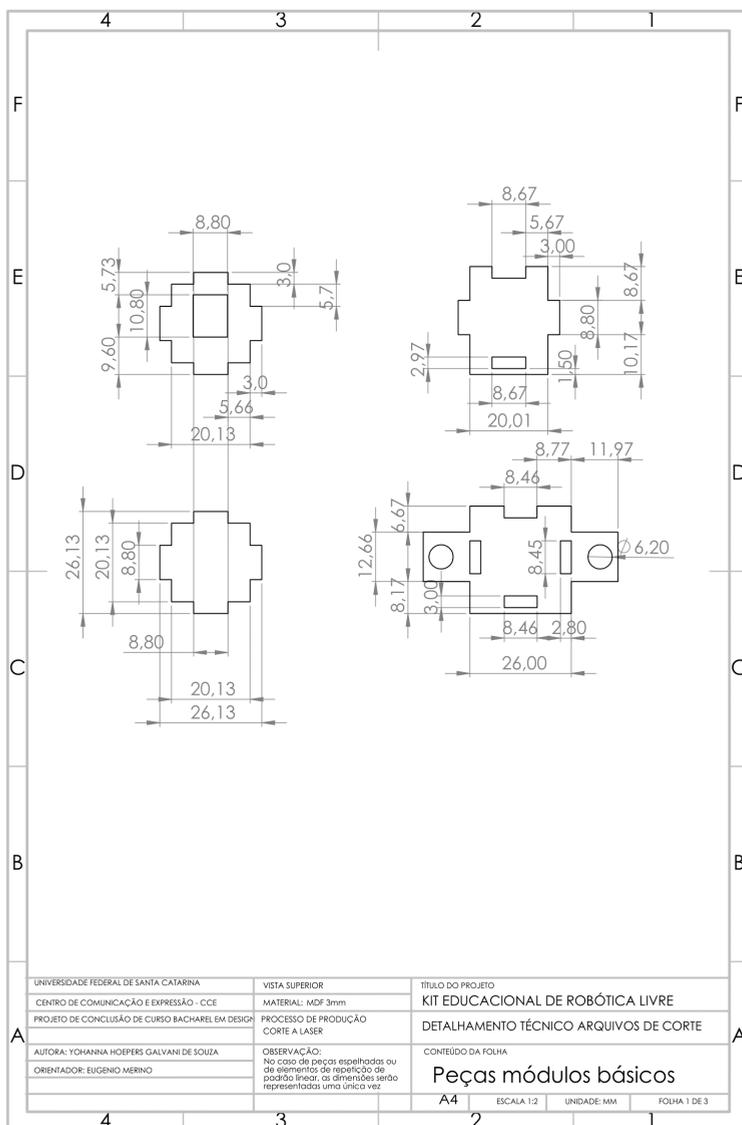
APÊNDICE D - Detalhamento técnico



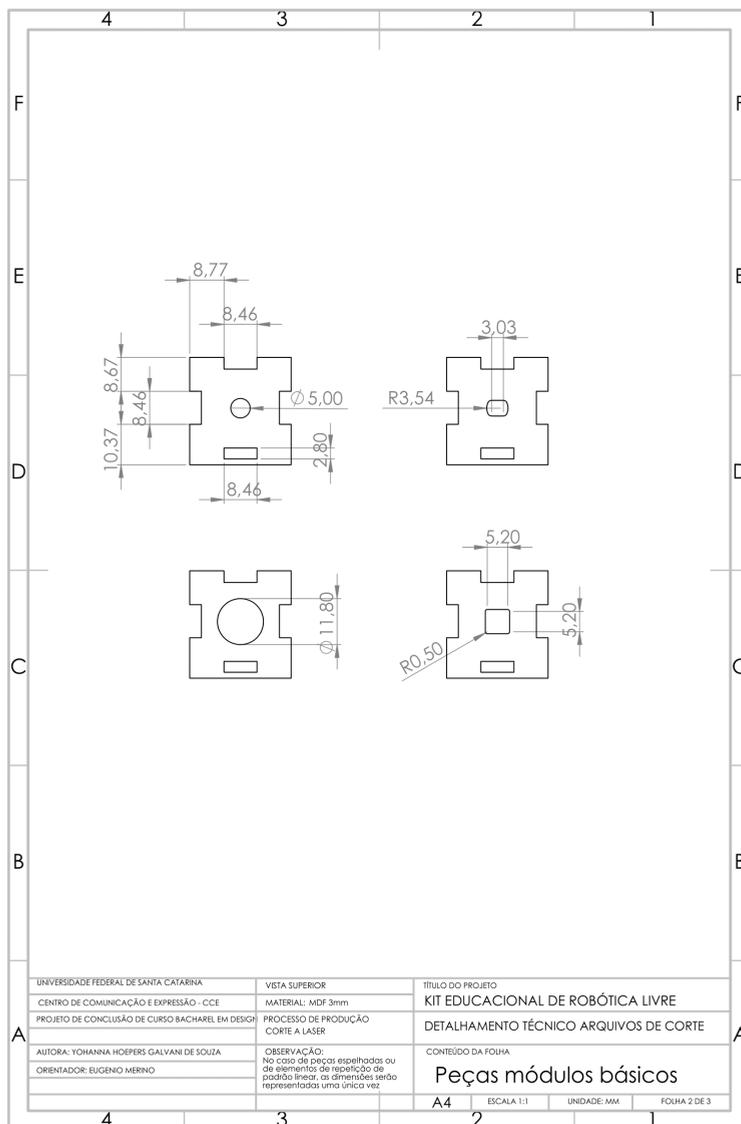
Detalhamento técnico - Carcaça bloco controlador



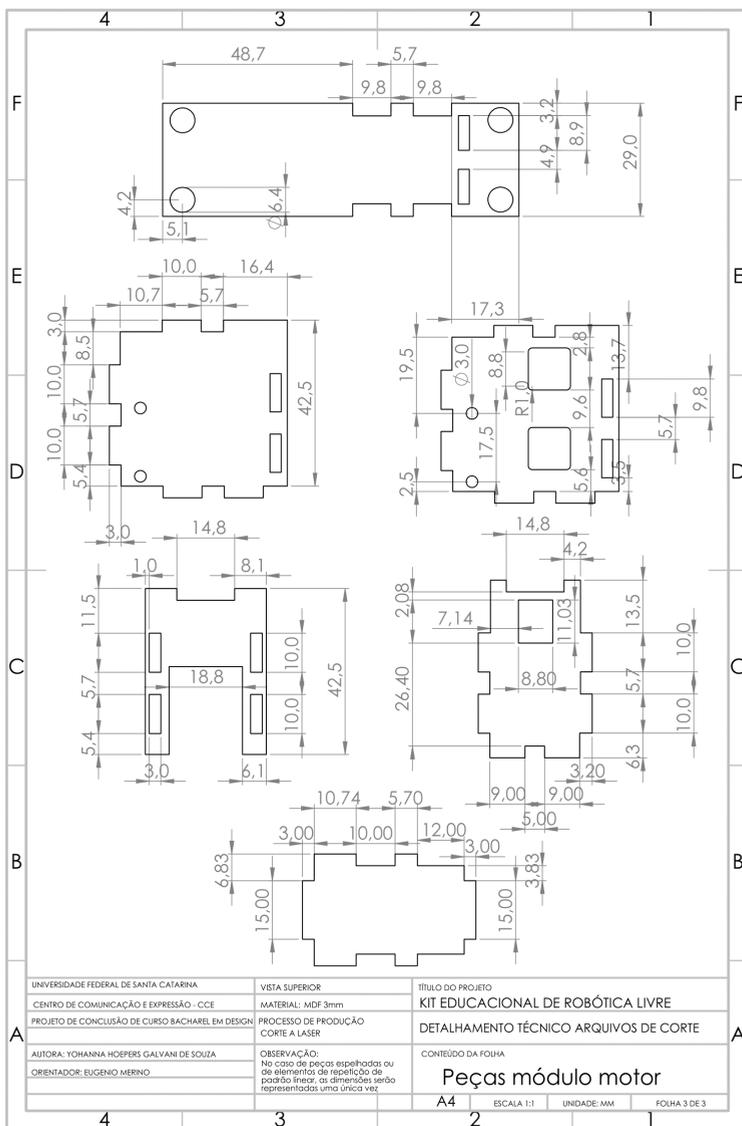
Detalhamento técnico - base interna bloco controlador



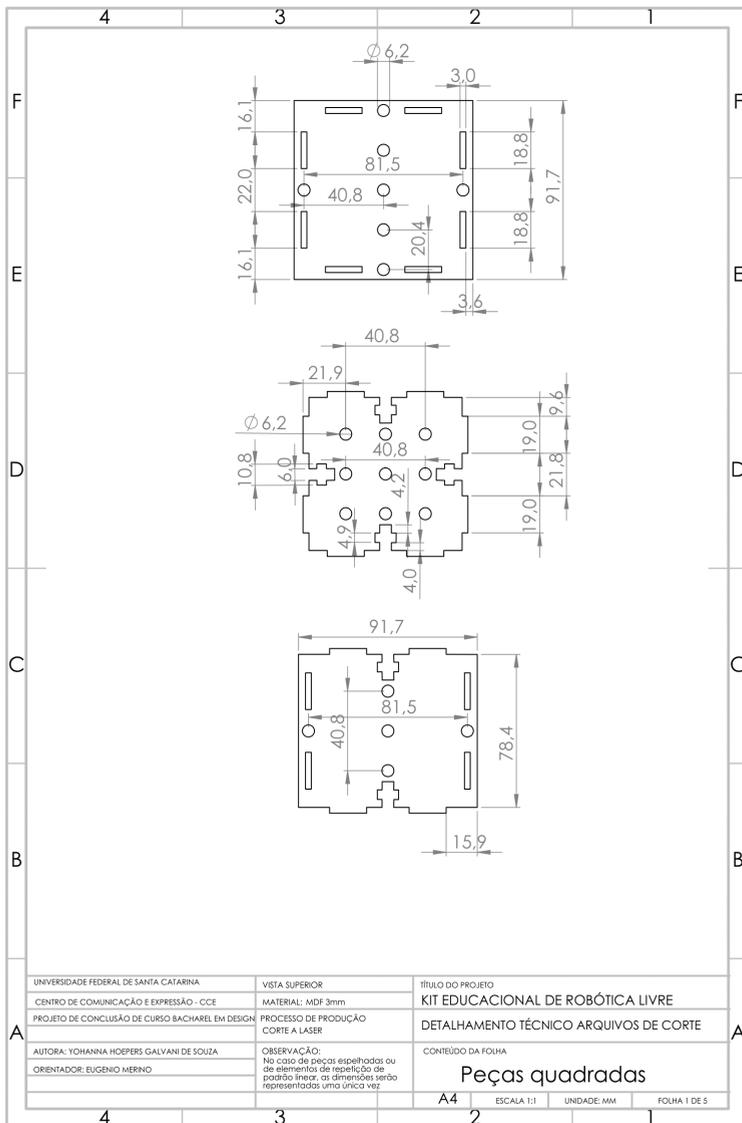
Detalhamento técnico - Módulos eletrônicos



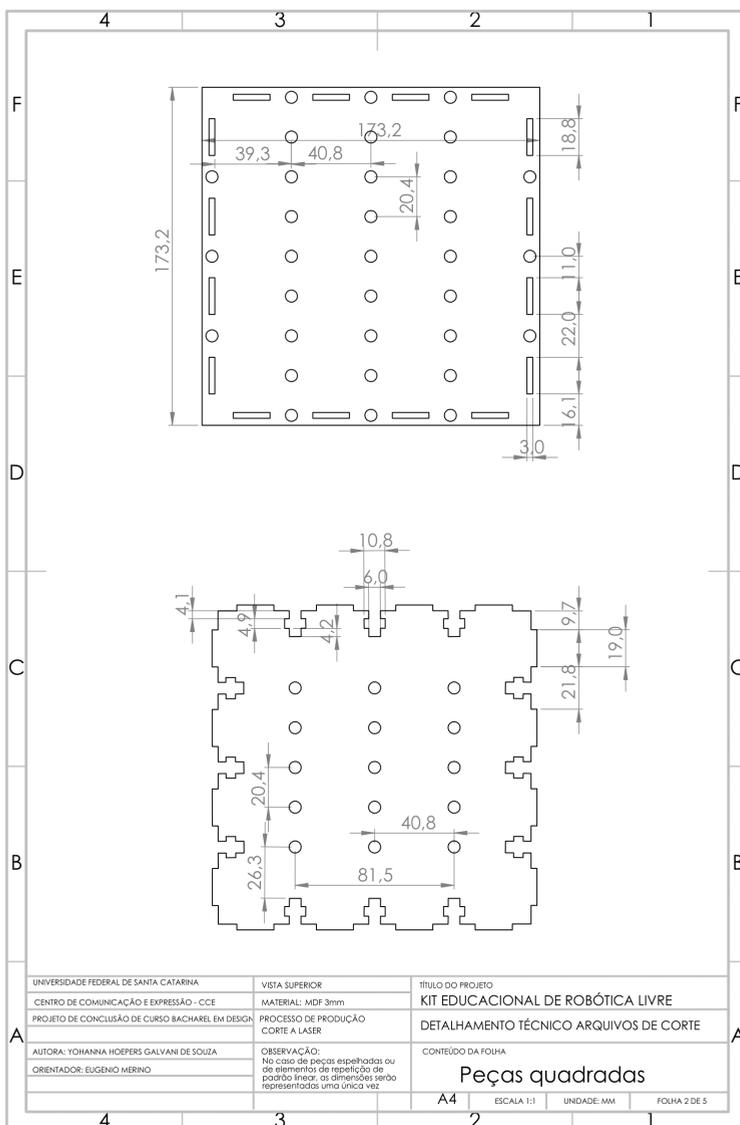
Detalhamento técnico - Frente módulos eletrônicos



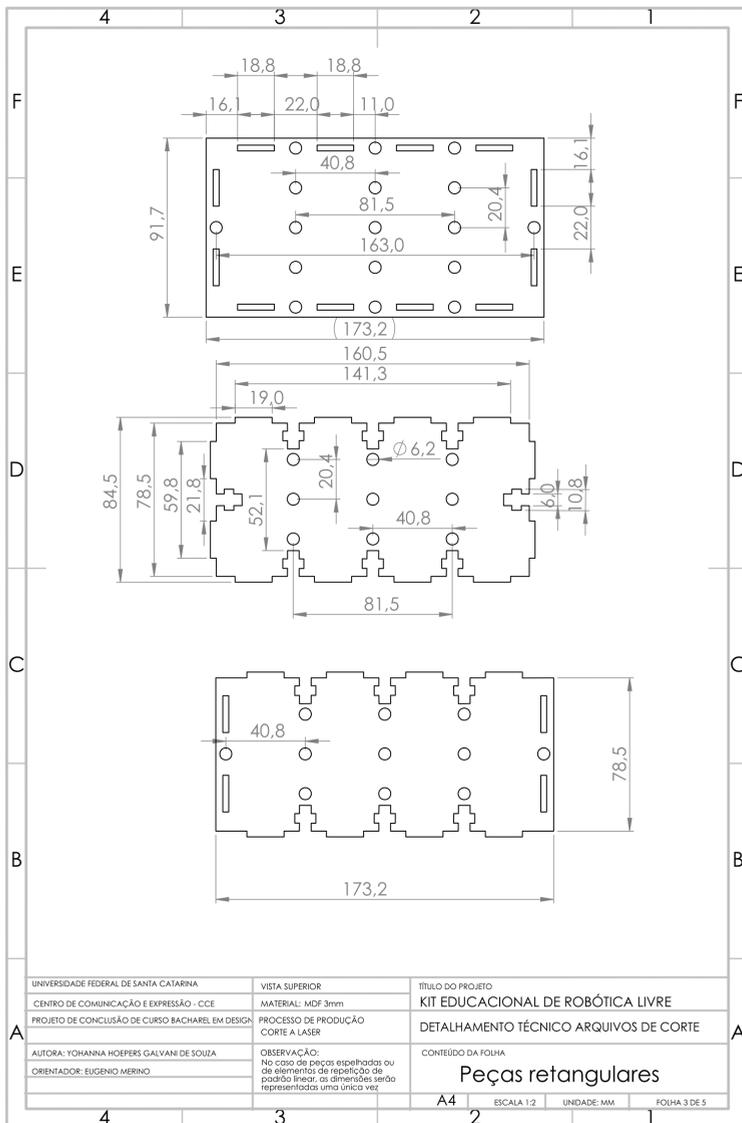
Detalhamento técnico - Módulo motor



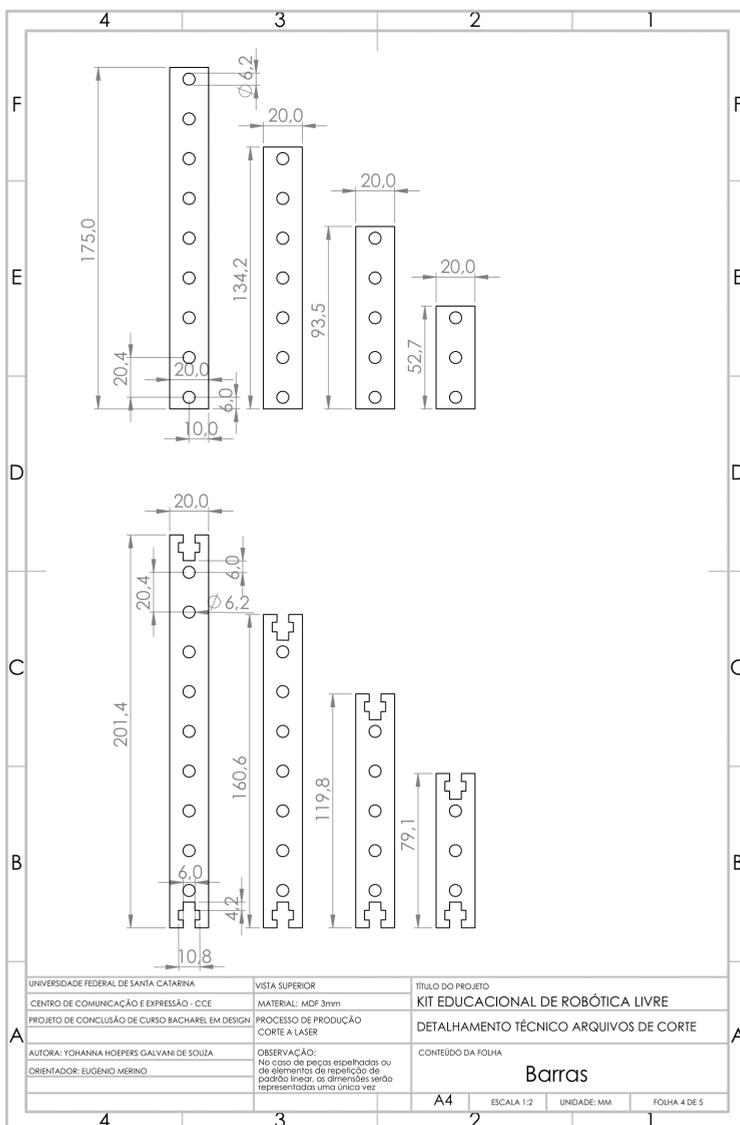
Detalhamento técnico - Peças quadradas pequenas



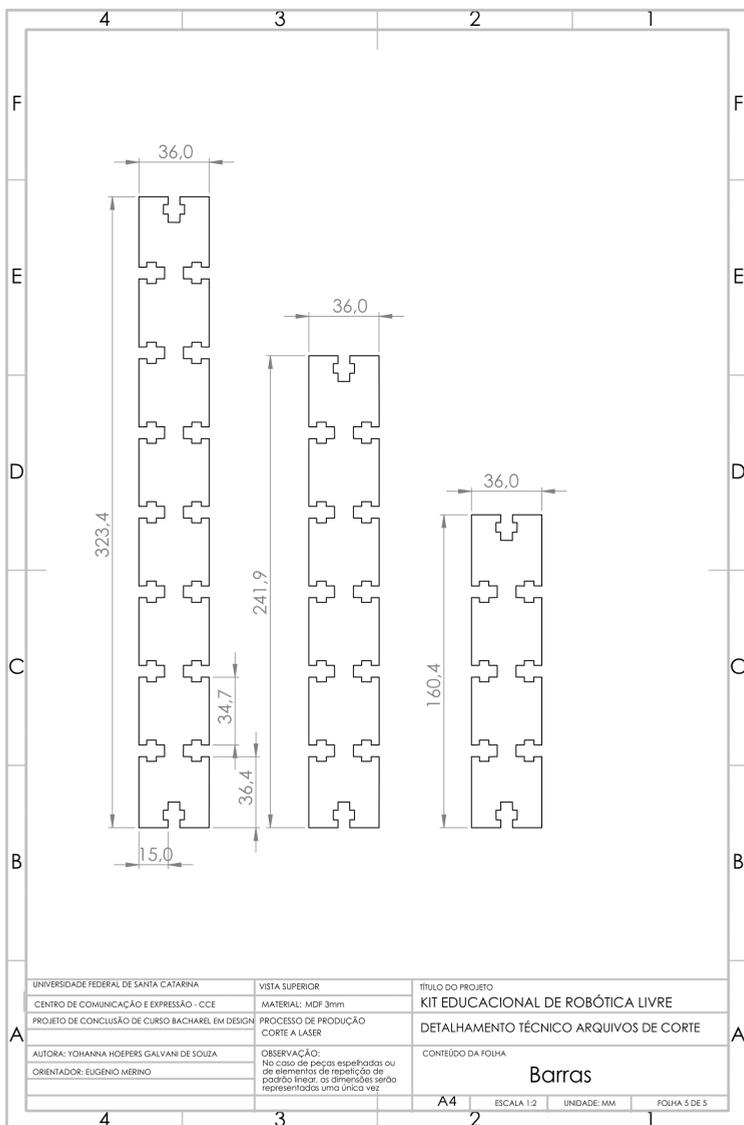
Detalhamento técnico - Peças quadradas grandes



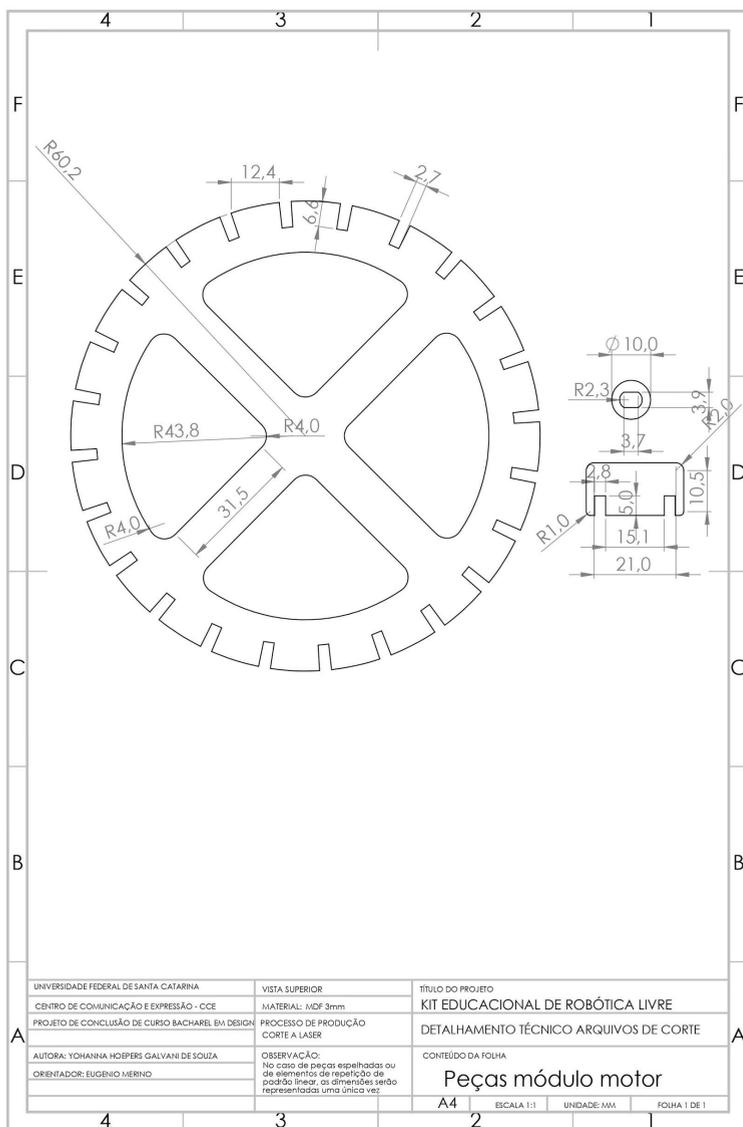
Detalhamento técnico - Peças retangulares



Detalhamento técnico - Peças barras



Detalhamento técnico - Peças barras fêmea



Detalhamento técnico - Peças roda