



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

**REDE DE APRENDIZAGEM EM ROBÓTICA: UMA PERSPECTIVA
EDUCATIVA DE TRABALHO COM JOVENS**

Uberlândia
2016

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

**REDE DE APRENDIZAGEM EM ROBÓTICA: UMA PERSPECTIVA
EDUCATIVA DE TRABALHO COM JOVENS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, para processo de defesa, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior

Uberlândia
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B238r Barbosa, Fernando da Costa, 1983-
2016 Rede de aprendizagem em robótica : uma perspectiva educativa de
trabalho com jovens / Fernando da Costa Barbosa. - 2016.
366 f. : il.

Orientador: Arlindo José de Souza Júnior.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
de Pós-Graduação em Educação.
Inclui bibliografia.

1. Educação - Teses. 2. Robótica - Teses. 3. Matemática (Ensino
médio) - Teses. 4. Engenharia mecânica - Matemática - Teses. I. Souza
Júnior, Arlindo José de. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU: 37

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

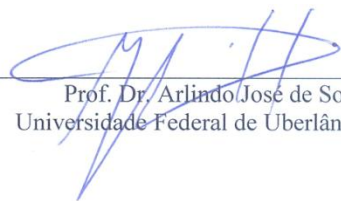
**REDE DE APRENDIZAGEM EM ROBÓTICA:
UMA PERSPECTIVA EDUCATIVA DE TRABALHO COM JOVENS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, para o processo de defesa, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Uberlândia, 14 de abril de 2016

Banca Examinadora



Prof. Dr. Arlindo José de Souza Junior
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Participou por meio de vídeo conferência

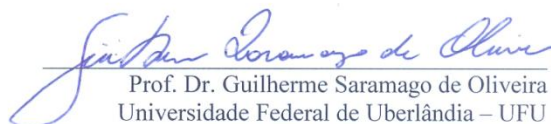
Profa. Dra. Teresinha Fróes Burnham
Universidade Federal da Bahia - UFBA



Prof. Dr. Danilo Rodrigues César
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM



Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi
Universidade Federal de Uberlândia – UFU



Prof. Dr. Guilherme Saramago de Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Uberlândia
2016

À minha avó Julieta Fernandes Barbosa (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida, por estar aqui, por me ajudar e iluminar todos os dias dessa caminhada pela vida.

Aos meus pais, Rubens e Jandira, por me ensinar, me amar e apoiar todos os dias a trilhar o caminho do bem na vida.

Ao meu avô José, por todos os dias comigo, me amando e apoiando.

À minha irmã, que sempre está ao meu lado para ajudar e orientar.

A Adriele, pelos dias comigo, pela paciência e carinho.

Ao meu orientador, Arlindo, um muito obrigado pela paciência, pelo tempo de sua vida destinada à minha formação e orientação acadêmica e humana. Com ele aprendi que o sentido da vida é ter um projeto e coletivo. Ajudou-me a construir o meu. Assim, quero seguir seus passos e ensinamentos, fazendo dos meus dias de vida e trabalho, dias de sabor, dias de produção e orientação de outros nos mesmos ou melhores caminhos pelos quais trilhei. Meu respeito e gratidão!

À professora Teresinha Fróes, agradeço por dispor de seu tempo, sua sabedoria e por nos ensinar a sermos mais, a produzirmos mais para o nosso crescimento e de outros de nossa rede.

Ao professor Danilo César, que aprendi a respeitar muito antes de conhecer, lendo seus artigos e trabalhos, e a quem tive a honra de conhecer, trabalhar com ele e com quem ainda estou aprendendo. Agradeço pelas orientações, ensinamentos, apoio nos diferentes momentos e amizade.

Ao professor Eduardo Takahashi, que desde a especialização tem ensinado, orientado e contribuído para minha formação e meus projetos. É um prazer muito grande aprender e trabalhar com ele.

Ao professor Guilherme Saramago. Com sua imensa sabedoria e conhecimento, tem contribuído na formação de gerações. Sinto-me honrado e feliz em ser mais uma dessas pessoas a aprender com ele.

Ao professor Carlos Lopes, que desde a minha primeira iniciação tem me acompanhado e orientado. Sinto-me grato em poder aprender com ele.

Ao professor Rogério Sales, pelo apoio, abertura de acompanhar seus orientandos e poder aprender mais com seu trabalho.

Ao meu amigo e irmão Deive, que, nas horas boas, sempre ri com a gente, e, nas horas ruins, é que prova suas qualidades, às quais respeito, admiro e com as quais aprendo. Em

todas as horas que precisei, ajudou-me a saber o que fazer, sendo sincero, incisivo em suas opiniões, questionando, mas ajudando a organizar meus pensamentos.

Ao meu amigo Mario, tão novo e tão sábio, agradeço por ser seu amigo, por contar com ele em qualquer momento e por aprender e poder estar em sua companhia.

A minha amiga Ana, uma guerreira, sempre disposta ajudar, mesmo que a luta não seja dela, que desistir jamais.

Ao meu amigo Douglinhas, um amigo camarada e muito excêntrico, a quem tive o prazer de conhecer, além de aprender com ele.

À minha maninha Vanessa de Paula, companheira de iniciação e uma grande amiga.

Aos meus familiares que sempre estiveram presentes em minha vida.

Agradeço também a amigos que conheci nos torneios de robótica e muito contribuíram neste trabalho: Jacquelinne Inoue Ferreira, Adriano Gifoni Cruz, Rosa Maria Costa, Nilton Sergio Joaquim e José Taboada Estevez.

Ao Gabriel, ao Ygor, à Natasha, ao Frederico, à Jessica, à Bianca, meus ex-alunos, que me marcaram muito. Apreendi muito com eles e ainda aprendo. Aos meus novos alunos, com os quais também tenho o prazer de conviver: Erick, Rafael, Claudiene, Debora, Elienai, Mário, Nawan e Natan.

Agradeço aos meus antigos professores pelo que me ensinaram e me orientaram.

Agradeço aos pais que acreditaram e apoiaram nosso trabalho com seus filhos.

Agradeço a todas as equipes de robótica que tive o prazer de conhecer, em especial à Robot Storms, a primeira equipe da qual fiz parte.

Agradeço principalmente aos sujeitos desta pesquisa, que aceitaram fazer parte de uma grande história.

Agradeço ao Alex, Jean, Douglas, Sandra, Igor Campos, Janaína, Viviane, Kelen, Ramon, Bruno, Bruno Paim, João, Glenio, Lucas, Neto, Jessiane, Tom, Alice, Amanda, Welliton, Hudson, Brythnner, Gustavo, Pedro, Maycon, Leandro Io, Gabriel de Jesus, amizades que construí nos caminhos da universidade e dos projetos. À Elga, Oswaldo, Santana, Pollyana, Cida, Elaine, Maire, Suzi, todas as pessoas da ONG, das escolas que tive o prazer de frequentar e trabalhar. À Adriana Ohnesorge, amizade que teci no meu último congresso científico como doutorando, pessoa iluminada e de grande saber. Agradeço também a amizades como a da Andrea, que acompanha nosso projeto e nos ensina muito. Também não posso me esquecer da minha amiga Adriana Silva, que muito me ouviu, aconselhou e riu comigo desde a graduação, uma amizade singela e verdadeira.

Agradeço às amizades construídas nesses anos de UFU, James, Gianni, todo o pessoal da secretaria, da pós-graduação e todos os departamentos que direta ou indiretamente colaboraram. Agradeço também ao povo, que parte de seus impostos foram para à CAPES, responsável por me manter em exclusividade, exercendo meu papel formativo na pesquisa.

Agradeço a todos que nessa vida conheci. De alguma forma nos ligamos, de alguma forma aprendi, de alguma forma cresci, de alguma forma sou mais do que antes, pois tive em minha vida todas essas pessoas para me ensinar a seguir o melhor caminho, a superar as dificuldades, a não desistir, a encontrar novos caminhos.

RESUMO

A presente pesquisa buscou compreender qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo de robótica educacional com estudantes do ensino médio. O trabalho iniciou-se a partir do desenvolvimento de atividades do Subprojeto de Matemática do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), em uma escola da rede estadual de Ensino de Minas Gerais. O processo de produção dos dados desta pesquisa foi realizado através do acompanhamento da trajetória de estudantes do ensino médio que participaram das oficinas de robótica na referida escola pública e foram selecionados para dar continuidade ao projeto na Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. Posteriormente, esses sujeitos estiveram envolvidos em atividades relacionadas aos campeonatos de Robótica, perpassando por diferentes espaços em escolas públicas e particulares de educação básica, Universidade e Organização Não Governamental. Os dados da pesquisa foram registrados por meio de fotografias, vídeos, notas de campo, documentos produzidos pelos participantes e oriundos da internet, como a rede social Facebook, questionários e principalmente entrevistas. No processo de análise dos dados, foram constituídos os seguintes eixos: Movimento de aprendizagem em Rede com Robótica, Os Diferentes Papéis nos Acontecimentos de Robótica e Experiências em Engenharia e Tecnologia. Por meio desses eixos passamos a compreender qual a trajetória do processo de constituição de uma rede de aprendizagem de robótica educacional que se encontra em expansão e consolidação. Nessa, os participantes da pesquisa exerceram diferentes papéis, os quais lhes deixam marcas responsáveis pela sua transformação. Como marcas mais evidentes, detectamos a construção e programação de robôs, as quais, à medida que se avançaram os estudos sobre o assunto, desenvolveram, nos sujeitos, autonomia, colaboração, compartilhamento e autoria tecnológica.

Palavras-chaves: Robótica educacional. Rede de aprendizagem. Papéis. Engenharia e Tecnologia. Ensino médio.

ABSTRACT

The present research sought to comprehend what is the development perspective of a collective work of educational robotics with high school students. The work started from the development activities Mathematics Sub Project of PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, Institutional Program of Initiation to Teaching Scholarship) in a school network from the state of Minas Gerais. The production process of data of this research was done through the follow up of high school students that participated in workshops robotics at the mentioned public school and were selected to continue the project at the Faculty of Mechanical Engineering in Federal University of Uberlândia (UFU). Subsequently, these students were involved in activities related to Robotics championships, elapsed through different spaces in public and private schools of basic education, University and Non-Governmental Organization. The data at the research were registered by photos, videos, field notes, documents produced by the participants and arising from internet like the social media Facebook, questionnaires and, mainly, interviews. At the analysis process of data the followed axes were constituted: Movement Learning Network with Robotics; The Different Roles at the Robotics Events and Experiences in Engineering and Technology. By this axes we understand what is the trajectory of the constitution process of a learning network in educational robotics that we find in expansion and consolidation. In this network the research participants performed different roles which left imprints responsible for their transformation. As a more evident imprint, we detected the robot construction and programming, which as for as they moved their studies forward, they developed the subject autonomy, collaboration, sharing and technological authorship.

Key words: Educational robotics. Teaching network. Roles. Engineering and Technology. High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foto do caminhão de lixo feito de material livre	28
Figura 2 – Ciclo multidirecional das áreas de significação das teses e dissertações.....	73
Figura 3 – Diagrama do tipo de espaços onde se desenvolveram as pesquisas de robótica educacional ou pedagógica.....	74
Figura 4 – Diagrama dos materiais utilizados nas pesquisas analisadas.	75
Figura 5 – Diagrama do nível de ensino em que ocorreram as pesquisas de robótica educacional ou pedagógica.....	76
Figura 6 – Materiais didáticos.....	95
Figura 7 – Equipamentos para manutenção de computadores	95
Figura 8 – Materiais didáticos para informática.....	96
Figura 9 – Laboratórios	98
Figura 10 – Fluxograma dos eixos de análise	105
Figura 11 – Laboratórios e sua disposição na escola	108
Figura 12 – Laboratório 1 – início	109
Figura 13 – Laboratório 1 – 1ª tentativa.....	109
Figura 14 – Laboratório 1 – organização final.....	110
Figura 15 – Laboratório de robótica educacional (L1).....	110
Figura 16 – 1º mapa da rede.....	111
Figura 17 – Recorte do grupo no Facebook	114
Figura 18 – Roda-Gigante	115
Figura 19 – Logomarca da equipe MoonyDroide	115
Figura 20 – Logotipo da equipe RobotStorms em 2012	116
Figura 21– Logomarcas da equipe RobotStorms em 2012	116
Figura 22 – Sistema de transmissão	119
Figura 23 – Segunda turma de iniciantes da robótica	123
Figura 24 – Robô Castor Bot.....	124
Figura 25 – Circuito e desafio.....	124
Figura 26 – Robô que reconhece objeto e sua cor.....	125
Figura 27 – Robôs do desafio.....	125
Figura 28 – Robô catador de lixo	128
Figura 29 – Testando sensor bússola.....	130
Figura 30 – Maquetes da ponte giratória e de um guindaste.....	130
Figura 31 – Jovens ensinando outros jovens	131
Figura 32 – Mapa da rede do projeto na escola.....	132
Figura 33 – Montagem do tapete de competição	136
Figura 34 – Logomarca RobotStorms para o torneio	138
Figura 35 – Logomarca RobotStorms2 para o torneio	138
Figura 36 – Logomarca RobotStorms final para o torneio FLL.....	139
Figura 37 – Estande da RobotStorms.....	139
Figura 38 – Mapa da rede final de 1º torneio de robótica	144
Figura 39 – Mapa da rede na universidade.....	147
Figura 40 – Mapa da rede em 2013.....	152
Figura 41 – Mapa da rede em 2014.....	153

Figura 42 – Almoço no Restaurante Universitário da UFU	154
Figura 43 – Mapa da rede em 2015	154
Figura 44 – Kit Mindstorms 9797	164
Figura 45 – Print da Janela do <i>software</i> NXT 2.0.....	165
Figura 46 – Print da tabela de Valores para a temporada 2012-2013	172
Figura 47 – Protótipo de dispositivo de emergência	175
Figura 48 – Comentário de um integrante da equipe Robot Storms	176
Figura 49 – Post com soluções para o problema de recreação	177
Figura 50 – Comentário sobre o post	177
Figura 51 – Jogo de damas	178
Figura 52 – Torre de Hanói	178
Figura 53 – Jogo Liga liga.....	179
Figura 54 – Recorte do comentário presente na avaliação do projeto de pesquisa	179
Figura 55 – Recorte do comentário presente na avaliação do projeto de pesquisa	180
Figura 56 – Cataegis primeira versão.....	181
Figura 57– Cataegis.....	181
Figura 58 – Cataegis nova versão	182
Figura 59 – Valores FLL.....	184
Figura 60 – Comentário dos juízes.....	187
Figura 61 – Exemplo de partida da Robocup jr rescue	195
Figura 62 – Logotipo e logomarca da equipe.....	196
Figura 63 – Arena de treino na universidade	197
Figura 64 – Encruzilhada	198
Figura 65 – Fotografia da tela de resultados	199
Figura 66 – Fotografia do Resultado do torneio.....	204
Figura 67 – Resultados das equipes TBR 2014/2015.....	209
Figura 68 – Primeira montagem de robótica	219
Figura 69 – Fotografia do kit após retirada a tampa.....	220
Figura 70 – “Castor Bot” feito por um grupo.....	221
Figura 71 – Ícone do motor na programação	222
Figura 72 – Integrante da equipe Wall-e mostrando sua cocriação.....	223
Figura 73 – Robô construído pela equipe Wall-e.....	224
Figura 74 – Robô equipe RobotStorms	225
Figura 75 – Sensor ultrassônico	225
Figura 76 – Sensor de toque	225
Figura 77 – Robô Moto do Batman.....	227
Figura 78 – Sensor de som	228
Figura 79 – Programação do Robô Moto	228
Figura 80 – Programação roda-gigante usando sensor de toque	229
Figura 81 – Ícone da função Loop	230
Figura 82 - Programação roda-gigante versão 2	230
Figura 83 – Programação roda-gigante desafio 2.....	231
Figura 84 – Roga-gigante no Geogebra	232
Figura 85 – Roda-Gigante LDD.....	234
Figura 86 – Print grupo RobotStorms	236

Figura 87 – Braço mecânico.....	237
Figura 88 – Lançador de bolas	238
Figura 89 – Cofre	238
Figura 90 – Robô competidor 1 com esteira	242
Figura 91 – Robô competidor 2.....	242
Figura 92 – Papai Noel da equipe Wall-e.....	242
Figura 93 – Aranha equipe MoonyDroide	243
Figura 94 – Programação aranha MoonyDroide	243
Figura 95 – Robô competidor 3.....	244
Figura 96 – Robô competidor 4.....	244
Figura 97– Sistema de transmissão	244
Figura 98 – Tapete e mesa montados visão oeste	246
Figura 99 – Tapete e mesa montados visão leste	247
Figura 100 – Disposição das mesas para treino e competição	247
Figura 101 – Missões do tapete de competição.....	248
Figura 102 – Missão 01	249
Figura 103 – Disposição dos retalhos	249
Figura 104 – Posicionamento das bolas e pontuação	251
Figura 105 – Cataegis primeira versão.....	253
Figura 106 – Estrutura para missões de empurrar objetos	254
Figura 107 – Cano flexível.....	254
Figura 108 – Haste para missão do fogão	255
Figura 109 – Garra e catapulta	255
Figura 110 – Alavanca	256
Figura 111 – Alavanca acionada	256
Figura 112 – Cataegis antes do torneio	257
Figura 113 – Programação final antes do torneio.....	258
Figura 114 – Programação Bolas azuis	258
Figura 115 – Programação Boliche	258
Figura 116 – Bricx Command Center	261
Figura 117 – Arena de treino sendo apresentada na escola.....	262
Figura 118 – Robô para OBR.....	263
Figura 119 – Programação em linha do robô da OBR	264
Figura 120 – Programação em linha do robô OBR no desvio de objeto	265
Figura 121 – Robô premiado.....	271
Figura 122 – Troféu de Tecnologia e Engenharia do TMR 2013	272
Figura 123 – Projeto do Sujeito 1.....	274

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tabulação das dissertações e teses de acordo com suas pós-graduações.....	77
Quadro 2 – Relação das dissertações e teses analisadas em relação às universidades no decorrer dos anos.	79
Quadro 3 – Acontecimentos, papéis e suas marcas no sujeito.	213

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos da participação do Torneio FLL.....	193
Tabela 2 - Pontuação na OBR.....	198

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEMEPE	Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta
CEP	Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EMA	Espaço Multirreferencial de Aprendizagem
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
LEC-UFRGS	Laboratório de Estudos Cognitivos
SEED	Ministério de Educação e Secretaria de Educação a Distância
NUPEME	Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
NIES	Núcleo de Informática na Educação Superior
OA	Objetos de Aprendizagem
OEA	Organização dos Estados Americanos
OLPC	One Laptop per Child
ONG	Organização Não Governamental
OBR	Olimpíadas Brasileiras de Robótica
PROEX	Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis
BIC JR	PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR DA UFU
PIBIC JR	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
RE	Robótica Educacional
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
TMR	Torneio Mineiro de Robótica
TBR	Torneio Brasil de Robótica
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS
UCA	UCA (Um computador por Aluno)
UNIUBE	Universidade de Uberaba (UNIUBE)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 ROBÓTICA EDUCACIONAL NO BRASIL: UM BREVE CENÁRIO.	38
3 SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	81
3.1 PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	83
3.1.1 Notas de campo.....	83
3.1.2 Fotografias.....	85
3.1.3 Filmagens das atividades de robótica.....	86
3.1.4 Produção de documentos	87
3.1.5 Aplicação de questionários	89
3.1.6 Aplicação de entrevistas	89
3.2 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	91
3.2.1 Planos de recrutamento, critérios de inclusão e exclusão	91
3.2.2 A ESCOLA PESQUISADA	92
3.3 O MATERIAL USADO NA PESQUISA.....	98
3.3.1 Material de robótica	98
3.4 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ALUNOS	99
3.5 OS SUJEITOS DA PESQUISA	99
4 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	102
4.1 EIXO I – MOVIMENTO DE APRENDIZAGEM EM REDE COM ROBÓTICA	106
4.1.1 Da universidade para a escola.....	107
4.1.2 Trabalhando com robótica na escola.....	112
4.1.3 Envolvimento no Torneio de Robótica da FIRST LEGO League (FLL)	133
4.1.4 Envolvimento do trabalho coletivo na universidade	145
4.1.5 Envolvimento do trabalho com outros torneios de robótica	150
4.2 EIXO II – OS DIFERENTES PAPÉIS NOS ACONTECIMENTOS DE ROBÓTICA.....	159
4.2.1 “Lego, para mim, eram só aquelas pecinhas. Nem existiam essas outras.” : Aluno no projeto de robótica	160
4.2.2 “Eu senti meio que um peso nas costas. Agora eu sou um aluno monitor, agora vou ensinar.”: Monitores no projeto de robótica	166
4.2.3 “era uma experiência a mais, de participar de torneio, de participar de um projeto de robótica. Tudo é positivo.”: Equipe de competidores (papéis) da fll e obr	169
4.2.3.1 Torneio De Robótica Da First Lego League (FLL)	170
4.2.3.2 Olimpíada Brasileira De Robótica (OBR)	194
4.2.4 “nós fomos técnicos. Então, foi, tipo, foi o começo da gente aprender como é que, a gente saiu de competir para meio que treinadores de competidores.”: Técnicos de equipes.....	202
4.2.4.1 Torneio Mineiro de Robótica do ano de 2013	202
4.2.4.2 Torneio Mineiro de Robótica e Torneio Brasil de Robótica de 2014-2015	206
4.2.4.3 Universidade e Torneio Brasil de Robótica de 2015-2016	211
4.3 EIXO III – EXPERIÊNCIAS EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA.....	217
4.3.1 A montagem e programação para o torneio FLL	246
4.3.2 A montagem e programação na universidade.....	261

4.3.3 A montagem e programação em outros torneios e na universidade	271
CONSIDERAÇÕES FINAIS	279
REFERÊNCIAS	290
ANEXOS.....	305
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DA CEP-UFU	305
ANEXO B – AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO.....	308
ANEXO C – ORÇAMENTO KIT DE ROBÓTICA DA LEGO EDUCACIONAL	309
ANEXO D – DIÁLOGO NO FACEBOOK SOBRE MONTAGEM DA RODA-GIGANTE USANDO LDD E GEOGEBRA	311
ANEXO E – TUTORIAIS DE PROGRAMAÇÃO.....	312
ANEXO F – <i>BANNERS</i> LEONARDO DA VINCI	315
ANEXO G – <i>BANNER</i> VISITA AO ABRIGO	320
ANEXO H – <i>BANNER</i> PROJETO DE PESQUISA	321
ANEXO I – AVALIAÇÃO PROJETO DE PESQUISA EQUIPE ROBOT STORMS	322
ANEXO J – SCREENSHOT DAS MISSÕES DO TAPETE.....	324
ANEXO K – AVALIAÇÃO DA EQUIPE ROBOT STORMS EM PROJETO DE ROBÔ.....	326
ANEXO L – PONTUAÇÃO DA EQUIPE ROBOT STORMS	328
ANEXO M – AVALIAÇÃO DA EQUIPE ROBOT STORMS NOS CORE VALUES	330
ANEXO N – CAMISETA ROBOT STORMS.....	332
ANEXO O – RELATÓRIO FINAL PROJETO ENGENHARIA.....	333
ANEXO P – <i>BANNER</i> EQUIPE MM	343
ANEXO Q – <i>BANNER</i> EQUIPE GUERREIROS DE AÇO.....	344
ANEXO R – <i>BANNER</i> EQUIPE 8 DE OUROS.....	345
ANEXO S – QUESTÕES DA ENTREVISTA 1.....	346
ANEXO T – QUESTÕES DA ENTREVISTA 2	348
ANEXO U – QUESTÕES DA ENTREVISTA 3.....	349
ANEXO V – QUESTÕES DA ENTREVISTA 4.....	350
ANEXO W – QUESTIONÁRIO	351
ANEXO X – QUESTIONÁRIO	355
ANEXO Y – RESULTADO DE MODELAGEM MATEMÁTICA.....	356

1 INTRODUÇÃO

“[...] quando falo de minhas experiências, refiro-me à minha pessoa, à formação da minha personalidade, ao processo cultural-existencial que os alemães chamam de *Bildung*, e não posso negar que a história marcou em cheio com seu selo as experiências que marcaram minha personalidade” (LARROSA, 2014, p. 48).

Neste capítulo, pretendo resgatar e justificar a partir de experiências formativas o que me levou ao trabalho desta tese de doutorado com robótica educacional (RE). Iniciar por essa abordagem é comum em meu grupo de pesquisa, por uma questão histórica. Mas, a partir da leitura da tese de Maria do Rosário Paim Santana, de 2009, encantei-me pelo seu argumento, que, se há dúvida por onde começar, façamos isso por nós mesmos. E é justamente isso que irei fazer, tecer as escolhas da minha vida, que culminaram neste trabalho. Entendo que os principais caminhos e experiências foram construídos coletivamente com os integrantes do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME)¹ da Universidade Federal de Uberlândia (UFU),

Constituído até o momento por profissionais e pesquisadores da área de Computação, Educação e Ciências Exatas, tem como propósito o desenvolvimento de recursos tecnológicos e a discussão do uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação na educação. Nesse enfoque, buscamos desenvolver linhas de pesquisa e atividades de extensão junto às escolas, promover o intercâmbio com grupos de pesquisa e investigadores com interesses afins e socializar resultados de investigação desenvolvidas neste campo (SOUZA JÚNIOR et al., 2010, p. 7).

Esse meio me marcou muito na forma de pensar e agir coletivamente. Participando de experiências formativas e de transformação, aprendi juntamente com integrantes do NUPEME a tentar sair de currículos passivos para um movimento de busca pelo conhecimento e ação junto ao trabalho com robótica educacional em alguns espaços de ensino públicos.

Para que entendam toda a história, é preciso que eu descreva minha trajetória pessoal e profissional que se iniciou no ano de 2004. Considero importante relembrar essa experiência para situar o momento em que comecei a pensar no caminho da robótica. Com base nas minhas memórias, foi com minha primeira iniciação científica na graduação em Matemática,

¹ Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5160873887039670>> ou <<http://nupeme.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 14 março 2015.

na qual desenvolvi um projeto intitulado “Informática na Educação Matemática”, com aporte teórico em José Armando Valente e Seymour Papert. Esses autores chamaram muito a minha atenção para a possibilidade de ensino por meio dos computadores e o uso do *software* LOGO. O estudo possibilitou-me compreender a importância que o brinquedo teve para Papert produzir suas ideias, principalmente as engrenagens.

Primeiro, elas faziam parte de meu ‘cenário’ natural, estavam embutidas no mundo ao meu redor. Por isto pude encontrá-las sozinho e me relacionar com elas à minha própria maneira. Segundo, as engrenagens faziam parte do mundo dos adultos que me cercavam e através delas eu podia sentir como as engrenagens giravam imaginando meu corpo girando. Isso me possibilitou usar o meu ‘conhecimento do corpo’ para pensar sistemas de engrenagens. E finalmente, porque em todos os sentidos reais a relação entre engrenagens contém grande quantidade de informação matemática, eu podia usá-las para pensar sistemas formais. Isso mostra como as engrenagens me serviam como um ‘objeto de pensar’. Foi assim que as utilizei em meu desenvolvimento como matemático. As engrenagens me serviram também como um ‘objeto de pensar com’ em meu trabalho de pesquisa educacional (PAPERT, 1985, p. 25).

Se para Seymour Papert as engrenagens foram seu propulsor ao conhecimento, eu visualizava outro ponto: a máquina, o computador, um estímulo para entender sua relação com o processo educacional, com a construção de conhecimento. Era preciso investigar o potencial da informática na educação. Como mencionado anteriormente, 2004 foi um ano de investigação, procurando resolver inquietações. Nesse processo, também fiz parte de um projeto de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (OA) da extinta Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) do Ministério de Educação e Secretaria de Educação a Distância (SEED).

O projeto RIVED, inicialmente chamado de Rede Internacional Virtual de Educação, foi um trabalho colaborativo de três países da América do Sul (Venezuela, Peru e Brasil), elaborado em 1999 e colocado em prática em 2000. No seu início, foi financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento, pela UNESCO e por países participantes. Em certo momento, o Brasil ficou sozinho no projeto, devido ao seu avanço no desenvolvimento de objetos de aprendizagem, desligando-se dos outros países e formando o novo projeto RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação. No decorrer dos anos, em algumas instituições a produção de OA parou. A UFU em 2011 produziu seus últimos objetos para o projeto.

Para nós, o objeto de aprendizagem foi entendido a partir da definição de Wiley (2000), que o definia como todo recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem. Assim, ao colaborar no desenvolvimento de nossos objetos de aprendizagem,

procurou-se construir estruturas digitais capazes de instruir e estabelecer um desequilíbrio cognitivo sobre o tema trabalhado, buscando ao final do uso do objeto uma aprendizagem conceitual e contextualizada composta de debate e pesquisa. Percebam que nesse momento eu não estava sozinho, eu fazia parte de um coletivo, e, pensando que minha história é também desse coletivo e a desse coletivo, minha, haverá momentos em que farei uso da primeira pessoal do plural, para não desmerecer a importância dos outros no processo de fazer.

Em muitas de nossas discussões sobre a definição de objeto de aprendizagem, uma denominação também permeou nossas mentes, a de artefato digital. Souto (2013), ao discutir sobre definição de artefato e objeto, estabelece que, no momento em que o referido instrumento age como um mediador das ações do sujeito na construção do conhecimento, é considerado um artefato. Já quando se transforma na atividade do sujeito, torna-se um objeto.

Souto (2013, p. 4) ainda expõe que *objeto* deve ser entendido como a “matéria-prima” ou o “espaço-problema” para o qual o sistema de atividade é dirigido. E, para se alcançar esse nível de constituição, é preciso “pensar com” a mídia, a tecnologia, de modo a constituir um espaço onde os pensamentos possam sofrer momentos de desequilíbrio e equilíbrio cognitivos.

Segundo Souto (2013, p. 9), as mídias podem ocupar tanto o papel de artefatos como o de objeto, mais que isso, elas podem desempenhar um duplo papel, ou seja, ocupar o lugar de objeto sem deixar de ser artefato. A partir dessas definições, é possível hoje caracterizar como artefato e objeto o OA “Transbordando Conhecimento”, que construímos no projeto RIVED. Para trabalhar um objeto de aprendizagem cujo objetivo é desenvolver capacidades em identificar e solucionar problemas inseridos no cotidiano das pessoas, a partir do conceito de funções e suas grandezas, optou-se por explorar o tema “Água por meio da utilização do computador”. Tal trabalho

[...] nos revelou a importância da integração com o livro didático, fitas de vídeos, material fornecido por empresas de tratamento de água (fitas de vídeos, informações sobre o processo de cobrança da água e aplicativos de simulação), dados de pesquisa fornecidos por estações meteorológicas, sites de escolas entre outros (BARBOSA et al., 2005, p. 11).

O desenvolvimento do tema “Água” não foi uma tarefa simples, principalmente quando se pretende integrá-lo com a informática e a modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem. A complexidade dessa prática pedagógica nos levou a refletir sobre a importância do trabalho coletivo na produção e na socialização dos diferentes saberes docentes envolvidos (BARBOSA et al., 2007, p. 10).

Toda essa experiência coletiva de testar o OA “Transbordando Conhecimento” foi validada e registrada por Rodrigues (2006). Atualmente, entendemos como parte do processo de transposição de característica de objeto para artefato e vice-versa. Essa compreensão foi importante no entendimento da robótica em diferentes momentos de ensinar e aprender.

Agora, falando dos trabalhos de investigação e produção nos anos seguintes, tive a oportunidade de integrar a equipe e trabalhar com *Webquest*, definida por Bernie Dogde como “uma sistemática de pesquisa orientada, na qual algumas, ou todas as bases de conhecimento – com as quais os aprendizes interagem – são originadas de recursos da Internet”. (DOGDE, 1995). Em linhas gerais, a metodologia *WebQuest* é uma pesquisa orientada na forma de páginas na *Web*, que busca nesses novos avanços da comunicação e da tecnologia fazer melhor uso da rede mundial de computadores no processo de ensino e aprendizagem (BARBOSA; CINTRA; SOUZA JR., 2009, p. 6).

Era uma metodologia nova na época, mas encontrava uma barreira de desenvolvimento técnico, ou seja, a falta de conhecimento de informática, programação e construção de páginas para a internet inviabilizava sua construção por professores e seu uso em sala de aula. Além disso, as condições de espaço nas escolas que não tinham computadores e nem acesso à internet poderiam ser um grande impedimento. Essa última razão, no entanto, estava em processo de mudança. No que diz respeito a investimento de informatizar e conectar as escolas, havia muitos projetos do governo federal nesse sentido. Em Uberlândia, por exemplo, as escolas estaduais já tinham laboratório com computadores para fins educacionais, que poderiam trabalhar com *Webquest*.

Com condições de trabalho, restava ao professor conhecer e criar *Webquest*. Buscando solucionar esse problema técnico e divulgar essa metodologia, foi aprovada uma parceria público-privada, para o desenvolvimento de um *software* de autoria capaz de resolver essa lacuna no processo de produção de recursos educativos digitais (*Webquest*) que fazem melhor uso da internet.

O projeto foi financiado pelo CNPq e iniciado no segundo semestre de 2005 mediante a estruturação de um grupo composto por um professor da Universidade Federal de Uberlândia, uma empresa privada, uma equipe pedagógica formada por dois estudantes do curso de licenciatura em Matemática e uma equipe tecnológica formada por dois alunos e dois graduados do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Uberlândia. O resultado foi o *software* “Author – Ferramenta de Autoria para Criação de *Webquest*”, que

[...] satisfaz as necessidades dos criadores de *WebQuest*, oferece, além de um *layout* e recursos de fácil manuseio, ajuda de utilização do *software* e também constitui-se em um tutorial sobre *WebQuest* com apoio teórico, tudo fundamentado na opinião de professores/autores de *WebQuest*. Entre os geradores existentes no mercado, o *software* disponibiliza as funções mais importantes encontradas em geradores com avançados recursos de comunicação e armazenamento das produções dos alunos, só encontrados em plataformas de EAD [...] (BARBOSA; CINTRA; SOUZA JR, 2009, p. 9).

Mesmo sendo parte das minhas funções no projeto oferecer apoio pedagógico e orientar nas necessidades dos professores e futuros autores de *Webquest*, toda essa experiência me permitiu aprender a importância de trabalhar com as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) na Educação e continuar buscando aprimorar as ferramentas educativas que possibilitem tornar os professores produtores de saberes em diferentes ambientes de ensino e de aprendizagem.

No ano de 2008, como professor da Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia, tive o prazer de realizar minha primeira orientação científica com estudantes do ensino fundamental. Orientei um grupo de estudantes do ensino fundamental em um programa da escola que visava iniciar os estudantes no campo da pesquisa científica. Nesse processo de orientação, o tema robótica foi o centro de discussão e trabalho durante todo o ano. Juntamente com estudantes e estagiários, buscamos aprender e estudar sobre a robótica. A construção do trabalho perpassou por um estudo teórico, no entanto, faltava algo para consagrar o trabalho. A falta de subsídio financeiro estava restringindo muito a criatividade de construir algo para a feira que não fosse um *banner* com teoria.

Durante uma das reuniões com os estudantes, um deles trouxe um vídeo, fruto de sua pesquisa na internet, mudando nossa história daquele encontro anual de Iniciação Científica Discente. O vídeo era de um robô autômato, denominado “Beetlebot”², e feito de materiais eletrônicos reaproveitáveis, alguns disponíveis em nossas próprias residências, e outros, em lojas de peças para eletrônicos, como motores e suporte de pilhas. O desejo de construir esse robô foi instigado pela sua simplicidade e facilidade aparente de aquisição dos materiais, frutos de sucata e de brinquedos dos próprios integrantes do grupo. Logo, o ano de 2008 é um marco da minha primeira experiência educativa concreta com robótica no âmbito livre.

O termo “livre” vem da robótica livre trabalhada por Cesar (2009) ou de robótica pedagógica livre (CESAR, 2013), a qual se refere à utilização de sucatas eletrônicas e *softwares* livres para a montagem de robôs. Esse processo é entendido como qualquer recurso

² Disponível: <<http://www.slideshare.net/acessasp/tutorial-beetlebot>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

eletrônico que possa ser aproveitado, oriundo da sucata ou não, mas que seja flexível no processo de construção.

Além dos materiais serem livres, os estudantes tinham a liberdade de escolher e fazer diferente. Tanto que o grupo foi criativo ao expor seu trabalho. Considerando que o seu primeiro robô foi a reprodução de um já existente, mostrar um robô funcionando no local de apresentação atraiu a atenção de colegas e pais, um verdadeiro reconhecimento ao esforço e trabalho daquele grupo. O importante nessa experiência foi ver que são capazes de fazer.

A capacidade de autonomia, criatividade e produção devem ser mais exploradas com os estudantes, buscando uma diferenciação do currículo educacional muitas vezes praticado atualmente, que é “passivo, baseado em aulas expositivas não é somente uma prática pedagógica pobre. É o modelo de ensino mais compatível com a promoção da autoridade dominante na sociedade e com a desativação da potencialidade criativa dos alunos” (FREIRE; SHOR 2011, p. 28). A forma como a iniciação daqueles estudantes ocorreu já era uma mudança na prática de aprender, eram seus primeiros passos em direção à liberdade, estavam ali transgredindo uma prática passiva de exposição.

Na condição de orientador-aprendiz, manifesto meu sentimento como explosivo. Foi maravilhoso ter visto o robô “Julia I”, homenagem à única menina do grupo, movimentar-se pela sala e ver o sorriso dos estudantes de missão cumprida, de que eles podem fazer. Acredito que uma razão do sucesso esteve na relação que tive com os estudantes, apoiando-os, acreditando em sua capacidade, trabalhando. Os estudantes ali estavam sendo parte do rigor científico, rigor no sentido de “desejo de saber, uma busca de resposta, um método crítico de aprender” (FREIRE; SHOR, 2011, p. 18).

Os estudantes foram integrados ao processo de constituição do saber, não estavam recebendo tarefas a serem cumpridas, estavam pesquisando e socializando seus resultados e debatendo juntos – estudantes e professor – como e quais caminhos seguir em busca do conhecimento. “A educação deve ser integradora – integrando os estudantes e os professores numa criação e recriação do conhecimento comumente partilhadas” (FREIRE; SHOR, 2011, p. 24).

Todos os registros dessa experiência foram analisados posteriormente, tornando-se um trabalho de conclusão de uma especialização em ensino de Ciências e permitindo concluir que o trabalho com a robótica educacional é

[...] uma estratégia de ensino interessante ao possibilitar ao estudante uma visão sistêmica da construção do conhecimento. Revelou que é possível ao aluno interessado, a construção de conhecimentos e habilidades essenciais à

compreensão da montagem e funcionamento de robôs simples. E o mais importante, que a utilização do conhecimento apropriado em situações reais (resolução de problemas), de forma intencional e com sucesso, que é o objetivo maior da Ciência, também pode ser atingida, constituindo-se na efetiva demonstração de uma aprendizagem significativa (BARBOSA, SOUZA JR, TAKAHASHI, 2010, p. 11).

Estava documentado um marco inicial de práticas e pesquisa com robótica educacional para nós, os integrantes do núcleo NUPEME. Tudo isso começou principalmente das intenções de pesquisa dos coordenadores do núcleo, Arlindo José de Souza Jr. e Carlos Roberto Lopes, em trabalhar o tema. Meu papel foi iniciar os testes e aprender com os erros e acertos. A verdade é que eu não sabia o caminho, ele foi sendo construído no decorrer dos dias, juntamente com os estudantes. Tanto o professor como os estudantes estavam em processo de aprendizagem.

Após a primeira experiência, no ano de 2009, dava-se início a uma pesquisa sobre robótica na educação pelos integrantes do NUPEME, sendo eu parte integrante da equipe. Essa pesquisa, fomentada pela Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis (PROEX) da UFU, foi um projeto de extensão, era a segunda experiência do núcleo, dando continuidade à iniciativa desenvolvida em 2008. O objetivo do projeto buscou trabalhar a Matemática na e com a robótica, tendo como participantes estudantes do 9º ano do ensino fundamental. O espaço para o desenvolvimento desse projeto foi uma escola pública municipal de Uberlândia. Inicialmente, contamos com o apoio da direção da escola e com a participação da professora de Matemática. À medida que o projeto avançava, ganhamos mais apoiadores, como foi o caso das professoras do laboratório de informática.

Em termos de construção robótica, utilizamos materiais eletrônicos recicláveis e, trabalhamos com uma modalidade de robótica intitulada “robótica livre”, em razão de naquele momento ainda não termos recursos suficientes para aquisição de kits próprios de robótica. O que não podíamos era aguardar as condições perfeitas de trabalho, precisávamos começar com as condições disponíveis, pois essa era a realidade da escola.

Em meio ao desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa e trabalho com robótica na escola, na cidade de Uberlândia realizava-se um evento científico para as escolas, intitulado “XIV Ciência Viva 2009”. O evento era uma exposição dos projetos científicos desenvolvidos nas escolas sobre a temática do evento e/ou para a solução prática e criativa ao desafio proposto. A promoção desse evento é coordenada por integrantes do Museu Diversão com Ciência e Arte, Instituto de Física da UFU, Superintendência de Ensino, Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta (CEMEPE), com o apoio de instituições

privadas do setor empresarial, da Universidade Federal de Uberlândia e de órgãos de fomento à pesquisa.

Na trajetória de pesquisa da robótica na educação, nós, integrantes do NUPEME, julgamos esse momento como o primeiro a construir uma conexão com outras pessoas, que estavam desenvolvendo ações com robótica também em escolas públicas de Uberlândia. Durante o evento “XIV Ciência Viva 2009”, conhecemos dois grupos, cada um de uma escola estadual de Uberlândia, apresentando seus projetos de robôs. Ambos os grupos foram convidados a irem à escola municipal onde estávamos desenvolvendo nosso projeto para compartilhar seus saberes e seu trabalho com outros jovens interessados no assunto.

A primeira apresentação foi a de um grupo de estudantes do ensino médio que desenvolveu robôs feitos de materiais eletrônicos descartados e foram apresentados na “XIV Ciência Viva 2009”. Os robôs que eles desenvolveram estavam mais próximos do nosso projeto e dos nossos recursos. Percebíamos criatividade nos robôs em dar movimento usando motores, como os vibradores de celular, que são motores com contrapeso. Eram projetos simples, que chamavam a atenção e mostravam que também podíamos fazer.

Desse grupo, as frases seguintes recortadas de sua apresentação oral merecem registro para a história: “agora vamos mostrar a prática, no modo de reciclagem... robôs, tudo, criados pela gente, por nós, é tudo material simples” (fala dos apresentadores em 29/10/2009 em registro de vídeo). O importante aqui não é o material, mas a iniciativa em fazer e a ação de ser autor de algo. Mesmo simples, o importante é começar e buscar agregar materiais e investimentos; aprender mais. A realidade daquele grupo só permitia acesso a um tipo de material, mencionado por eles como simples e reciclado.

O segundo grupo a apresentar seus trabalhos também era formado por estudantes do ensino médio de outra escola pública, que produzia robôs utilizando placas programáveis adquiridas com patrocínio de uma instituição de ensino particular e um vereador da cidade. Esses projetos de robótica nessas escolas eram pontuais, ou seja, apenas com um grupo de estudantes e um professor.

Referente ao trabalho do segundo grupo, merece destaque que o apoio, tanto da escola, do professor e de patrocínios externos, permitiu que esses alunos tivessem os recursos/materiais capazes de fazer de seus projetos realidade, tanto que um dos robôs que nos foi apresentado já tinha sido exposto em um programa televisivo intitulado “Tudo é Possível”, da apresentadora Eliana, na Rede Record de Televisão, no ano de 2009. Esse momento

histórico pode ser visto no site de compartilhamento de vídeos YouTube com o nome “Cientista do Futuro – Adilmar Dantas”³.

O que sabemos sobre o que aconteceu com esses grupos, após concluir o ensino médio, é que alguns deles ainda mantiveram ligações com a escola onde tudo começou, fazendo parte agora da organização das feiras científicas que um dia eles participaram e também trilhando o caminho da iniciação científica na universidade.

Criou-se um vínculo entre os que já tinham experiência com robótica, ajudando os que estavam iniciando sua busca pelo conhecimento com e através da robótica. Uma conclusão sobre a participação dessas escolas foi que as duas escolas que realizaram apresentações para os estudantes no ano de 2009 tinham resultados diferentes, dentro das possibilidades financeiras e humanas de trabalho. Ao convidarmos os estudantes para fazer a apresentação de seus trabalhos, estávamos iniciando uma troca de saberes, estabelecendo relações de cooperação.

Até então esse tipo de prática não estava no planejamento do projeto, foi um gesto sincero de fazer juntos. Nesse processo, a internet foi a maior ligação entre os estudantes, e a rede social Orkut foi uma ferramenta de comunicação e troca, além de *e-mail*. Era um avanço para o grupo de robótica, com estudantes do 9º ano, receber instrução e dicas de outros estudantes, além de uma motivação.

No ano seguinte, 2010, foi dado prosseguimento ao projeto, no mesmo espaço da escola, procurando melhorar a metodologia de trabalho, com mais desafio, novas funções aos estudantes, mais construção com investigação, crítica e autoral. Esse trabalho deu-se com novos estudantes do 9º ano, muitos novos, pois o trabalho resultante do ano anterior e comentado pelos participantes nos corredores da escola atraiu um grande número de interessados. Considerando que o projeto trabalhava com poucos recursos materiais e humanos e espaço físico muito concorrido. As estratégias de trabalho nesse ano seriam oficinas semestrais que buscassem atender ao máximo de estudantes.

Para ajudar, em 2010, outra ferramenta tecnológica que ganhou minha atenção foi o *blog*. Nunes (2010) nos ensinou que a construção dos *blogs* pelos seus autores torna-se um momento único, particular de cada sujeito. Sua pesquisa sobre TICs e formação de professores permitiu enxergar que a

[...] busca pela intensa utilização do computador e da Internet – *webquest/blog* – nos processos formativos, como novas estratégias de diálogo/interação com os alunos, objetivando-se, dessa maneira, uma

³ Disponível em: <<http://youtu.be/Fmm-2i83GI>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

Educação on-line, que dialogasse com o aluno da Educação básica. O que, em outras palavras, poderia ser traduzido como uma necessidade de aproximação da cultura escolar à cultura do educando (NUNES, 2010, p. 88).

Até então, minhas experiências formativas eram em partições, restava pensar e trabalhar a possibilidade das TIC se fundirem ou serem integradas umas às outras. Como o apoio de integrantes do NUPEME, fizemos uso do potencial do *blog* e da Webquest na mesma plataforma, uma fusão que pode ser chamada de “QuestBlog⁴”. Criamos um *blog* mestre, onde orientamos atividades de produção com formato de Webquest. Os estudantes também construíram seus *blogs*, como seus espaços de autoria e registro de sua participação nas atividades. Além do *blog*, usamos como instrumentos de pesquisa no mestrado: vídeos, fotografias, questionários e entrevistas de forma a constituir o máximo de dados possíveis.

Foi preciso superar o medo, aplicar e refletir sobre os resultados. Isso veio com a experiência profissional e trabalho coletivo, cujos conhecimentos teóricos seriam testados com a prática, levando em consideração os limites de liberdade que um professor tem no ritmo de produção da escola.

O projeto na escola estava ganhando uma organização, a forma das oficinas, os projetos, mas não deixando de agregar novas ideias, testar novos caminhos. Uma mudança ocorreu no final do primeiro semestre e foi decidido formar um grupo de estudantes que seriam monitores dos novos estudantes, tutores das equipes formadas. Eram jovens ensinando aos seus colegas o que tinham aprendido.

Esse caminho permitiu formar uma equipe, um coletivo de estudantes, que veio a participar do evento “Ciência Viva de 2010”, no qual passamos de telespectadores para expositores de nossos resultados de robótica, expondo o trabalho com robótica livre e com o uso de um kit de robótica da LEGO® Education. Quando falo em nós, deve-se esclarecer que os principais personagens eram os estudantes do 9º ano do ensino fundamental, que estavam ali apresentando suas criações robóticas, suas ideias e aprendizagens construídas juntamente os professores envolvidos no projeto. O reconhecimento de nossa equipe estava expresso na quantidade de visitantes ao *stand* por outras equipes, público e até mesmo da mídia televisiva.

O reconhecimento de um esforço em trabalhar robótica só poderia mesmo ser recompensado com o sorriso de felicidade dos jovens que ali estavam todo o tempo, atendendo e explicando com clareza e certeza do que viveram e produziram. Infelizmente, o futuro não reservou prosperidade desse projeto na escola. Em virtude de cortes em apoio a

⁴ Termo pessoal para designar a junção da Webquest com *blog*.

projetos no contraturno, não foi possível que a professora de Matemática acompanhasse as atividades.

Todo esse trabalho com robótica, desde o segundo semestre de 2009 ao final de 2010, fez parte da constituição de dados de uma dissertação de mestrado. Os trabalhos com robótica e meu projeto de pesquisa começaram antes de meu ingresso ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, na linha de Saberes e Prática Educativas, ou seja, enquanto mestrando em 2010. Minha proposta de pesquisa já estava em andamento desde o segundo semestre de 2009.

Ingressar no mestrado permitiu uma produção científica mais elaborada, ou seja, permitiu registrar nossas reflexões, saberes e experiência na forma de uma dissertação de mestrado, cujo título foi: “Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As Artes do Fazer”. A ênfase que estávamos dando no título à escola pública deve-se ao fato de ser um projeto de robótica desenvolvido para e com estudantes da escola pública do ensino fundamental, dentre as escolas particulares de mesmo nível educacional na cidade, que já tinham robótica. Mais do que ser o espaço, eram recursos financeiros da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), recursos públicos, cujo destino mais correto é desenvolver uma pesquisa em um espaço público, em uma instituição de ensino pública.

Quando usamos a ideia “artes do fazer”, estamos nos baseando no filósofo Michel de Certeau, o qual, no livro *A invenção do Cotidiano*, diz que “A arte é, portanto, um saber que opera fora do discurso esclarecido e que lhe falta. Mais ainda, esse saber-fazer precede, por sua complexidade, a ciência esclarecida” (CERTEAU, 1994, p. 137). Entendemos nesse sentido a relação de que muitas das produções científicas em robótica estão pautadas no fazer, no viver.

Durante séculos, o saber humano havia sido entendido como um *páthei máthos*, como uma aprendizagem no e pelo padecer, no e por aqui que nos acontece. Este é o saber da experiência: o que se adquire no modo como alguém vai respondendo ao que vai lhe acontecendo ao longo da vida e no modo como vamos dando sentido ao acontecer do que nos acontece (LARROSA, 2014, p. 32).

Mesmo vivenciado, o pouco que enxergamos não se aprofundou em reconhecer as artes do saber com robótica. Foi possível concluir que um projeto constitui-se nas dimensões físicas, econômicas, mas, sobretudo, na condição humana. É preciso que os indivíduos pensem e ajam em prol do coletivo, como foi feito no nosso projeto de robótica, superando as dificuldades e estabelecendo relações de cooperação e troca de saberes para conquistar.

Ao abordar o processo de interação das atividades com os estudantes, compreendemos que a aprendizagem da Matemática ocorre no processo de interação, na produção e na programação dos robôs. Nesse momento de análise dos dados, buscou-se, com base na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel e Joseph Novak, encontrar os indicadores que mostrassem que o trabalho com robótica educacional teve, sim, uma aprendizagem significativa.

Os indicadores foram reconhecidos principalmente nos resultados dos questionários e entrevistas, além de diálogos em vídeos das atividades. Nesse processo de análise, ressaltou-se a importância do *blog* com a *webquest* em produzir dados com indicadores de que as atividades estavam ali construindo novos saberes com os estudantes e, por sua vez, uma aprendizagem significativa.

Toda essa análise permitiu concluir que o projeto, usando as mídias, conseguiu interagir com os sujeitos da pesquisa e colaborar no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem significativo, capaz de proporcionar uma aprendizagem em robótica, Matemática e em outras áreas de conhecimento que foram necessárias no decorrer do projeto.

Além disso, a forma como as atividades foram construídas, desde o “Aprendiz de Robótica” (que tinha como meta desenvolver um robô para uma aplicação) até o campeonato de catapultas (que tinha como objetivo relacionar o conhecimento de equações do 2º grau ao lançamento de um projétil), permitiu introduzir nessas e nas demais atividades de robótica um caráter totalmente lúdico, pois, baseando-se em Kishimoto (2002, p. 36), podemos classificar os robôs como brinquedos educativos (jogos educativos), uma vez que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa.

A análise final de dados, contemplava dois cenários de aprendizagem: complementar e de integração. Quando se desenvolveram as atividades de robótica apenas com material livre e, em seguida, repetimos a atividade utilizando um kit de robótica da LEGO® Education, alcançamos o que atribuímos ser um cenário de aprendizagem complementar, ou seja, quando uma abordagem de um mesmo tema, usando uma nova ferramenta tecnológica com recursos (*hardware*, *software* e metodológicos) diferentes da primeira, suprem mutuamente lacunas de aprendizagem.

Além desse cenário complementar, constituímos um cenário de integração quando integramos, em um mesmo projeto de robótica, recursos livres, sucatas e um kit de robótica proprietário, como o da LEGO® Education, obtendo um novo tipo de robô. O reconhecimento desse cenário ocorreu principalmente a partir da construção do projeto do robô catador de

lixo, que resultou no “caminhão de lixo” ou o que denominamos como robô de arquitetura híbrida (Figura 1).

Figura 1 – Foto do caminhão de lixo feito de material livre e kit de robótica da LEGO



Fonte: Elaborada pelo próprio autor e publicada em (BARBOSA, 2011, p. 146).

No projeto robótica, a metodologia de trabalho vinha sofrendo modificação ao longo dos semestres, até possibilitar um ambiente que contemplasse de forma ampla o trabalho dos recursos disponíveis e buscasse uma conexão com os conteúdos de Matemática. Esse estudo apontou a importância de constituir coletivamente ambientes de aprendizagem com robótica educacional e nos revelou que: se, por um lado, o conhecimento sobre as ferramentas utilizadas propiciou o aprimoramento do trabalho educativo, por outro lado, as práticas educativas melhoradas podem incorporar mais ferramentas tecnológicas. Corroborando, assim, que

É preciso utilizar as novas tecnologias como espaço de produção de conhecimento e não apenas formar consumidores de informação. É necessário alterar a ordem de uma escola de consumo de novas e de velhas tecnologias para uma escola de construtores de conhecimento, de sujeitos autônomos e criadores de significados (VIGNERON; OLIVEIRA, 2005, p. 138).

Nesse sentido, pauta nossa visão do que deve ser a integração das tecnologias da informação e comunicação no processo de trabalho educativo com a robótica e relativo ao ensino e aprendizagem da Matemática, ou seja, precisamos nos apropriar das tecnologias, para o desenvolvimento humano, capazes de criar, questionar, investigar, estabelecer conexões de conhecimento, produzir e ser independentes em sua vida.

Com o final do mestrado, nós não paramos. Esforços coletivos do NUPEME buscaram sempre novos desafios no contexto desafiador que é a escola. No fim de 2010, vi o início da primeira orientação do NUPEME de um estudante do ensino médio com o PROGRAMA

INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA ENSINO MÉDIO – PIBIC-EM – CNPq, onde estudantes de escola pública foram para a universidade aprender com projetos de pesquisa. Esse estudante da rede estadual de ensino foi orientado no “Projeto de Robótica no Ensino Médio – Trabalhando com Modelagem Matemática”. Além disso, de forma colaborativa, contribuí para a continuação das pesquisas e atividades de robótica, que reiniciaram em 2011, mas em outra escola, outro ambiente, outro contexto, com a participação também de uma professora de Matemática. Foi um esforço inicialmente solitário, faltaram pessoas e disponibilidade de tempo das que trabalhavam com robótica para apoiar o projeto em outro ambiente. Mesmo assim, o projeto na escola foi iniciado buscando, dentro daquela realidade e dos espaços disponíveis, desenvolver as atividades de robótica com estudantes do 7º ano do ensino fundamental.

Segundo Campos (2012, p. 11), “apesar do foco do projeto ser a robótica educacional, os estudantes passaram por um processo de inclusão digital para que as atividades pudessem ser acompanhadas mais frequentemente do que o encontro semanal marcado”. Além do conhecimento em robótica, havia uma preocupação em desenvolver um espaço de aprendizagem com inclusão digital, tanto que em seu trabalho, o pesquisador menciona que apenas um estudante possuía *e-mail*.

Analisando os contextos, estávamos saindo de uma escola localizada na zona Norte de Uberlândia. Segundo Pacheco (2011), a escola foi criada pelo Decreto Municipal Lei 5.430, de 16 de dezembro de 1991. Fomos para uma nova escola, denominada pelo pesquisador Moura (2013, p. 80) como “escola Verde”, de modo a não identificá-la por motivos éticos. Moura descreve:

Situada na periferia da cidade, num bairro de classe baixa e com alto índice de criminalidade, a Escola Verde – EV (usaremos esse pseudônimo para proteger a identidade da escola) – possui uma área de construção de 2.188,10 m² onde distribui 23 (vinte e três) salas de aula, sala de artes, sala de teatro, laboratório de informática, laboratório de ciências, biblioteca, sala para agentes de saúde, secretaria, direção, sala dos especialistas, sala dos professores, cantina, refeitório, pátio coberto, quadra coberta, sala do grêmio, almoxarifado, depósito, dois banheiros no piso superior e dois no térreo para alunos, cinco banheiros para funcionários e quiosque (MOURA, 2013, p. 80).

Em termos de estrutura física, ambas as escolas possuem um mesmo padrão, desde formato a aparato técnico, pois as escolas municipais de Uberlândia construídas a partir da década de 1990 tiveram plantas e orçamento oriundos do Governo Federal. O que torna essas escolas diferentes são os estudantes, o contexto social do bairro. O IDEB da escola Verde foi

de 4.3, estando abaixo da nossa primeira escola (IDEB de 5.7), na qual desenvolvemos robótica, e abaixo do IDEB do município, que em 2011 teve nota 4.6 (IDEB, 2013). Valores abaixo da média implicam em maior atenção em termos de investimento em outros projetos complementares, a fim de desenvolver e melhorar a qualidade de ensino.

Com isso, expomos os tipos de contextos nos quais têm-se realizado nossas pesquisas com robótica educacional. Nós, do NUPEME, buscamos novos espaços, novas parcerias de trabalho, os quais são novos desafios, além de um contexto social e público totalmente diferentes em uma mesma cidade.

A diversidade era um desafio metodológico para o grupo. Dessa forma, era preciso pensar as atividades de robótica de acordo com o novo contexto e as necessidades daquele ambiente. Era uma aprendizagem mútua, tanto dos estudantes que ali aceitaram participar como da equipe disposta a trabalhar. Em cada escola tínhamos públicos socialmente e economicamente diferentes, todos abertos à pesquisa, ao desconhecido, e dispostos a trabalhar.

Como já mencionado, a pesquisa iniciou solitária, um pesquisador abrindo espaço para que todo o grupo pudesse chegar e ali constituir-se novamente. Em termos de atividades, Campos (2012, p. 12) descreve que desenvolveu no primeiro semestre de 2011 uma montagem de um robô joaninha (*Beetlebot*) e de uma roda-gigante, buscando fazer relação das construções com conhecimentos matemáticos próprios do ano escolar que os estudantes estavam cursando. Fizemos essas mesmas montagens no meu mestrado.

Todo esse trabalho teve um momento marcante: a visita a um parque de diversão antes de iniciar as atividades da roda-gigante. Campos (2012, p. 21) descreve bem ao dizer que “A finalidade era enriquecer as futuras montagens com detalhes vividos pelos alunos naquela ocasião: eles deveriam ter certa propriedade do que iriam manusear”. E assim, no parque, dialogaram com o funcionário responsável pelo funcionamento da roda-gigante, conheceram seu funcionamento, ressaltaram entes geométricos aprendidos por eles na escola. Estavam ali fazendo uma relação do conhecimento com uma situação real que estavam vivenciando. Era um momento divertido e de agir diferenciado no parque, brincar, mas questionar como funcionava a roda-gigante.

Na escola, as atividades iniciaram-se primeiramente com montagens livres e utilização de materiais eletrônicos aproveitáveis, estávamos praticando uma modalidade de robótica denominada de livre. Em um dado momento, usaram-se os kits de robótica da LEGO® Education adquiridos no ano anterior, via projeto aprovado pela agência de fomento Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Até então, não tínhamos

realizado atividades longas com o kit, em razão principalmente da demora da chegada de todo o material.

Durante as atividades de robótica, um fator importante, mas superado com muito apoio do professor e pesquisador Campos (2012), foi o domínio da programação por parte dos estudantes. Mesmo sendo a programação em blocos, havia momentos em que os raciocínios lógicos de programação dos estudantes não eram facilmente convertidos na sequência correta de blocos capazes de executar o desejado. O papel do professor, ajudando a fazer, foi importante para estimular os estudantes e auxiliar no processo de aprendizagem.

Também em 2011, tivemos uma nova oportunidade de trabalhar em outro espaço. Era o princípio da minha pesquisa de doutorado. Ela constituiu-se no subprojeto fomentado pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Matemática, executado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em conjunto com algumas escolas públicas da cidade. O PIBID visa incorporar os graduandos ao contexto da docência e incentivar as licenciaturas. O Decreto Federal de julho de 2010, que regulamentou o programa, determina que:

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID, executado no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, tem por finalidade fomentar a iniciação à docência, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação de docentes em nível superior e para a melhoria de qualidade da educação básica pública brasileira (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2010).

Dentro desse objetivo geral do PIBID, outros objetivos específicos foram estabelecidos pela Brasil, Educação e Superior (2010, p. 26), os quais são:

- I) incentivar a formação de professores para a educação básica, apoiando os estudantes que optam pela carreira docente; valorizar o magistério, contribuindo para a elevação da qualidade da escola pública;
- II) elevar a qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições de educação superior;
- III) inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
- IV) proporcionar aos futuros professores participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar e que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração o desempenho da escola em avaliações nacionais, como Provinha Brasil, Prova Brasil, SAEB, ENEM, entre outras;

V) incentivar escolas públicas de educação básica, tornando as protagonistas nos processos formativos dos estudantes das licenciaturas, mobilizando seus professores como formadores dos futuros docentes (BRASIL; EDUCAÇÃO; SUPERIOR, 2010, p. 26).

Esse incentivo à formação de professores segundo Brasil, Educação e Superior (2010) seria tanto para o nível de ensino fundamental como para o médio, em que podem participar estudantes de licenciatura de instituições de ensino superior. Assim, as licenciaturas da Universidade Federal de Uberlândia, já em 2011, estavam desenvolvendo atividades nas escolas públicas da cidade de Uberlândia. E cada instituição que venha a trabalhar com o PIBID, junto aos seus programas de licenciaturas, tem como tarefa construir um subprojeto que objetive alcançar as metas gerais estabelecidas pelo governo. Nesse sentido, o subprojeto do PIBID do curso de Matemática da UFU, *campus* Santa Mônica, de 2011, estabeleceu que

As ações formativas dos bolsistas de iniciação à docência, no cotidiano escolar, estarão materializadas num processo de produção de dados sobre este cotidiano; mediante a elaboração de planos de aula sobre conteúdos matemáticos abordados na sala de aula da escola; e da elaboração de material de apoio para o desenvolvimento do conteúdo em sala de aula, utilizando abordagens metodológicas diversificadas tais como: trabalho de projetos, resolução de problemas, modelagem matemática, Jogos, Informática Educativa e Robótica Educacional (SOUZA JÚNIOR, 2011, p. 2).

Uma das ações formativas do subprojeto foi o trabalho com robótica educacional. O PIBID de Matemática em Uberlândia estava sendo implantado em duas escolas, segundo Moura (2013): uma, de ensino fundamental da rede municipal e outra, de ensino médio da rede estadual. Na de ensino fundamental, já tínhamos uma história, um projeto de robótica. Na escola estadual de ensino médio, tudo estava no começo, tanto que um dos objetivos ao desenvolver robótica nessa instituição foi o de construir um espaço de robótica educacional em um antigo e desativado laboratório de informática.

Cada instituição recebeu um pseudônimo. Conforme Delfino et al. (2012), a escola estadual, de uma região central da cidade, foi intitulada escola Azul, enquanto a escola municipal, escola Verde. Esse pseudônimo também foi mencionado por Moura (2013). Aproveitando desse contexto, na proposta do projeto de doutorado apresentada no processo de seleção, tinha-se como um dos objetivos de análise compreender como o trabalho com robótica interfere nas práticas docentes dos professores de Matemática em formação inicial, que fazem parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Esse novo foco no estudante da licenciatura em formação surgiu da dissertação de mestrado por levar em

consideração como uma necessidade de discussão futura. Apesar desse objetivo, no campo de pesquisa, alguns elementos mudaram o foco, como irei expor a seguir.

Com a aprovação no programa de doutorado em educação da Universidade Federal de Uberlândia, agora na linha de ensino de Ciências e Matemática, no ano de 2012 iniciava-se a pesquisa dentro do contexto do PIBID de Matemática, por ter robótica em seu planejamento e por ser mais uma oportunidade para que o NUPEME pudesse aprender mais sobre o ensino com robótica.

Considerando que ainda não havíamos realizado nenhuma pesquisa de robótica com estudantes do ensino médio, foi decidido, então, acompanhar apenas uma escola onde o PIBID se encontrava, em virtude, primeiramente, de serem estudantes do ensino médio e em razão da estrutura física possibilitar a constituição de um espaço exclusivo de robótica educacional. Dessa forma, fomos desenvolver a pesquisa de doutorado apenas na escola estadual ou escola Azul.

Apesar de a escola de ensino fundamental ter atividades de robótica, frutos da iniciativa de Alexandre Campos, continuados por um bolsista do PIBID, preferimos um novo contexto, a possibilidade de construir um laboratório e trabalhar com um público-alvo diferente dos estudantes do ensino fundamental. Foram elementos relevantes na decisão. A relevância também estava delineando os objetivos e o foco sem que percebêssemos.

Se recordarmos o objetivo inicial do projeto de doutorado, que era de acompanhar os futuros professores, estudantes do PIBID, esse foi perdido do início ao fim da pesquisa, pois, ao tentar delimitar em um campo de pesquisa, iniciamos a reconstrução do foco, ou seja, o estudante de ensino médio tornou-se o elemento norteador da pesquisa. Como nos ensina Rey (2005a, p. 105), a pesquisa qualitativa é “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos”. Logo, voltamos nosso olhar para o estudante. Isso foi só um indicador.

Refletindo sobre os nossos trabalhos desde objeto de aprendizagem, nossa preocupação estava na formação do estudante, na forma como podemos oferecer e construir condições de ensino e aprendizagem de acordo com sua cultura, com as tecnologias tão presentes na sociedade e no cotidiano do estudante. A escola, como ela se apresenta, conforme menciona Freire e Shor (2011), estimula a desativação da potencialidade criativa dos estudantes. E, na escola, o currículo organiza-se em pacotes cada vez mais numerosos e cada vez mais curtos (LARROSA, 2014, p. 23).

Além disso, podemos ver que o currículo constitui-se particionado, estanque, em cada área de conhecimento. Vemos raros momentos em que essas áreas comunicam-se e produzem

em conjunto novos saberes aos estudantes. A escola, como se configura, não oferece o tipo de educação que sonhamos ou pretendemos, onde existe um sentido de diálogo e trabalho. O que vemos em sua maioria é professor que ensina e estudante que aprende.

Completando esse pensamento, Freire e Shor (2011, p. 82) dizem que a educação é como uma política, uma vez que precisamos saber que tipo de educação estamos praticando e a quem estamos servindo. Refletindo sobre as experiências que estou e estamos adquirindo no decorrer de nossa curta história, mas intensa e vivida, vemos que não estamos a favor do modelo de educação no qual nos encontramos. Concordamos com Freire e Shor (2011), ao relatar em suas observações que seus alunos estavam sofrendo bloqueio quando, por forças externas à escola, eram desacreditados em suas capacidades. Somente quando desafiados pode-se mostrar a eles que são capazes.

Larrosa (2014) levanta outros argumentos importantes que têm impedido o desenvolvimento dos sujeitos. Ele menciona que o aluno passa cada vez mais tempo na escola e cada vez tem menos tempo. A forma como se constitui a escola e seu modelo educacional, em sua maioria tradicional, não tem deixado marcas. A aprendizagem não está sendo significativa. Larrosa (2014) é um defensor de que na experiência reside um caminho para um processo de transformação do ser. Ele alerta dizendo que na sociedade da informação temos

Sujeitos ultrainformados, transbordantes de opiniões e superestimulados, mas também sujeitos cheios de vontade e hiperativos. E por isso, porque sempre estamos querendo o que não é, porque estamos sempre em atividade, porque estamos sempre mobilizados, não podemos parar. E, por não podermos parar, nada nos acontece (LARROSA, 2014, p. 24).

Isso é um fator negativo para que as vivências, os acontecimentos que os indivíduos têm passado gerem transformações no aluno, pois, na velocidade com que agem e com que se relacionam com as informações, essas só passam por ele, mas nada fica, ou seja, os acontecimentos são vividos de tal forma e velocidade que a sua substituição rápida por novos acontecimentos, novos conhecimentos, informações, impedem o que é de suma importância: a constituição de uma marca, de uma experiência, capaz de transformar o sujeito. Porque, segundo Larrosa (2014), para que algo nos aconteça, nos toque, requer “um gesto de interrupção, um gesto que é quase impossível nos tempos que correm: requer parar para pensar, parar para olhar, parar para escutar, pensar mais devagar, olhar mais devagar [...]”. É preciso dar tempo para que haja mais reflexão e o sujeito seja transformado.

Quando falamos de “experiência”, queremos deixar claro, que “a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca” (LARROSA, 2002, p .21). Assim, a experiência modifica o ser, o transforma, deixa-lhe marcas, marcas essas também de saber.

O saber da experiência tem a ver com a elaboração do sentido ou sem sentido do que nos acontece, trata-se de um saber finito, ligado à existência de um indivíduo ou de uma comunidade humana particular [...] Por isso, o saber da experiência é um saber particular, subjetivo, relativo, contingente, pessoal. [...] O saber da experiência é um saber que não pode separar-se do indivíduo concreto em quem encarna. Não está como o saber científico, fora de nós, mas somente tem sentido no modo como configura uma personalidade, um caráter, uma sensibilidade ou, em definitivo, uma forma humana singular de estar no mundo, que é por sua vez uma ética (um modo de conduzir-se) e uma estética (um estilo) (LARROSA, 2002, p. 27).

É necessário ter paciência, calma, construir passo a passo o projeto para reconhecer essas marcas, tanto que nosso trabalho ocorre em condições que não causem transtorno ao ritmo da escola, porém, propostas como essas, são rejeitadas pela escola. E um motivo fundamental que nos faz buscar sempre na escola espaços de trabalho que não atrapalhem a dinâmica da instituição é que estamos ali para aprender, aprender de forma integradora, “integrando os estudantes e os professores numa criação e recriação do conhecimento” (FREIRE; SHOR, 2011, p.24). E como estamos em processo de aprendizagem com os alunos, cabe deixar que a cultura da escola reconheça e incorpore aos poucos o projeto.

Assim, pensando detidamente, voltando no tempo, pergunto: o que me fez realmente ir em direção à robótica? Foi um despertar quando li o artigo de Seymour Papert, maravilhei-me com sua forma de falar e seu desejo de buscar condições de aprender ensinando a máquina. Mas, antes disso, adquiri marcas da vida que me mostraram o caminho. Por que a robótica foi me encantando e seduzindo? Porque quando criança eu desmontava e montava meus carrinhos de fricção, mas não conseguia passar daquilo, entendia superficialmente o funcionamento. Adorava ver meu tio montando e desmontando seu fusca. Queria ser engenheiro mecânico para poder criar carros, mas nem tinha noção do que era o curso. Lembro do dia em que a professora de Matemática disse que eu tinha que saber muita matemática para ser engenheiro. Lembro do dia em que minha mãe me levou à escola onde fui aluno, e lá vi pela primeira vez um computador e pude mexer nele. Lembro do primeiro ano do ensino médio, meu desejo de entender a Matemática, ver sua aplicação, meu ótimo desempenho como aluno. Lembro da decepção com a universidade. Agora tudo faz sentido, tudo se conecta, a robótica é a personificação de meus desejos de saber mais, de fazer, de

criar, de ensinar Matemática de uma forma prática e desafiadora. Pois sempre me vi resolvendo problemas, criando-os em minha mente.

Pensando nisso e em outros elementos mencionados anteriormente, é que buscamos trabalhar com a robótica na escola, procurando responder uma questão, que agora parece ser mais clara, pois houve tempo para que as ideias, os acontecimentos, se relacionassem e ganhassem forma, marca interna a ponto de questionarmos: **“Qual a perspectiva do desenvolvimento do trabalho coletivo com robótica educacional com estudantes do ensino médio?”**. Não muito diferente disso, tinha buscado no mestrado responder como se constitui um trabalho coletivo de robótica educacional no ensino fundamental. Assim, construímos essa tese, buscando responder à questão mencionada anteriormente, acabam surgindo outras perguntas dentro da pergunta principal, que são:

- Como pode ser organizado o trabalho de robótica educacional no ensino médio?
- Como a organização do trabalho educativo com robótica educacional pode levar à aprendizagem?
- Qual a importância do envolvimento do jovem com robótica educacional?
- De que forma o envolvimento de jovens no trabalho com robótica educacional pode influenciar suas vidas?
- Qual a importância do trabalho de construção e programação de robôs na perspectiva da robótica educacional?

A partir da construção dessa pergunta fica fácil identificar os objetivos dessa tese, ou seja, buscar responder essas questões perpassa por alguns objetivos, que são:

- Desenvolver um trabalho com robótica com alunos do ensino médio
- Estabelecer como se organiza o trabalho com robótica com alunos do ensino médio
- Determinar como o trabalho com robótica pode levar à aprendizagem e à transformação do sujeito
- Identificar no processo de construção e programação de robôs a sua relevância na formação dos alunos do ensino médio.

Apresentadas as questões e objetivos desta tese, pode-se expor como se organizou a construção dos capítulos. Na introdução, temos o capítulo de abertura da tese que traz um resgate histórico da vida e dos caminhos percorridos pela pesquisa, no que se refere à robótica educacional, justificando as escolhas e o que levou a essa pesquisa. No Capítulo 2 temos uma revisão dos trabalhos de robótica educacional, buscando compreender os aportes teóricos usados, os ciclos educacionais, os projetos, atividades marcantes e resultados. O Capítulo 3 é destinado aos procedimentos metodológicos adotados para construir e registrar a pesquisa e os dados. No capítulo 4, os dados foram expostos e analisados sob a perspectiva de três eixos constituídos, a partir das observações dos dados. Por fim, as considerações finais, um momento de reflexão e síntese de toda a tese.

2 ROBÓTICA EDUCACIONAL NO BRASIL: Um breve cenário.

“As engrenagens me serviram também como um “objeto de pensar com” em meu trabalho de pesquisa educacional” (PAPERT, 1985, p. 25).

As experiências da robótica educacional têm uma história no Brasil e, conseqüentemente, é um influenciador na construção teórica sobre o assunto. Fortes (2007, p.7), relembra que o Brasil foi muito influenciado pelos Estados Unidos e França no que se refere ao uso da tecnologia na educação, pois foram países pioneiros, e esse fato pode ser observado nos primeiros congressos e seminários de tecnologia em educação aqui realizados, na década de 1970. Além disso,

Em 1975, Seymour Papert visitou o Brasil a fim de disseminar as ideias do LOGO. A partir de 1981, o LEC-UFRGS (Laboratório de Estudos Cognitivos) se apropriou da linguagem LOGO para realizar inúmeras pesquisas, com o objetivo de analisar as dificuldades da aprendizagem matemática apresentada por alunos da rede pública (FORTES, 2007, p. 9).

Furletti (2010), ao contextualizar as tecnologias na educação no Brasil, confirma que a década de 1970 inicia-se com investimento em pesquisa na área da educação, principalmente em função da necessidade de capacitação científico-tecnológica para o desenvolvimento do Brasil. Pensando nessa intenção, as universidades focaram seus esforços na produção de *softwares* educacionais e sua utilização no contexto escolar. Nesse processo, a “Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sustentada pelos pressupostos teóricos do construcionismo de Seymour Papert, desenvolve pesquisas utilizando a linguagem de programação LOGO” (FURLETTI, 2010, p. 33).

Percebe-se que o princípio das pesquisas de uso de computadores nas escolas, isto é, tecnologias computacionais, teve uma influência de Seymour Papert, que veio compartilhar suas experiências e saberes. Em consequência disso, a disseminação das ideias de robótica educacional foram feitas inicialmente por ele em

1975, que junto com Marvin Minsky disseminou os conceitos e fundamentações da linguagem Logo. Nos anos seguintes, foram realizados experimentos envolvendo a linguagem Logo e crianças. Em 1983, pesquisadores criaram o NIED⁵, da Unicamp, em Campinas/SP, que disseminaram o uso do Logo no Brasil.

Em 1986, a Lego lançou robôs programados usando a linguagem Logo e, em 1989, Seymour Papert se uniu à Lego. Em 1998, a empresa lançou a série

⁵ Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

Lego *Mindstorms*, com o modelo *Robotics Invention System* (CURCIO, 2008, p. 23).

Essa parceria de Papert com a LEGO necessitou de uma versão de Logo própria para os kits de robótica. A versão utilizada nos kits *LEGO Technic* denomina-se TC Logo (STEFFEN, 2002, p. 8-9). Segundo Steffen (2002), Silva (2002) e Campos (2005), esses kits da LEGO, desenvolvidos para uma função pedagógica, chegaram ao Brasil via universidade, para posteriormente chegar às escolas.

As Universidades que receberam, através dos seus núcleos de estudos, os Kits da LEGO para aplicação pedagógica foram as seguintes: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP /Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED (1988); Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Núcleo de Informática na Educação Superior – NIES (1993); Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS/Departamento de Psicologia – Laboratório de Estudos Cognitivos/LEC (1994). Mais tarde, essas mesmas Universidades passaram a desenvolver trabalhos de pesquisa junto a alunos de escolas públicas (STEFFEN, 2002, p. 8-9).

Segundo Silva (2009), o princípio das iniciativas com robótica ocorreu através das três universidades mencionadas acima por meio do Projeto EducaDi, que foi um projeto piloto do Ministério da Ciência e Tecnologia para incentivar a melhoria da educação através da aplicação de recursos tecnológicos de informática e da internet. Segundo Cabral (2010), a partir dessa iniciativa, a UFRGS, desenvolve ações com o *Cyberbox*, uma interface para trabalhar robótica e sucata. Já o NIED-Unicamp desenvolve o Projeto Siros, que, segundo Campinas/SP (2000), se refere ao sistema robótico com SuperLogo, um ambiente complementar ao SuperLogo, capaz de controlar dispositivos mecânicos automatizados.

A partir desses fatos, percebe-se a importância de Seymour Papert na influência das pesquisas em tecnologias educacionais, quando veio apresentar seu *software* LOGO e, posteriormente, apresentar materiais para a robótica educacional.

O ponto de origem é o Instituto de Tecnologia de *Massachusetts*⁶ (MIT), e os pontos finais são UNICAMP, UFAL e UFRGS. A partir desses pontos finais, outros também surgiram, alguns se alimentando da fonte original e, com o passar dos anos, dos outros colegas brasileiros que pesquisaram sobre RE. As regiões que mais se desenvolveram nesse campo foram Sudeste, Sul e Nordeste. Aos poucos, as outras regiões começam a despontar com alguns trabalhos.

⁶ Tradução minha de: “Massachusetts Institute of Technology”.

Esse despontamento acaba indiretamente se apropriando das ideias de Papert, através de traduções de suas obras, da sua divulgação, através das universidades brasileiras que tiveram contato com sua teoria e com o próprio autor. Um detalhe da obra de Papert reside na compreensão de suas ideias. Papert (2000), em *What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power*⁷, reconhece que há em alguns momentos uma incompreensão de suas ideias. Nesse sentido, pode-se pensar até que ponto a disseminação de sua obra foi fiel e bem interpretada por quem disseminou e se apropriou.

Independente da interpretação fiel, as pesquisas em robótica educacional seguiram de forma muito particular em cada local. Curcio (2008) já falava que

os principais projetos de robótica educacional são iniciativas isoladas de universidades, prefeituras ou escolas particulares. A maioria das instituições utiliza kits padronizados, formado por *hardware*, *software* e material didático próprios. Algumas, em outra direção, adotam *software* livre e material reciclado para construção de robôs com diferentes níveis de complexidade (CURCIO, 2008, p. 23).

Mesmo assim, acredita-se que as pesquisas e projetos trabalharam com um referencial muito comum: Seymour Papert. A partir de sua importância nas pesquisas no Brasil, na robótica educacional, e de ser um dos criadores do kit de robótica educacional da LEGO®, nada mais coerente e justo que seja uma referência ideológica e teórica.

Partindo de algumas pesquisas e trabalhos que tratam de robótica, Papert é lembrado e descrito na parte histórica que recorda o uso da informática no Brasil. É atribuído como sendo

um matemático nascido na África do Sul, estudou por aproximadamente 5 anos diretamente com Piaget, convidado por ele para integrar o Centro Internacional de Epistemologia Genética na Universidade de Genebra. Como educador, Papert alertou que na escola o conhecimento ainda é tratado como algo que precisa ser transmitido e, para isso, bastariam os órgãos dos sentidos, sem levar em consideração a ação do aluno (LOPES, 2008, p. 45).

Oliveira (2007), também ao falar de Papert, relembrou de sua participação no Centro de Epistemologia Genética de Jean Piaget, entre 1959 a 1964, tendo, inclusive, participado como coautor de um dos Estudos de Epistemologia Genética. Acrescenta ainda que após esse período

contribuiu com Marvin Minsky, para a criação do Laboratório de Inteligência Artificial, no Instituto Tecnológico de *Massachusetts*. Foi nessa instituição que aprofundou estudos, partindo do construtivismo, em direção a

⁷ Tradução minha: “Qual é a grande ideia? Rumo a uma pedagogia do poder da ideia”.

nova tecnologia que se oferecia como uma atração, para uns inacessível, para outros desprovida de aplicação no mundo escolar, o computador [...] nos anos 70, liderou a equipe que desenvolveu um ambiente de programação, o qual permitia ao usuário, de qualquer idade e de qualquer nível de relacionamento com o computador, poder se comunicar com a máquina. Esta interação era realizada no sentido de comandar ações a serem executadas por uma tartaruga (OLIVEIRA, 2007, p. 27-28).

Gonçalves (2007, p. 21), por sua vez, já afirmou que: “Seymour Papert foi pioneiro em utilizar a robótica para fins educacionais”. São palavras fortes que caracterizam e posicionam historicamente um homem no centro de toda uma construção cultural que envolve robótica educacional. Mas, para entender como essa afirmação foi construída, é preciso resgatar historicamente algumas ideias que foram consideradas importantes e produções dessa personagem e da robótica educacional.

Iniciando pela mais conhecida produção, Papert, no MIT, desenvolveu a primeira versão da linguagem LOGO em 1968, contendo apenas a parte de processamento de listas. Depois, foram criados comandos como o girar e o andar de um robô (CURCIO, 2008, p. 25). Segundo Chella (2002), o *software* LOGO não era como o modelo atual, em virtude de uma limitação tecnológica (GONÇALVES, 2007), e, no começo dos anos 1970, os dispositivos gráficos não eram muito utilizados por causa do seu valor (CAMPOS, 2005, p. 32). Assim,

para contornar a limitação de interação dos computadores da época e também como uma representação mais concreta para que as crianças, segundo Papert, pudessem imaginar-se no lugar da tartaruga para facilitar a programação, ele criou, inspirado na abordagem de W. Grey Walter, uma tartaruga mecânica que tinha uma caneta em seu corpo e ficava no solo sobre um papel (GONÇALVES, 2007, p. 22).

Esses robôs, que receberam o apelido de “tartarugas”, foram criados pelo neurologista William Grey Walter nos anos 1950. O principal objetivo de William Grey na criação dessas tartarugas “foi o de criar robôs que exibissem comportamentos, ainda que simples, plausíveis de serem encontrados em animais” (GONÇALVES, 2007, p. 19).

Os robôs tartaruga eram capazes de ‘fototropismo positivo’, porque poderiam encontrar o caminho para uma estação de recarga quando estivessem com a bateria fraca. Em uma experiência colocou uma luz no ‘nariz’ de uma tartaruga e observou enquanto o robô se observava no espelho. Em 1950 e 1951 publicou textos que relatavam as experiências com estes robôs, os quais eram compostos de circuitos eletrônicos simples, dois motores, uma célula fotoelétrica e um sensor de toque (CAMPOS, 2005, p. 29).

Essas tartarugas foram inspiração para Papert na construção do *software* LOGO e também se tornaram plataforma física de aplicação do *software*. A sua conexão com o computador era

por um longo ‘cabo umbilical’. Esta linguagem de programação utilizou as ideias de Walter e implementou, entre outras características, comandos que tinham o controle dos movimentos das tartarugas. Por exemplo, pelo computador poderíamos ‘dizer’ ao objeto mover para frente, para trás, direita ou esquerda (CAMPOS, 2005, p. 32).

Essa trajetória mencionada por outros pesquisadores é entendida como um princípio do uso da robótica na educação. Por mais que as tartarugas de Walter e outros trabalhos com cibernética possam ser considerados os princípios da robótica educacional, segundo Pontes (2010), não se pode descartar que a atitude de Papert em unir LOGO e tartaruga física é o ponto de *start* da robótica educacional, pois, sem essa atitude, um trabalho de cibernética, a robótica e a educação não se encontrariam tão cedo.

E, segundo Campos (2005), com o avanço da produção de microprocessadores e microcomputadores, a tartaruga mecânica sai de cena dando lugar apenas à tartaruga gráfica, presente no computador. A partir desse momento, o *software* LOGO começa a ser conhecido pelo mundo como aplicação na educação, e outras versões do *software* LOGO começam a surgir, como, por exemplo, o SuperLogo desenvolvido na UNICAMP.

O amadurecimento da robótica educacional no Brasil aconteceu na década de 1980. A ideia de robótica educacional foi introduzida no Brasil por Seymour Papert em 1975, que junto com Marvin Minsky disseminou os conceitos e fundamentações da linguagem Logo (CURCIO, 2008, p. 23).

A ideia de robótica educacional não foi mencionada, o centro era o *software* LOGO, o computador, o ensino e aprendizagem com tecnologia, em nenhum momento Papert veio falar de robótica educacional nesse período. Os pesquisadores em robótica educacional, como Curcio (2008), por exemplo, já reconheciam que esse era um passo da disseminação da robótica educacional via LOGO.

Retomando a história, em 1986, a LEGO lançou robôs programados usando a linguagem LOGO, e, em 1989, Seymour Papert se uniu à LEGO® (CURCIO, 2008, p. 23). Essa união iria dar mais um salto para a robótica educacional, brinquedos de montar e uma mente querendo controlar e ensinar a máquina iriam gerar uma nova conexão entre *software* e uma plataforma física.

O sistema LEGO/Logo resgata a ideia da tartaruga mecânica controlada pelo Logo, porém há uma diferença entre o antigo ambiente de tartarugas mecânicas e o ambiente proporcionado pelo LEGO/Logo. No antigo ambiente a tartaruga era um objeto mecânico já pronto, sendo que a única tarefa possível era controlar o seu movimento. Já no ambiente LEGO/Logo o usuário tem a oportunidade de construir o objeto mecânico que desejar, sendo que tal objeto pode ser uma tartaruga, um outro animal qualquer, um carro, um braço mecânico, um semáforo, etc. Portanto, o usuário do LEGO/Logo participa de duas atividades: o projeto do objeto mecânico, que não se restringe às tartarugas, e o projeto dos programas computacionais que controlam o comportamento do objeto (sic) (GONÇALVES, 2007, p. 24).

Após o sistema LEGO/LOGO, outras evoluções foram construídas, até sair em 1998 a primeira versão da linha de robótica educacional denominada de LEGO *Mindstorms*. Isso só foi possível graças a uma equipe do *Epistemology and Learning Group* no *Media Lab* do MIT, conduzido por Fred Martin, Brian Silverman e Randy Sargent, sob a orientação dos professores Seymour Papert e Mitchel Resnick e financiado pela companhia LEGO® (GONÇALVES, 2007, p. 30).

Até então, Papert tinha seu pensamento e pesquisa no computador e uma estrutura física como a tartaruga. Esse desenvolvimento tecnológico era mais um salto para colocar as tecnologias a favor do acesso e desenvolvimento do conhecimento de forma crítica.

Trata-se de um fim à cultura que faz com que a ciência e a tecnologia sejam estranhas para a grande maioria das pessoas. Muitas barreiras culturais impedem as crianças de fazerem um conhecimento científico próprio (PAPERT, 1980, p. 4) (TRADUÇÃO MINHA)⁸.

Pensando nessa perspectiva, ele menciona outras barreiras, de cunho político e ideológico, e exemplifica uma, que é muito presente no contexto escolar: a fobia com a Matemática.

Compreende-se que Papert atribui ao computador um meio pelo qual essas barreiras seriam rompidas, que seria de fácil acesso ao mundo da criança, a todos os lugares. Dessa forma, a máquina estaria contribuindo para a construção de uma nova cultura, um tipo de pensar e agir, como “mensageiros de ideias poderosas”. No que diz respeito às ideias poderosas, Campos (2005), ao tocar nesse assunto, traduz e interpreta o termo *powerful ideas* usado por Papert como explosões de ideias, importantes no que diz respeito a entender o significado, a origem das coisas, saber “os ‘como’ e ‘porquês’ por detrás de um conceito, ele

⁸ Original: “It is about an end to the culture that makes science and technology alien to the vast majority of people. Many cultural barriers impede children from making scientific knowledge their own” (PAPERT, 1980, p. 4).

não somente terá um melhor entendimento das informações, mas terá a habilidade de aplicar os conceitos em qualquer outro lugar” (CAMPOS, 2005, p. 60). Papert (1996) já dizia que mais importante que adquirir habilidades é saber usar aquilo que já conhecemos, ou seja, usar dos recursos disponíveis de modo a transformar o mundo, criar, ser autor nesse processo. Aprender com o objeto. Essas ideias compõem sua teoria do construcionismo, entendida como sua

reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros –ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (sic) (PAPERT, 2008, p. 137).

E está se estimulando a criança ou o jovem a elaborar perguntas, a questionar o mundo, a transformá-lo, está se trabalhando com ideias poderosas, capazes de construir espaços de múltiplas aprendizagens. A busca por ideias poderosas está atrelada a uma pedagogia da pergunta, mencionada e defendida por Papert em um de seus debates: “É por isso que eu defendo, junto com o chileno filósofo Fagundes, a pedagogia da pergunta e não da resposta. A pedagogia da pergunta é a que se baseia na curiosidade” (PAPERT, 1980s, p. 1) (TRADUÇÃO MINHA)⁹.

Nessa filosofia de questionar, procurando por ideias poderosas, Papert (2000) atribui às tecnologias o caminho para se conseguir alcançar a construção dessas ideias. No discurso de Papert, é importante compreender que o principal está nas ideias. A tecnologia, o computador é o meio pelo qual se pode simular, construir uma versão do mundo com a tecnologia, um micromundo de possibilidades de investigação, pesquisa, aprendizagem e ensino. Por mais que as produções de Papert tenham um olhar sobre o computador, sobre a mente em formação, o kit de robótica Mindstorms é um potencializador de ideias, em razão da sua possibilidade construtiva em relação à versão pronta e acabada da tartaruga mecânica, pois permite, mais que ensinar, a andar por uma área. O kit de robótica possibilita a simulação de situações, a construção de objetos do dia a dia, possibilitando estabelecer uma conexão dos conhecimentos científicos com a tecnologia. Como já mencionado anteriormente, entende-se

⁹ Original: “That’s why I defend, along with the Chilean philosopher Fagundes, the pedagogy of the question and not of the answer. The pedagogy of the question is the one that is based on curiosity” (PAPERT, 1980s, p. 1).

a robótica educacional como a construção de um micromundo de possibilidades investigativas.

Papert nos deixa ideias poderosas para a construção de espaços de ensino que trabalhe com modelos, microrrepresentações do mundo em conexão com a tecnologia, a ciência e a construção de protótipos. São nessas ideias que se deve referir, levando em consideração o depoimento/homenagem de Marvin Minsky sobre Papert na contracapa do livro *Mindstorms*, na qual considera a Seymour Papert como

o maior de todos os teóricos da educação vivo. Ele coloca nas mãos das crianças novas ferramentas conceituais e, portanto, altera a experiência de aprendizagem a partir de uma questão da disciplina e sofrimento de uma descoberta e excitação (PAPERT, 1980) (TRADUÇÃO MINHA)¹⁰.

Iniciando pelo termo robótica, tem-se que seu significado, segundo o Dicionário Aurélio *on-line*, é: “s.f. Ciência e técnica da concepção e construção de robôs”. Nesse sentido, pode-se supor que robótica educacional nada mais é que a construção de robôs para o ensino e aprendizagem. Ao invés de supor, deve-se ver em alguns trabalhos como é referenciada a robótica educacional.

Sob a ótica de Rocha (2006), a robótica educacional supera o processo de montar peças, ela orienta num processo de mudança dos sujeitos envolvidos no ensino e aprendizagem, ou seja, o professor e o aluno ganham novos papéis, que sofrem “mudança de postura, diálogo, cooperação, metodologia, dúvida e indagação, além de significação”.

Lopes (2008, p.41), define RE “como um conjunto de recursos que visa ao aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como *design*, construção e programação de robôs”.

Além disso, na visão de Campos (2005) a robótica educacional é utilizada

[...] para designar ambientes de aprendizagem (Da Educação Infantil ao Ensino Médio), que lançam mão de kits de montagem compostos por peças como: motores, polias, sensores, engrenagens, eixos, blocos ou tijolos de montagem, peças de sucata como metais, plásticos, madeira, além de um microcomputador e uma interface, permitindo assim a montagem de objetos que podem ser controlados e comandados por uma linguagem de programação (p. 28-29).

¹⁰ Original: “Seymour Papert is the greatest of all living education theorist. He puts into the hands of the child new conceptual tool and thus changes the learning experience from a matter of discipline and suffering into one of excitement (Marvin Minsky)” (PAPERT, 1980).

Para Curcio (2008, p. 9), é a potencialização dos meios tecnológicos. Percebam que a robótica até então é vista essencialmente como um recurso poderoso ao desenvolvimento cognitivo do aluno, capaz de ressignificar a forma de aprender os conhecimentos científicos. Nesse mesmo sentido, de ensino e aprendizagem, Barbosa (2011, p. 30) sintetiza dizendo

a Robótica Educacional envolve ou caracteriza-se como um ambiente de simulação real de aspectos da vida que proporciona aos envolvidos situações-problemas de diferentes magnitudes que devem ser superadas, com acerto, erros, até que se alcancem os objetivos desejados.

Quando ele usa o termo simulação real, deve ser vista no sentido de uma representação micro da realidade, em um contexto físico, com uso de robôs para representar determinadas situações.

Pode-se completar dizendo que, no processo de trabalho com robótica, aprende-se a discutir e a trabalhar em grupo, organizar-se, criar e comunicar, além de fortalecer outras características que nos tornam aptos a conviver e trabalhar em sociedade (MORAES, 2010; STEFFEN, 2002).

Chella (2002), em seu mestrado, na pós-graduação de Engenharia de Programa de Engenharia Elétrica e da Computação da Unicamp, propôs uma pesquisa que visava a implementação de um ambiente de robótica educacional, composto por aplicativos e componentes de *hardware*. Pela constituição de sua pesquisa já se pode perceber sua interpretação sobre o que seja robótica educacional, tanto que no corpo de sua dissertação é definido claramente como sendo “o ambiente constituído pelo computador, componentes eletrônicos, eletromecânicos e programa” (CHELLA, 2002, p. 23).

Além disso, completa dizendo que a interação dos elementos que compõem o ambiente é que permite que o “aprendiz” construa e programe dispositivos robóticos, “com o objetivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento” (CHELLA, 2002, p. 23). E esse processo de manusear robô é visto como “um contexto que estimule a multi e a interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento” (CHELLA, 2002, p. 13).

Para desenvolver sua pesquisa, foi construído todo um ambiente, constituído de um programa, linguagem SuperLogo, programa para comunicação remota, ou seja, telerrobótica. Em termos de *hardware*: kit RCX da LEGO® é a constituição de uma interface de *hardware* para robótica (IHR) para controle de servo motores e sensores. Todos esses elementos constituíam o “Ambiente de Robótica Educacional (ARE)” (CHELLA, 2002, p. 51).

O ARE foi aplicado inicialmente com apenas um aluno da graduação de **Mecatrônica**, que estava desenvolvendo iniciação científica justamente com dispositivos robóticos e fazia estágio no NIED. Seu trabalho foi com o kit RCX da LEGO® e, segundo Chella (2002, p. 123), foi possível “testar hipóteses, projetar, desenvolver algoritmos e elaborar protótipos que posteriormente foram aplicados” em sua iniciação científica.

Após um teste inicial, outro grupo de pessoas que experimentou o ARE foi o de alunos de pós-graduação em informática aplicada à educação que, utilizando a IHR, desenvolveu projetos, como, por exemplo: sobre os dinossauros (para explicar a relação da presa e predador), projeto pauta musical (uma relação com a arte e educação, buscando envolver a utilização de desenhos e gráficos que representassem notas musicais), projeto Emília (que resgatava as histórias de Monteiro Lobato com uma boneca robótica conectada e programada pelo SuperLogo) e projeto Energia Alternativa (que buscava explicar o funcionamento da fonte de energia eólica).

Outro grupo que também trabalhou com o IHR foi o de alunos do ensino fundamental que também desenvolveu alguns projetos robóticos: controle do braço robótico, além da construção de uma máquina de refrigerante, robô “pega lixo”, parque de diversão e mão robótica. Para finalizar, o ARE foi apresentado à telerrobótica na forma de uma oficina a parceiros de pesquisa do NIED, a OEA (Organização dos Estados Americanos) da Argentina.

Assim, a pesquisa de Chella (2002) contemplou a constituição de um ambiente de robótica e o aplicou em todas as instâncias de ensino, desde alunos do ensino fundamental, graduação, pós-graduação e pesquisadores parceiros. Desse trabalho, foi possível concluir que

Adotando-se uma metodologia pedagógica adequada é possível abordar concretamente e de forma contextualizada os diversos conceitos utilizados nas práticas da sala de aula, estabelecendo conexões entre os diversos conteúdos, promovendo a interdisciplinaridade e estimulando o trabalho cooperativo (CHELLA, 2002, p. 134).

Tem-se nesse mesmo ano a produção de Steffen (2002), que desenvolveu uma dissertação sobre robótica educacional, pensando-a como um ambiente de aprendizagem e um recurso de comunicação. Em sua fundamentação teórica, abordou a comunicação na relação do desenvolvimento cognitivo, já que para ela a “Robótica define espaços de convivência humana, que promovem o educar pela comunicação, tendo como pano de fundo a valorização do cognitivo” (STEFFEN, 2002, p. 53).

Além disso, fundamentou-se na teoria construtivista de Jean Piaget e construcionista de Seymour Papert. Essas bases estavam buscando conectar-se e explicar a cibernética na

educação e, conseqüentemente, para a robótica. Sua investigação com a robótica educacional, “pode contribuir para interpretar a cognição frente aos novos paradigmas educacionais, ou seja, como uma nova maneira de interpretar a Educação na Era Digital, sem perder de vista o ser humano em formação” (STEFFEN, 2002, p. 46).

Os dados de sua pesquisa foram construídos na sua experiência profissional, enquanto professora de Ciências e Robótica educacional em uma instituição de ensino particular da cidade de São Paulo, considerada por ela, pioneira nos trabalhos com robótica. Em sua formação, contou com um professor do NIED da Unicamp, o Dr. João Vilhete D’Abreu. Esse destaque deve-se ao fato de que a Unicamp e esse núcleo constituíram uma das portas de entrada de kits de robótica educacional da LEGO® (STEFFEN, 2002, p. 8).

E de todos os dados produzidos no decorrer de cinco anos de trabalho, a pesquisadora realizou e apresentou um estudo de caso de duas experiências que tinham sentido de trabalho com conhecimentos distintos, ou seja, uma das experiências partia do conteúdo científico de “alavancas”, e buscou desenvolver protótipos para se discutir o assunto. Enquanto que a segunda experiência possuía uma intencionalidade lúdica mais gritante, ou seja, consistia em um robô para carregar um ovo em uma competição, mas que, por trás da atividade, abordava uma quantidade mais expressiva de conhecimentos científicos necessários a garantir o sucesso da situação-problema proposta na atividade.

Todas essas atividades de Steffen (2002) viabilizaram discussões sobre o elemento das situações-problemas para a robótica educacional e para a formação do sujeito, o qual lhe permitiu concluir que a RE

pode converter-se em um instrumento que conduza o aprendiz ao exercício de um diálogo criativo com as dúvidas e interrogações da atualidade, condição necessária para uma formação cidadã, um dos 'saberes' necessários para a vida (STEFFEN, 2002, p. 109).

Dessa forma, a pesquisadora estabeleceu uma relação da ciência com a tecnologia, usou da tecnologia para ensinar ciência, e pode-se perceber isso em um importante pensamento registrado na sua dissertação de que

como durante esse período trabalhava como professora na disciplina de Ciências, me via constantemente preocupada em adequar minha prática pedagógica a realidades tão distintas. Pude, então, perceber a realidade do processo de aprendizagem da criança que ultrapassa o cognitivo, atingindo a esfera do afetivo e social. Isso fez com que a minha prática pedagógica na sala de aula curricular sofresse profundas modificações: o ambiente de aprendizagem das aulas de Ciências, que antes serviam de modelo à

Robótica, foi reestruturado. Robótica passou a ser referência para Ciências (STEFFEN, 2002, p. 3).

Sua preocupação estava no processo formativo dos alunos ou educandos no que se refere à área de conhecimento de Ciências. Pode-se ver a análise sobre o trabalho de robótica na aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, uma mudança de postura metodológica.

Pensando também na formação dos educandos, tem-se Ortolan (2003), que desenvolveu sua dissertação na Faculdade de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina. Sua pesquisa descreveu uma experiência construtiva com robótica educacional em um colégio da cidade de Cascavel, com alunos de 6º e 7º anos do ensino fundamental. Seu olhar na pesquisa analisou as possibilidades de implementação de uma tecnologia na educação,

buscando sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito de tecnologia, sem com isso desvincular da educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e socialmente participativo (ORTOLAN, 2003, p.3).

Como objetivo principal, a pesquisa analisou o uso do *software* ROBOLAB – para controlar RCX do kit de robótica da LEGO – como uma ferramenta pedagógica a ser aplicada no sistema de ensino. Para fundamentar sua pesquisa, a autora desenvolveu seu texto sobre o uso das “novas tecnologias”¹¹ na educação. Caracterizou nesse processo a evolução da implantação das tecnologias no campo de pesquisa até a chegada da robótica educacional, descrita em um momento “como sendo um modelo de integração da informática e as novas tecnologias a um ensino voltado para a construção do conhecimento” (ORTOLAN, 2003, p. 38).

Em relação a resultados, a pesquisa apontou que o trabalho com robótica, no que se refere à programação dos dispositivos e trabalho com situações-problemas, resultou em reflexos positivos no desempenho dos alunos na escola, em termos de notas e de raciocínio lógico. Outros pontos também levantados estavam na criatividade, no desenvolvimento de lideranças, na forma coletiva de trabalhar, no papel do professor nesse processo, o qual deve estimular mais que a construção de protótipos, as explicações científicas para cada uma das suas reações (ORTOLAN, 2003, p. 112).

Santana (2003) realizou uma pesquisa em robótica pedagógica com alunos do ensino fundamental do 6º ao 9º anos de uma instituição privada no turno oposto às aulas. Nesse

¹¹ Termo usado por Ortolan.

trabalho, ela acompanhou a implantação da robótica como uma disciplina da matriz curricular da escola. As atividades foram com kit da LEGO® Education. Havia apostilamento, mas, durante a implantação, houve problemas de aceitação pelos alunos a ponto deles conquistarem a modificação da proposta das aulas, ou seja, passaram a desenvolver seus próprios projetos. Isso coincide com as considerações finais da pesquisadora:

aprendi com as crianças que um mundo melhor pode ser construído e que elas são capazes de construir se as deixarmos livres para criar, lhes dermos a oportunidade de aprender com prazer, se acreditarmos que são capazes e, acima de tudo, se o ambiente da aprendizagem for rodeado com uma áurea humana, for um ambiente feliz no qual as crianças queiram permanecer (SANTANA, 2003, p. 195).

A pesquisa acompanha uma construção metodológica de trabalho, fala da questão lúdica e mostra um lado educativo da robótica que precisa ser mais presente, ou seja, o de fazer junto com as crianças e não somente levar propostas.

Tem-se no ano seguinte o trabalho de Zilli (2004), que desenvolveu sua pesquisa sobre robótica educacional no ensino fundamental, entendendo a robótica como uma tecnologia voltada para o ensino. Seu referencial foi em tecnologias educacionais, logo, sua fundamentação teórica foi baseada em Armando Valente, Seymour Papert e, posteriormente, discutindo teorias da aprendizagem como o construtivismo de Jean Piaget, o construcionismo de Seymour Papert e as Inteligências Múltiplas de Howard Gardner.

Sua pesquisa teve como objetivo analisar o uso da robótica educacional como recurso pedagógico, apontando as diversas formas como essa tecnologia é utilizada nas escolas particulares e públicas de Curitiba. Para tanto, foi estudado e analisado como se desenvolvia o trabalho de robótica educacional em quatro escolas da cidade de Curitiba que possuem robótica educacional, a partir de entrevistas com os professores que ministravam esse trabalho com robótica. Nesse grupo de escolas analisadas, o trabalho com RE era desenvolvido com alunos do 6º ao 9º anos do ensino fundamental. Em uma das instituições, fazia parte da grade curricular uma disciplina intitulada Informática Educacional, nas demais, porém, era um trabalho realizado de forma extracurricular.

O material utilizado por essas escolas era principalmente um kit denominado SuperRobby, considerado o “primeiro kit de robótica educacional projetado e fabricado no Brasil. É composto de uma interface, que funciona como um tradutor entre o micro e os diversos dispositivos a ela conectados, como motores, sensores e lâmpadas” (ZILLI, 2004, p. 45). Havia a presença nas escolas de outros kits de robótica, tendo, por exemplo, o kit da

LEGO® Education em duas escolas. E a linguagem de programação mais utilizada foi a LOGO, desenvolvida por Seymour Papert.

Dessa investigação, Zilli (2004) propôs um modelo de constituição de sala de robótica educacional para a época, além de concluir que o trabalho com robótica é um projeto interdisciplinar, é importante que tenha a integração de diferentes áreas do conhecimento no desenvolvimento e execução de um projeto de robótica. A sugestão da composição da equipe, segundo a pesquisadora, poderia ser: um professor de Artes, um de Ciências ou Matemática e uma pessoa especializada em Informática para o suporte técnico necessário. Essa configuração se baseia na seguinte argumentação: a importância do professor de Artes estaria em orientações de *design* e construção de protótipos; de Ciências, em explicar sobre ligações elétricas, funcionamento dos dispositivos eletrônicos; e do professor de Matemática, na questão da lógica, da programação. No que diz respeito ao kit, fica a cargo das instituições e do que elas podem comprar. E, na execução das atividades, é uma sugestão que sejam extracurriculares, tendo tempo próprio para execução, tornando sua implementação mais fácil na escola, criando horários exclusivos para esse trabalho, que não irão conflitar com as disciplinas da grade curricular, além de garantir que somente participem os alunos que realmente tenham interesse. Percebe-se que essa pesquisadora tem um enfoque na formação de uma metodologia.

Nesse mesmo sentido, tem-se o trabalho de Pereira (2004), que, preocupado com o papel do futuro engenheiro ou cientista da computação, desenvolveu um trabalho com alunos de graduação, objetivando

estudar o seu contexto e os desafios para desenvolver um modelo de formação profissional capaz de integrar entre si os conhecimentos adquiridos ao longo da formação, bem como integrar a formação acadêmica à vida profissional.

Percebe-se nessas intenções uma construção metodológica de ensino, buscando formar um profissional mais capacitado e conectado às necessidades da humanidade.

Considerando os objetivos de sua pesquisa, compreende-se que ao, falar de robótica pedagógica, considera-a como uma metodologia particular da educação tecnológica (PEREIRA, 2004, p. 13). Sua abordagem metodológica na disciplina de Automação e Controle do curso de Engenharia Mecânica foi a de decomposição e problemas e análise de soluções.

A partir da definição do problema, são estabelecidas possíveis soluções, e dessas, uma é escolhida. Quando desenvolvido o projeto, é implementado e testado. Essa abordagem metodológica adotada possibilitou efetivamente que essa disciplina fosse orientada à resolução de problemas e não ao conteúdo (PEREIRA, 2004, p. 82). A aprendizagem do conteúdo, segundo o pesquisador, ocorre no processo de resolução dos problemas, à medida que o conhecimento é exigido. Assim, há um trabalho com enfoque em uma construção metodológica, mas que busca o ensino e aprendizagem dos educandos.

Já no campo de educação matemática, há o trabalho de Accioli (2005), com formação em Engenharia. Ministrou aulas de programação em um período de sua carreira, o que a aproximou de projetos de ensino e aprendizagem que envolviam o uso de computadores. Essa experiência propiciou-lhe uma percepção sobre as potencialidades das tecnologias para fins educacionais e seu efeito na mudança do contexto e possível modificação da própria tecnologia. Sua percepção instigou-lhe a pesquisar sobre o assunto.

Durante suas investigações e elaboração de práticas que relacionassem as tecnologias às áreas de conhecimento científico, ela planejou e ministrou oficinas de robótica com uso de kits de robótica da LEGO® Education. Inicialmente, sua experiência com robótica foi em um âmbito mais lúdico e motivador aos alunos. Esse resultado fez com que ela desenvolvesse posteriormente uma pesquisa de mestrado buscando responder como “Um ambiente de robótica pode funcionar como um micromundo de aprendizagem matemática, no sentido de possibilitar a construção de novos significados para a Simetria?” (ACCIOLI, 2005, p. 5).

A pesquisadora, ao realizar uma abordagem de micromundo, está se referindo essencialmente a um ambiente de aprendizagem baseado no computador (CBLE – *Computer Based Learning Enviroments*). Pode-se dizer que seja um *software*, capaz de manipular objetos através de operações baseadas em regras, comandos. Aparentemente, parece um simulador, mas difere quando o

ambiente permite que uma criança elabore estratégias de resolução de situações expressadas por intermédio de notações particulares, proporcionando uma experiência semelhante ao uso do sistema formal da Matemática (ACCIOLI, 2005, p. 9).

O micromundo em sua pesquisa é o “Sistema Robótico LEGO Dacta – *ROBOLAB MINDSTORM*”, composto por dispositivos mecânicos e eletrônicos e uma linguagem de programação.

Para realizar seu trabalho com esse micromundo, Accioli (2005) utilizou-se da metodologia “Experimento de Ensino”, a qual foi definida, com base em STEFFE e THOMPSON (2000), como uma oportunidade de um pesquisador investigar o raciocínio matemático dos alunos em experimentações que podem influenciar tanto no significado dado ao conhecimento matemático como na sua construção.

Seu público foi composto por dois grupos de alunos do ensino fundamental que contemplavam alunos da 3ª e 4ª séries e alunos da 5ª a 7ª séries de uma escola particular em atividades extracurriculares. Para esses grupos, foram elaboradas atividades, mas somente após um estudo realizado com outras três escolas, que desenvolveram oficinas de robótica no ensino fundamental e médio, com enfoques em tecnologia, lúdico e conhecimentos em mecatrônica.

Após análise dos resultados dessas oficinas, foi elaborado um conjunto de 10 sessões que abordavam desde a familiarização do kit com montagem livre, programação no ambiente ROBOLAB até a elaboração de um modelo de robô que realizasse uma coreografia ou, como a pesquisadora definiu, “Dança dos robôs”, buscando relacionar o conceito de simetria nessa pesquisa.

Interpreta-se que sua pesquisa teve um enfoque na aprendizagem do aluno/educando, pois foi apropriado de um micromundo, um sistema de robótica, composto por peças e *software*. A partir da interação dos alunos com objetos construídos, o *software* de programação e os desafios propostos, as conexões com a Matemática eram estabelecidas.

Pensando na aprendizagem dos alunos, também há Campos (2005), que, embasado nas teorias de aprendizagem de Jean Piaget e Seymour Papert, fundamentou sua pesquisa em uma busca para responder à seguinte questão: “Quais as contribuições da implementação de um projeto de robótica educativa no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Fundamental?” (CAMPOS, 2005, p. 17). Nessa investigação, seu olhar de pesquisa foi mais especificamente no currículo do ensino fundamental I e II de uma escola particular do Estado de São Paulo.

Ao descrever a escola, o pesquisador destacou que a instituição já tinha um histórico, “onde os professores procuram desenvolver projetos de integração entre as disciplinas incluindo-os em eventos culturais que acontecem durante o ano letivo” (CAMPOS, 2005, p. 94). Referindo-se à robótica educacional com um ambiente de aprendizagem, o pesquisador foi um dos responsáveis por, em 2003, introduzir e coordenar o projeto de trabalho com robótica na escola.

A escolha dos materiais adotados pela escola para as atividades foi decidida após uma pesquisa nos mercados nacional e internacional, adquirindo-se peças do material Knex¹². Outros kits como da LEGO[®] Education também foram utilizados. Em diálogo com o corpo docente da escola, o projeto-piloto foi iniciado em uma feira científica com alunos do ensino médio. Nesse processo, os professores ficaram responsáveis “por integrar projetos relacionados com os conteúdos curriculares trabalhados em sala e a possibilidade de usar a robótica para demonstrá-los” (CAMPOS, 2005, p. 96). E, durante a exposição, os alunos explicavam as aplicações teóricas presentes nos seus projetos (máquinas simples, transportes, força, energia e movimento, pontes, energia renovável, parque de diversão, pneumática, conceitos matemáticos e Big Ball Factory).

O projeto de robótica da escola foi construído em consonância com o currículo. Criou-se o espaço e o apoio técnico, e os projetos desenvolvidos levavam em consideração três aspectos: “Os conteúdos curriculares, conceitos científico-tecnológicos e Situação-problema/desafio” (CAMPOS, 2005, p. 117). Com base nas necessidades curriculares de cada professor, o projeto de robótica era construído, desde a montagem aos desafios que os alunos iriam executar. Essa decisão estava relacionada à compreensão do grupo de professores de que os conceitos científico-tecnológicos estão inseridos na robótica, assim, era importante que houvesse integração dos conteúdos na robótica.

Sua pesquisa permitiu chegar à conclusão de que é preciso dar atenção ao estudo das possibilidades desse ambiente que, em termos de inovação pedagógica, a escola está no caminho, mas que a robótica se mostrou um espaço capaz de contribuir na aprendizagem, tanto de alunos como de professores.

No ano seguinte, há a presença do trabalho de Santos (2006), que desenvolveu sua dissertação no programa de pós-graduação em Ciência da Computação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, propondo o uso da realidade virtual para construir ambientes virtuais para se trabalhar com robótica, tendo em vista que ambientes de realidade virtual com objetivos educacionais já foram construídos em diferentes áreas de conhecimento e são apropriados para trabalhar conceitos abstratos.

Em sua proposta, Santos (2006) analisou alguns ambientes já existentes, visitou espaços que utilizavam robótica e ambientes virtuais e desenvolveu um espaço virtual para

¹² Esse material é importado dos Estados Unidos e é basicamente formado por dois tipos de peças: eixos e conectores. O material é comumente chamado de robótica estrutural por se tratar de um material que pode desenvolver grandes estruturas, tanto rígidas quanto flexíveis. Além dos eixos e conectores, temos também motores, polias, elásticos, pneus, engrenagens e outros acessórios que também fazem parte do material (CAMPOS, 2005, p. 95).

manipulação de um braço mecânico controlável por programação, *joystick* ou *mouse*. Seu projeto estava voltado ao ensino de robótica na escola de nível técnico e sua preocupação estava em construir uma ferramenta de ensino, logo, uma metodologia com esse ambiente virtual.

Diferente de Santos (2006), um pesquisador desenvolveu seu mestrado em educação tecnológica, levantando a hipótese de que a potencialidade da robótica favorecer a aprendizagem de técnicas de programação é verdadeira, desde que inserida em uma metodologia mais abrangente e acoplada ao curso em geral e ao núcleo de programação em particular (ROCHA, 2006, p. 98).

Pensando nisso, ele desenvolveu uma pesquisa com alunos de um centro universitário de Belo Horizonte, durante as aulas “da disciplina ‘Tópicos especiais em informática II’, do oitavo período do curso de Sistemas de Informação da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas” (ROCHA, 2006, p.69). Para realizar sua pesquisa, Rocha (2006) utilizou kits de robótica da LEGO® Education.

E, como referência teórica, percebe-se na constituição de sua dissertação uma leitura sobre o uso dos computadores, sobre o construtivismo de Jean Piaget e o construcionismo de Seymour Papert. Em sua interpretação, robótica educacional e pedagógica são a mesma coisa, pois é um

ambiente de aprendizagem que reúne materiais de diversos tipos e diversas peças em formatos e cores diferentes, motores e sensores controláveis por computador e *softwares* que permitam programar, de alguma forma, o funcionamento dos modelos montados (ROCHA, 2006, p. 55).

Sua pesquisa, em síntese, está preocupada com a formação de educandos, no âmbito de programação. Claro, como menciona o pesquisador, é necessária uma metodologia adequada.

No ano seguinte, tem-se a presença do trabalho de Oliveira (2007, p. 50), que usa o termo robótica pedagógica. Sua definição sobre esse assunto é dada como “a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens”, e, embasado nas teorias de Jean Piaget e Vygotsky sobre aprendizagem, desenvolveu sua pesquisa com alunos do ensino fundamental de uma escola particular. A justificativa dessa base teórica residia na interpretação de que ambos os pensadores “atribuem especial importância ao aspecto do comportamento do indivíduo, no que concerne ao modo como modificam a realidade e são, por ela, modificados” (OLIVEIRA, 2007, p. 30).

Sua pesquisa procurou “construir um universo que possibilitasse a elaboração de uma tese sobre robótica pedagógica, mais precisamente, sobre os possíveis movimentos intelectuais que a robótica pode oferecer na construção do conhecimento” (OLIVEIRA, 2007, p. 18). Nesse processo, uma atenção foi dada para como a criança reagia na resolução de problemas na robótica. O pesquisador descreve que a pesquisa com as crianças foi realizada em três etapas:

No 1º experimento, que denominamos A construção do conceito de robótica por crianças, procuramos complementar os estudos de Turkle (1989) que se concentraram no uso do computador. Utilizamos o método clínico e entrevistamos individualmente alunos do ensino fundamental. No 2º experimento, desejávamos observar como a criança, em atividades de robótica, explica o que aprendeu. Então apresentávamos a uma criança, passo a passo, a montagem e programação de um pequeno robô e, logo a seguir, a mesma ensinava a um outro colega o que havia aprendido. No 3º experimento, A tomada de consciência, desejávamos observar quando, como e em que grau se verificava a atuação do sujeito no estágio operatório formal Ca a seu (Sic) (OLIVEIRA, 2007, p. 17).

Em sua tese, pode-se perceber o uso da teoria de Piaget em um contexto da robótica educacional. Em suas considerações finais, tem um olhar sobre o sujeito e objeto, e a robótica se revela com uma riqueza na relação sujeito – objeto, como raras vezes encontramos em outras atividades pedagógicas (OLIVEIRA, 2007, p. 86). Pode-se agrupar mais essa pesquisa em um conjunto cuja atenção está na formação de educandos ou alunos.

Pensando nessa mesma ótica, a formação de educando, Gonçalves (2007) desenvolveu sua dissertação de mestrado em ciência da computação de forma mais técnica, propondo a construção de um protótipo de robô móvel de baixo custo. Sua sensibilidade para isso residia em sua observação quanto ao alto custo dos kits de robótica, principalmente os da LEGO®, voltados para o ensino, sendo esse um fator que tornava inviável e inacessível a qualquer instituição de ensino. Em sua pesquisa, ele mostra dados de cinco anos da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia, onde projetos com kit da LEGO® Education são poucos, e o que estava em crescimento era a presença de projetos utilizando materiais alternativos e mais baratos.

Nesse sentido, todo o trabalho de Gonçalves vem apresentar desde a construção à programação de um material alternativo com uso de uma placa de controlável denominada GoGo. Essa placa programável, segundo Gonçalves (2007), foi desenvolvida por pesquisadores do *Future of Learning Group* no *Media Laboratory* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), utilizando como base a plataforma do LEGO® Mindstorms. Essa

decisão residia no fato de que suas pesquisas em países em desenvolvimento encontravam dificuldades de execução, pelo alto custo do material LEGO® Mindstorms e ausência desse material no próprio país.

Por fim, Gonçalves (2007) desenvolveu um trabalho que pudesse - em sua época - minimizar as desigualdades de acesso à robótica, uma alternativa, principalmente para as realidades das escolas públicas, ensinando a construção passo a passo de um robô, desde a placa GoGo e mostrando uma atividade educativa com o protótipo, que consistia em um desafio em que o robô, num espaço pré-definido (círculo) e sem sair desse espaço, deveria retirar latas de dentro para fora desse círculo. A esse protótipo havia a possibilidade de se conectar sensores. Sua construção utiliza-se de materiais eletrônicos de baixo custo. Por apresentar uma preocupação com a formação dos alunos, pode-se posicionar esse trabalho em um campo de metodologia, onde se encontram ferramentas de trabalho e ações. Nesse caso específico, o pesquisador preocupou-se em construir a ferramenta.

Diferente da perspectiva e objetivo anterior, há a referência de Fortes (2007), que desenvolveu uma dissertação de mestrado na área de educação matemática sobre o trabalho com robótica educacional. O tema já fazia parte de sua história. Enquanto educadora, foi professora de um laboratório de robótica, o qual considerou como um ambiente de aprendizagem. A motivação a aprender mais sobre robótica veio após ter trabalhado na divisão educacional da LEGO no Brasil e ao concluir sua graduação em Matemática, tanto que buscou especializações no campo da Engenharia, que foram insuficientes.

Já no mestrado de educação matemática, participando de um grupo de pesquisa, foi possível iniciar suas pesquisas sobre a robótica educacional, a fim de identificar possíveis evidências, bem como potencialidades do material que seria utilizado posteriormente (FORTES, 2007, p. 3). A partir de estudos de pesquisas já existentes, como, por exemplo, *Estudo de Impacto Educacional dos Materiais da LEGO*, feitos pelo próprio Seymour Papert no Peru, a pesquisadora traçou como principal objetivo de sua pesquisa investigar

o impacto de um ambiente de aprendizagem robótico nas estratégias e representações usadas por estudantes de 8ª série do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio na interpretação de gráficos apresentando relações entre distância, tempo e velocidade (FORTES, 2007, p. 5).

Sua fundamentação teórica iniciou-se por resgatar a informática e robótica na educação no Brasil. E também na teoria do construcionismo de Seymour Papert, o responsável pela apresentação da robótica no país. Para constituir sua pesquisa, realizou

experimentos com os alunos, envolvendo produção de protótipos de robótica para trabalhar com gráficos. Nesse protótipo, feito com kit de robótica da **LEGO**, estavam carrinhos e um radar. Fortes (2007) salienta que

As atividades desenvolvidas foram baseadas no construcionismo, em que o professor estimula os alunos a desenvolverem suas próprias criações, teorias, conjecturas, por meio de desafios que incentivem os alunos a serem criativos e autônomos, aliados ao desenvolvimento de outras habilidades (p.90).

Além disso, um detalhe interessante das considerações finais, levantado na pesquisa a partir dos dados e nas reflexões da pesquisadora, dizia que o ambiente de robótica possibilita a “manipulação de diversas representações e possibilita criar relacionamentos entre tais representações” (FORTES, 2007, p. 96). Até então, essa é a primeira pesquisa que se lê que aponta esse resultado, o qual pode-se considerar um novo viés para se pesquisar. Todo esse trabalho de Fortes (2007) se encaixa muito na formação de educandos.

No mesmo ano temos a pesquisa de Labegalini (2007), caracterizada como participante dentro do “Projeto Criatividade” - que foi criado em uma parceria da PUC do Paraná com a Secretaria Municipal de Educação (SME) - para auxiliar o professor na integração gradativa às tecnologias em sua prática docente. Dentre as tecnologias, a pesquisadora analisou como se deu a inserção do LEGO/Robótica na prática do professor.

Essa intencionalidade deve-se a dados da Secretaria Municipal de Educação (SME) sobre como se desenvolveu o incentivo à inserção de tecnologias na escola, do processo de formação dos professores e dados quantitativos apontando uma grande procura de professores pelos cursos de formação continuada. E que, apesar da presença de kits de robótica nas escolas municipais, um resultado apontava que poucos professores se aventuravam a aplicar o que aprenderam, por falta de segurança.

Assim, a pesquisa procurou analisar “Como as sugestões propostas na Revista de Educação Tecnológica *Zoom* podem ser inseridas na sala de aula das escolas da rede pública quando da utilização do LEGO/Robótica?” (LABEGALINI, 2007, p. 19). Para responder essa questão, foi necessário verificar em que medida as sugestões disponíveis na *Revista de Educação Tecnológica Zoom* são utilizadas na sala de aula, abordando estratégias metodológicas da revista, relação com a prática da sala de aula, nos cursos de formação, além de aspectos motivadores de integração LEGO/Robótica na sala de aula e nos cursos de formação.

Um aspecto que chamou a atenção foi a visão da pesquisadora quanto à robótica. LEGO/Robótica, para Labegalini (2007), também é vista como uma ferramenta ou tecnologia

educacional que pode aproximar o aluno de sua realidade. Tanto que sua fundamentação teórica foi embasada em Seymour Papert e Armando Valente, entre outros, discutindo as tecnologias de forma geral até o contexto educacional.

Ao construir os dados de sua pesquisa, usando um grupo de professores, desenvolvendo o curso de formação e acompanhando sua prática e seus depoimentos, concluiu-se “que a *Revista Lego Zoom* não foi integralmente trabalhada com os alunos” (LABEGALINI, 2007, p. 129). Além disso, atribui aos professores “que não há uma disposição por parte destes educadores para inovar o seu processo de ensino/aprendizagem” (LABEGALINI, 2007, p. 129).

As revistas são importantes para o ensino de LEGO/Robótica e podem ser inseridas em todas as escolas da rede pública, desde que os professores mostrem-se um pouco mais dispostos a trabalhar com elas (LABEGALINI, 2007, p. 128). A responsabilidade de construção de um ambiente de aprendizagem nessa pesquisa recai sobre os professores e alunos. Em termos de tecnologias e recursos, o sistema educacional tinha boa estrutura, as revistas de robótica poderiam ter sido melhor aproveitadas, mas faltou empenho dos professores, como por exemplo, seguir as sugestões da revista. Em síntese, pode-se agrupar essa pesquisa em um conjunto de trabalhos relacionados à formação de educadores.

Já Curcio (2008), também como Gonçalves (2007), estava preocupado com o alto custo dos kits comerciais de robótica, realizando um trabalho de mestrado que objetivasse “apresentar uma metodologia adequada à utilização da robótica educacional. Isto requer pesquisa de recursos de *hardware*, utilizar *software* livre e desenvolver tutoriais para sua aplicação” (CURCIO, 2008, p. 5). Essa metodologia proposta trabalhava com materiais de baixo custo, desde a montagem de placas, circuitos e aquisição dos materiais necessários, seja em eletrônicos descartados ou em lojas especializadas.

Em seu trabalho é reconhecida uma clara relação da robótica educacional com as tecnologias. Nesse sentido, a pesquisadora vê que para se inserir a robótica nas práticas educativas, da mesma forma que o computador, foi proposta uma capacitação docente no que se refere à robótica educacional. Semelhante a Labegalini (2007), sua pesquisa tem foco na formação docente.

A proposta de construção metodológica com os professores envolvia a “utilização do computador, da interface de conexão e de componentes como motores e sensores para a construção de protótipos e maquetes em concordância com os conteúdos curriculares” (CURCIO, 2008, p. 9). A formação dos professores era tanto de ordem técnica como metodológica de trabalho. Tanto que a parte prática com os alunos do ensino fundamental foi

o desenvolvimento de concursos que trabalhassem determinados temas, onde os alunos desenvolviam seus projetos, construíam suas maquetes e nelas utilizavam materiais eletrônicos capazes de dar movimento e exemplificar situações.

Os temas dos concursos foram: I Concurso de Robótica Educacional, tema “Paranaguá e sua História” e II Concurso com o tema “Geração e Armazenamento de Energia” (CURCIO, 2008, p. 48). Os temas foram trabalhados tanto durante as aulas curriculares como em encontros extracurriculares, que envolviam principalmente visitas a outros espaços, além da escola para se conhecer mais sobre os temas. Nesse sentido, pode-se ver uma proposta de conexão das tecnologias, das áreas de conhecimento e a preocupação na construção de um mundo melhor por meio de projetos com robótica.

Curcio (2008, p. 48) salienta que o objetivo da “realização do concurso era incentivar professores e alunos a utilizar tecnologia na educação, especificamente a robótica”. E que através disso os alunos foram motivados a ponto de construir “projetos possíveis e adaptáveis no cotidiano da escola”, como foi o exemplo da “Casa eficiente”, pensada para economizar o consumo de energia elétrica.

Já Lopes (2008) realizou sua pesquisa com alunos das séries iniciais de uma escola pública, utilizando materiais de robótica da LEGO, sendo um desses materiais desenvolvido especialmente para se trabalhar com o projeto UCA (um computador por aluno), do qual a escola fazia parte. Assim, a pesquisa ocorreu dentro do contexto do projeto UCA, por meio de uma parceria do Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC/UFRGS), o Ministério da Educação e a ONG OLPC (One Laptop per Child).

Sua pesquisa foi fundamentada na Epistemologia Genética de Jean Piaget e no construcionismo de Seymour Papert. Sua tese procurou “explicitar os processos cognitivos envolvidos no contexto de desenvolvimento de projetos em robótica educacional por crianças em idade escolar” (LOPES, 2008, p. 19).

Considerando o potencial da robótica educacional para motivar e despertar a criatividade e o interesse pela descoberta, Lopes (2008, p. 41) construiu sua pesquisa, entendendo RE como um “conjunto de recursos que visa o aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como design, construção e programação de robôs”. Nesse sentido, ele realizou quatro etapas da construção dos dados de pesquisa, que envolvia construção a partir de modelos, projetos temáticos, projetos voltados a campeonatos e montagens livres.

Toda sua pesquisa teve um olhar sobre o aluno, em como, explorando modelos, ele podia construir condutas cognitivas que dessem suporte a construções criativas (LOPES,

2008, p. 53). Em termos de modelos, o pesquisador se referia aos protótipos propostos, à construção de programação, aos robôs construídos, e em seus dados poder-se-ia reconhecer a presença de trabalho com modelos matemáticos. A respeito disso, ele constatou que

um modelo eficiente no que se refere à possibilidade de construções criativas, seria um modelo apresentado na sua forma incompleta ou parcial, pois a constatação de um *bug* exige que os erros sejam compensados, provocando o reflexionamento e a consequente transformação das ações e de seus significados (LOPES, 2008, p. 170).

Em suas considerações finais sobre seu trabalho, há uma afirmação positiva da robótica educacional construtivista como um recurso inovador às práticas pedagógicas, além disso, um elemento que chamou a atenção foi a referência da produção de projetos de pesquisa que resgatam, segundo Lopes (2008), uma dimensão do fazer em relação à construção do saber.

O trabalho de Lopes (2008) teve um foco no qual é possível englobar um conjunto de trabalhos preocupados com a formação do aluno. Da mesma forma, tem-se o trabalho de Santana (2009), que realizou uma investigação, buscando entender como crianças da 4ª série (5º ano) aprendem e trabalham com ciência e tecnologia em um ambiente lúdico de robótica. A pesquisa é uma continuação de seu mestrado em uma perspectiva e ambiente diferentes, ou seja, ocorreu em uma instituição pública na Bahia que tinha em seu currículo robótica educacional com kits da LEGO® Education.

A composição de seu trabalho perpassa por uma descrição de um grande projeto de implantação da robótica na rede pública baiana usando kits da LEGO. Nesse sentido, ela descreve alguns fatos de como e onde ocorreu a implantação, e alguns dos resultados. Nessa descrição, houve um trabalho com os professores, um momento de construir e reconhecer, nos materiais que lhes foram disponibilizados, os conhecimentos científicos relacionados, presentes nos projetos de montagens sugeridos pelo material de robótica. Podemos dizer que foi um momento de analisar os kits e refletir sobre suas possibilidades de trabalho na sala de aula.

Esse momento dos professores mostrou uma fragilidade em como foi a formação, o acompanhamento e a falta de planejamento. Um detalhe apresentado pela pesquisadora que chamou a atenção foi a forma como a proposta pedagógica foi levada às instituições públicas, ou seja, sem uma consulta ou demonstração de interesse pelos professores e as instituições. Tudo sugere que foi por imposição. Infelizmente, segundo Santana (2009) o projeto falhou em

sua boa intenção, pois faltou uma organização, um planejamento, um estudo prévio, considerados primordiais.

Além desse momento com os educadores, Santana (2009) realizou um trabalho com crianças de uma escola, trabalhando a iniciação científica a partir de projetos e desafios. Os alunos construíram montagens e essas eram exploradas pelo professor, buscando emergir conceitos científicos. Essa pesquisa chegou a considerações de que a implantação de robótica pedagógica precisa ocorrer em etapas, preocupar-se com a formação dos professores, ter um planejamento, acompanhamento por mais tempo e a constituição de uma rede colaborativa. Foram sugestões importantes em um processo de implementação de um projeto de robótica em um ambiente escolar.

O trabalho de Santana (2009) perpassou por etapas onde é possível interpretar que sua pesquisa se enquadra em um conjunto de pesquisas preocupadas com a formação do aluno. Mas, nesse processo, ela percorreu todo um caminho que não desconsiderou também a formação do educador. Uma condição biunívoca, onde um depende do outro.

Pensando também na formação dos alunos, há a presença do trabalho de Maliuk (2009), que desenvolveu sua dissertação sobre robótica educacional no ensino de Matemática, relatando sua experiência na rede pública de ensino de Porto Alegre com alunos do 9º ano. As atividades de robótica foram desenvolvidas em conjunto com as aulas regulares de Matemática.

Essa iniciativa de trabalho com robótica foi governamental. A Secretaria de Educação da cidade ofereceu curso de formação em robótica educacional aos professores da rede pública e kits para as escolas que tivessem professor participando desse curso. A pesquisadora relata que foi a única em toda a escola que demonstrou interesse em participar. Em sua visão, isso foi importante principalmente pela escola já possuir um histórico nesse campo.

A pesquisa de Maliuk (2009) foi fundamentada na teoria de Ole Skovsmose sobre ambientes de aprendizagem, ou seja, relacionou a robótica educacional com a constituição de ambientes de aprendizagem. Nesse contexto, foram desenvolvidos diferentes robôs, desde o mais complexo ao mais simples carrinho. Seus alunos participaram de um torneio de robótica, o que contribuiu para inseri-los na realidade da comunidade do bairro, conhecer um centro de reciclagem, modelar a produção de alguns resíduos e do projeto de acordo com o tema do torneio. Dessa forma, foi possível trabalhar com Matemática, desenvolver protótipos que seriam úteis para o contexto estudado, além de relacionar os conhecimentos científicos à vida. “Mas uma coisa todas elas têm em comum: para estarem abertas às diferentes possibilidades

de aprendizagens, apresentaram-se sempre como Cenários de Investigação” (MALIUK, 2009, p. 77).

Seguindo uma direção diferente, há o trabalho de Silva (2009), que em sua tese de doutorado detectou que algumas pesquisas de robótica no Brasil colocavam a robótica como parte das ferramentas computacionais de auxílio no ensino e aprendizagem. Ela expõe que em nenhum momento houve investigação dos aspectos metodológicos do uso de robôs como elementos mediadores da aprendizagem, muito menos com o uso da teoria histórico-cultural de Vygotsky.

Nesse sentido, Silva (2009) construiu sua pesquisa procurando contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia de ensino-aprendizagem baseada na teoria sócio-histórica de Vygotsky para aplicação de robótica, como ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem em escolas do ensino fundamental (SILVA, 2009, p. 3). Assim, para construir sua metodologia, foi desenvolvido um sistema denominado RoboEduc, constituído de peças, de *software* e de uma metodologia que busque valorizar as interações sociais dos sujeitos envolvidos na pesquisa, que ela definiu como sendo, os alunos, professores e robôs.

Para trabalhar o sistema RoboEduc, a pesquisadora, juntamente com o laboratório NATALNET da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, desenvolveu a pesquisa por meio do “Projeto Inclusão Digital com Robô” com alunos de 4º e 5º anos de uma escola municipal e periférica da cidade de Natal, usando informações da Secretaria da Educação da cidade como critério de escolha da instituição - que a caracterizava como escola-modelo - e dados da Fundação Getúlio Vargas sobre o mapa de exclusão digital do Brasil.

É importante mencionar que a robótica educacional, para Silva (2009), é vista como um ambiente de aprendizagem e definida como uma ciência interdisciplinar. E seu uso na educação requer um planejamento cuidadoso de todas as etapas do processo ensino-aprendizagem (SILVA, 2009, p. 69). Assim, RoboEduc tinha sua constituição de *hardware*, ou seja, kits de robótica da LEGO® Mindstorms RCX, um *software* também com o nome RoboEduc que possui níveis de uso, com tutoriais, controle e programação dos robôs. E para completar, uma metodologia de trabalho construída com diálogo com a comunidade escolar; formação de tutores; organização das oficinas que procuraram, embasadas na teoria de Vygotsky; trabalho com temas interdisciplinares, possibilitando assim o diálogo com outras áreas de conhecimento. Essa integração de conhecimentos em um mesmo ambiente com robótica, na forma de oficinas, segundo Silva (2009, p. 78), residia em, a partir de um tema, construir uma sequência para a aprendizagem, através de delineamento do problema, solução e construção do problema e avaliação.

Enfim, segundo Silva (2009, p. 106), com as atividades desenvolvidas em cada oficina de robótica, uma gama de conteúdos, quer sejam conceituais ou procedimentais, foram trabalhados em conjunto com as partes envolvidas no projeto de inclusão digital com robôs. E que, apesar da complexidade da teoria de Vygotsky e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD), pode-se concluir que a robótica também necessita de mais investigações no campo metodológico e que a metodologia obtida na pesquisa mostra-se promissora para utilização de robótica no ensino fundamental. Mesmo que a pesquisa tenha por objetivo a constituição de uma metodologia, ela não deixa de almejar a formação do educando e educador.

Para finalizar os trabalhos de pesquisa construídos e defendidos em 2009, há a presença da dissertação de Danilo Rodrigues César. Esse pesquisador é a referência principal no que diz respeito à robótica com o uso de sucatas eletrônicas ou robótica livre, como já foi mencionado anteriormente no capítulo 1. A atribuição a essa vertente foi tratada em sua dissertação como robótica pedagógica alternativa ou robótica pedagógica livre, que envolve uma proposta de ensino e de aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos baseados em soluções livres e em sucatas como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento (CESAR, 2009, p. 26).

Soluções livres possuem uma relação com os princípios dos *softwares* livres, ou seja, de que toda produção possa ser pública, de acesso a todos, que possa ser modificada, transformada e compartilhada para ajudar o outro, sem fins lucrativos. São valores importantes agregados à robótica pedagógica livre desde a parte de *hardware* e *software*. César (2009) usa o termo *pedagógica*, seu trabalho e sua pesquisa são em robótica pedagógica e a define assim

Robótica Pedagógica é uma denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, quando nos referirmos a Robótica Pedagógica não estamos falando da tecnologia ou dos artefatos robóticos em si, nem do ambiente físico onde as atividades são desenvolvidas. Não estaremos nos referindo a outra coisa senão a proposta de possibilidades metodológicas de uso de tecnologias robóticas no processo de ensino e de aprendizagem (CÉSAR, 2009, p. 25).

Sua pesquisa não fugiu dessa constituição metodológica, da preocupação com o ensino e aprendizagem. A pergunta de sua pesquisa estava relacionada em compreender se a constituição de um ambiente de aprendizagem da robótica pedagógica livre possibilita a

(re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos por professores em formação (CÉSAR, 2009, p.36). Dessa forma, o autor desenvolveu, como ele próprio define, uma metodologia de trabalho cooperativa entre os professores, trabalhou com projetos, na construção de um kit básico de robótica pedagógica livre a um artefato robótico. Nesse processo, algumas áreas de significação foram elencadas, sendo uma delas a inclusão digital.

Uma de suas considerações é a de que educandos estão inseridos no contexto tecnológico, mas não interagem com o que acontece à sua volta (como, por exemplo, o valor da tensão adequada para que um determinado equipamento eletrônico seja ligado à tomada da rede elétrica) (CÉSAR, 2009, p. 75-76). Seu trabalho com os professores focou o rompimento da resistência à tecnologia, buscou conhecer o que se consome e como funciona. Em síntese, interpretou-se que houve o estímulo aos alunos do curso a fim de que houvesse o questionamento a questões básicas como, por exemplo: como se faz?; como é seu funcionamento? Respondendo a essas questões chegou-se à (re)construção de conceitos científico-tecnológicos. Agrupou-se essa pesquisa em um conjunto de trabalhos do campo de metodologia.

Agora, o trabalho de Santos (2010), que desenvolveu uma pesquisa de mestrado em Ciências e Matemática, tendo como base teórica Seymour Papert, em virtude da sua importância na disseminação da robótica pelo Brasil. Sua pesquisa praticamente iniciou-se em uma disciplina da graduação com enfoque interdisciplinar, onde conheceu o tema robótica. A partir desse momento, acabou tornando-se tema de sua pesquisa de mestrado. A pesquisa procurou responder algumas questões como

Como discutir conceitos científicos por meio da robótica em um ambiente colaborativo? Que características oriundas do lúdico estão presentes na robótica educacional? Como pode ser efetivada a relação entre a robótica educacional e o lúdico em sala de aula para a construção de conceitos e motivação dos alunos do ensino médio? (SANTOS, 2010, p. 3).

Como pode-se perceber, as inquietações do pesquisador estavam na relação da robótica ser uma área de interação homem e máquina (SANTOS, 2010, p. 10) e ser capaz de discutir conceitos científicos e explorar a questão lúdica presente na robótica. Essas intencionalidades de sua pesquisa foram discutidas e levantadas em uma escola pública de ensino médio onde era professor de Matemática. Suas atividades de robótica aconteceram com alunos voluntários do 3º ano do ensino médio, no espaço da escola, utilizando o laboratório de informática, por cerca de 2 horas, aos sábados pela manhã.

A partir de temas propostos pelos alunos: “uma aranha mecânica, uma casa giratória, um carro de brinquedo, um prédio com mecanismos de elevador e iluminação em um parque de diversão” (SANTOS, 2010, p. 39), foram trabalhados conceitos científicos e a tecnologia. Como recursos para implementação dos projetos, foram utilizados uma placa denominada X-PLUS da CERNE tecnologia e o *software* o MegaLOGO.

Os resultados da pesquisa permitiram perceber que foi possível nos trabalhos desenvolvidos, no que se refere aos projetos de robótica, trabalhar com

conceitos de geometria e de energia, conteúdos referentes à Matemática e Física trouxeram aos alunos uma forma concreta de se ver o que é ensinado em sala de aula, isto é, uma nova moral epistemológica na educação. Esses aspectos se mostraram mais fortes na construção dos protótipos, que por sua vez na execução apresentou fortemente algumas características de lúdico como: interesse e motivação, competição, discussão conceitual (SANTOS, 2010, p. 78).

Assim, a pesquisa permitiu construir uma relação dos conhecimentos científicos, utilizando-se de tecnologia, de robótica, para desenvolver projetos a partir de temas relacionados com as intenções da robótica educacional, quando se pensa em promover a “integração de disciplinas e observando que os alunos podem vivenciar na prática o método científico através da simulação de protótipos” (SANTOS, 2010, p.12-13), sem se esquecer da questão lúdica incorporada à robótica. Em síntese, entende-se que a pesquisa faz parte de um conjunto cuja vertente é a formação dos educandos ou alunos.

Leitão (2010), também sustentado pela teoria de Seymour Papert, desenvolveu sua pesquisa com alunos do ensino fundamental de uma escola particular, aplicando uma metodologia de *design experiment* que requer uma sequência de episódios. Sua pesquisa tinha como objetivo “investigar as potencialidades e contribuições que a utilização da robótica educacional oferece para o ensino da Matemática” (LEITÃO, 2010, p. 11). Novamente, há um trabalho com enfoque na formação dos alunos.

A sequência de atividades construídas com os alunos partia de trabalhos que instruíam sobre o kit, funcionamento e controle do robô utilizando-se de desafio. Como atividade final, houve um desafio que envolvia a coreografia ou dança de robôs. Nessa atividade, o pesquisador, que utiliza muito do termo emergir, revela que ocorreu a mobilização de várias ideias matemáticas, como simetria e reflexão, estimativa, proporcionalidade e propriedades de ângulos. Em suas considerações finais, Leitão retoma dizendo que, nas circunstâncias nas quais ocorreu a pesquisa, “a matemática emerge com certa naturalidade” (LEITÃO, 2010, p. 82).

Outro trabalho com aporte teórico, o construcionismo de Papert, foi de Furletti (2010). Em sua pesquisa, a robótica educacional é vista e definida à parte de uma conceituação de Marco Chella (2002), que essencialmente vê a RE como um ambiente constituído de computador e peças onde o aprendiz, em interação com esses elementos, constrói sua relação com diversos conhecimentos a partir das montagens robóticas.

Outro detalhe importante é sua visão a respeito da robótica, ou seja, para ele, é uma tecnologia quem vem somar de “forma significativa ao ambiente escolar uma nova metodologia de trabalho, que transcende aos conceitos tradicionais de sala de aula, deixando o professor em um modo de diálogo próximo aos alunos” (FURLETTI, 2010, p. 39).

A pesquisa de Furletti (2010) ocorreu em uma escola particular de Belo Horizonte, com todos os alunos regularmente matriculados no segundo ano do ensino médio. O pesquisador era também o professor de Matemática da turma e tinha incluído aulas de robótica em suas aulas. Essas, foram ministradas em um laboratório de robótica, onde ele desenvolveu a maior parte da pesquisa, deixando a exploração matemática para a sala de aula. Sua pesquisa teve como tema principal a “exploração de tópicos matemáticos em modelos robóticos com utilização da linguagem LOGO no Ensino Médio” (FURLETTI, 2010, p. 11). Para tal, foi desenvolvido um estudo sobre a construção de uma roda-gigante nos seguintes passos:

A sequência se inicia com a construção da roda-gigante, depois para o funcionamento é necessário a sua programação, após o domínio da programação os estudantes realizam duas atividades abordando conceitos de funções do primeiro e segundo grau, essas últimas duas atividades podem ser agregadas ao conteúdo de sistemas lineares, dependendo do nível de conhecimento dos envolvidos (FURLETTI, 2010, p. 58).

Assim, “as conclusões da pesquisa convergem de forma favorável à manipulação de modelos robóticos como ferramenta auxiliar no ensino de conceitos matemáticos” (FURLETTI, 2010, p. 92). O centro da pesquisa estava em relacionar os conhecimentos matemáticos com o uso da tecnologia robótica, mostrar sua potencialidade em um efeito pedagógico de ensino e aprendizagem da Matemática. Em outras palavras, o personagem principal não é o aluno, mas os conhecimentos matemáticos construídos com a robótica, assim sendo, mesmo usando da formação dos educandos, a direção do seu trabalho é um enfoque metodológico. Por fim, entre os trabalhos de robótica de 2010, há o de Moraes (2010), que procurou ver as contribuições da robótica educacional no conhecimento de

Ciência, durante as aulas de Matemática, com três experimentos: Balança de dois pratos, Robô Girafa e Ponte Levadiça.

Agora em 2011, pensando na formação dos alunos, foi publicada e defendida a minha dissertação no mestrado em educação, em um contexto da educação pública em uma escola periférica da cidade de Uberlândia. A questão de pesquisa foi: “Como o trabalho com robótica educacional possibilita a constituição de um ambiente de aprendizagem significativo no contexto da escola pública?”. Buscando responder essa questão, utilizei-me da análise da trajetória de organização do trabalho educativo com robótica, atentando para a constituição de cenários de práticas pedagógicas com robótica educacional, resultantes da interação humana.

A pesquisa ocorreu em uma escola pública, com alunos do 9º ano do ensino fundamental, durante o contraturno de suas atividades regulares, uma vez por semana, com acompanhamento de uma professora de Matemática e outra, de Informática. Para o desenvolvimento das atividades, utilizou-se o laboratório de informática da escola como principal espaço de produção e encontro. Durante cerca de um ano e meio, houve visitas à escola, desenvolvendo, assim, atividades de robótica, subsidiadas por instituições de fomento à pesquisa¹³. A cada semestre, novas turmas de alunos eram formadas, a fim de contemplar o máximo de interessados em fazer parte das atividades de robótica.

As atividades inicialmente eram com sucata ou eletrônicos em desuso, mas durante alguns momentos da pesquisa foi possível trabalhar com um kit de robótica da LEGO® Education. A construção das atividades buscava sempre fazer uso do computador e da internet para o desenvolvimento de pesquisa, recurso de registro de dados, orientação e estímulo a uma autonomia produtiva através dos *blogs*, *softwares* e rede social¹⁴. Cada grupo de alunos tinha seu próprio *blog* e os professores tinham um *blog* o qual intitulei de “*Blog mestre*”, onde eram postadas as atividades, as orientações e esclarecidas as dúvidas de todos, ou seja, a capacidade do *blog* aceitar comentários nos permitia estabelecer um diálogo com os alunos mesmo a distância, buscando solucionar dúvidas e questões surgidas no pós-aula. Além disso, era um espaço público, no qual todos os alunos poderiam ver as dúvidas dos colegas e aprender em comunhão. Poderia haver o desenvolvimento de um espaço virtual como um fórum, mas escolheu-se usar o recurso do *blog* com essa mesma finalidade, pois era um espaço integrado com atividades, dúvidas, reflexões e soluções.

¹³ Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e Pró-reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis da Universidade Federal de Uberlândia (PROEX).

¹⁴ A rede social utilizada era a chamada Orkut, a mais popular no de 2010, quando ocorreu a pesquisa.

O ambiente de aprendizagem com robótica girava em torno de projetos, o ponto de partida era um artefato, e dele desdobravam-se estudos sobre sua construção, buscando explorar a Matemática nele e em seu uso. Os projetos desenvolvidos foram em torno dos seguintes artefatos robóticos: Beetlebot e Catapulta. No processo de trabalho, uma iniciativa adotada foi a seleção de monitores entre os alunos da robótica, possibilitando que jovens ensinassem seus colegas. Por mais que a iniciativa estivesse na formação de educandos, o trabalho encaixava-se em uma metodologia de trabalho.

Outros trabalhos de robótica educacional também foram defendidos em 2011, como de Silva (2011) da Universidade Federal da Bahia, que propõe a implementação de um kit de robótica educacional de baixo custo, semelhante à proposta de Gonçalves (2007). Nessa mesma perspectiva, também há Aroca (2012), que propôs uma arquitetura de controle, técnica e construção de robôs de baixo custo, a qual foi testada com alunos de várias disciplinas de graduação. Essas pesquisas configuram mais um enfoque metodológico, a construção de um recurso de ensino.

Além desse, há o trabalho de Pinto (2011), que, preocupado com o avanço tecnológico, propõe a formação de professores na área de robótica educacional, apoiados pedagógica e tecnologicamente, na proposta de utilizar materiais livres como o projeto Arduino, um material de baixo custo. Seu trabalho, por sua vez, está voltado à formação dos professores.

Barros (2011) realiza uma pesquisa com *software* RoboEduc em sua versão mais recente, já que esse mesmo *software* foi analisado e desenvolvido em Silva (2009). Há também Souza (2011), que desenvolveu uma pesquisa pensando na educação a distância, na robótica, nos avanços tecnológicos de comunicação e a possibilidade de se desenvolver e construir um ambiente telerrobótico de forma que mesmo a distância possa-se interagir com o robô. Essa terminologia de telerrobótica foi utilizada em 2002 por Marco Tulio Chella. Tanto Barros (2011) como Souza (2011) dão enfoque em metodologia.

No ano seguinte, há o trabalho de Cesar (2013), que deu continuidade à sua dissertação de 2009, desenvolvendo uma tese de doutorado a partir da análise de oficinas sobre robótica pedagógica livre: UNEB (Salvador/BA) – 2009/2010 e *Universidad de la República/UY (Taller de Arte y Programación – TAP)* – 2010. Na tese, esses foram os espaços principais analisados, mas outras cinco oficinas foram construídas em outros espaços, a fim de desenvolver uma metodologia de difusão do conhecimento sobre/para robótica pedagógica livre (RPL). Para tanto, desenvolveu oficinas, trabalhando com 171 educandos

(43 mulheres, 118 homens e 10 não quiseram se identificar), com idades entre 15 e 50 anos, de diferentes áreas de conhecimento (CESAR, 2013, p. 104).

Em sua pesquisa com robótica pedagógica livre, termo usado desde o mestrado e trabalhando com sucata eletrônica, Cesar (2013) construiu e analisou seus dados através de um Espaço Multirreferencial de Aprendizagem (EMA), o que, segundo o pesquisador, significa que a aprendizagem pode ocorrer em diferentes espaços além da escola. Assim, a construção da robótica pedagógica livre busca o desenvolvimento de

um modelo de espaço multirreferencial de aprendizagem com o uso de soluções livres e utilizando-se artefatos robóticos para se apropriar dos conceitos de produção e desenvolvimento de ideias, modelos e conhecimentos, o que vai além do mero consumo de informações e soluções produzidas em escolas, faculdades e universidades (CESAR, 2013, p. 45).

O termo “artefatos robóticos” na tese ganha um novo significado e nome, passando a ser artefato cognitivo o objeto técnico que possibilita e auxilia as/nas experiências vivenciadas no processo de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, a partir de sua interação subjetiva e singular com os seres humanos CESAR (2013).

A construção de artefatos cognitivos fez parte da oficina. Além de momentos teóricos, teve o momento prático, quando os educandos puderam construir seus robôs, montando um kit com materiais para robótica pedagógica livre. Toda essa pesquisa usou registros em espaços virtuais, depoimentos e vídeos para registrar os dados. A análise desses dados permitiu inferir, em uma de suas conclusões, que a importância desse trabalho ocorre em dois momentos, da apropriação do conhecimento e da multiplicação, ou seja, o conhecimento é repassado, livre, um fundamento defendido por Cesar (2013).

Há a certeza de que outros trabalhos foram construídos, mas é impossível apropriar-se de todos. À medida que a popularização e o trabalho com robótica no contexto educacional cresce, resultados começam a surgir. Nessa revisão, contemplaram-se alguns trabalhos publicados nos últimos 10 anos e que estavam disponíveis na rede mundial de computadores, principalmente dissertações e teses publicadas e disponíveis nos bancos de dissertações e teses encontradas na internet, como a Biblioteca Nacional e Banco de teses e dissertações da Capes. Uma revisão semelhante foi realizada por mim, em 2011, na dissertação. Agora, na tese de doutorado, realizei novamente uma revisão de todas as dissertações que pude encontrar. Mas para que fazer isso novamente? Qual a relevância dessa revisão? Entendo que o tempo nos permite amadurecer e as lentes sobre as quais lemos um texto podem ser de graus

diferentes com o passar do tempo, permitindo ver novas evidências, novas informações que antes não foram vistas nem contempladas.

Nessa releitura foi possível construir superficialmente um mapa da robótica educacional, representados por esses trabalhos de pesquisa, visualizar onde, como, quando e com quem se tem construído pesquisas com robótica. Compreendo que existam publicações, artigos que possam tecer com mais detalhes os pontos de desenvolvimento de pesquisa na área, mas optei apenas pelas teses e dissertações, por considerar mais completas e ricas de detalhes. Respondendo à pergunta que realizei no início deste capítulo, reconheço que ainda não existe uma rede formada. Os pontos estão até bem definidos, mas, provavelmente, muitos outros pontos de trabalho e pesquisa estão construídos ou em construção, em suas mediações.

Depois de analisar as dissertações e teses disponíveis, foi possível elencar algumas palavras-chaves quando se referem à robótica educacional: ambiente, ambiente de aprendizagem, recurso de comunicação, tecnologia, artefato cognitivo, atividade de montagem, conjunto de recursos, espaços multirreferenciais de aprendizagem. Mesmo com essas palavras-chaves, duas são muito utilizadas: educacional e pedagógica. Essas duas palavras são usadas da seguinte forma: robótica educacional, robótica pedagógica ou Robótica pedagógica livre.

Cesar (2009), em sua dissertação, ao definir o termo apropriado para sua pesquisa, que no caso foi robótica pedagógica livre ou alternativa, menciona que na literatura ou muitos sites especializados, ao tratar de robótica na educação, denominam como processo de robótica pedagógica ou educacional. Campos (2005), Rocha (2006) e Maliuk (2009), por exemplo, usam os termos *Pedagógica* e *Educacional* como se não houvesse diferenciação.

Mesmo assim, cada dissertação e tese, algumas dizendo que não há diferença, acabaram adotando um termo. Se dividir as dissertações e teses, haverá quatro grupos, nos quais os autores caracterizam suas pesquisas

- a) Robótica educacional: Chella (2002), Ortolan (2003), Zilli (2004), Labegallini (2007), Gonçalves (2007), Curcio (2008), Lopes (2008), Silva (2009), Maliuk (2009), Furletti (2010), Santos (2010), Moraes (2010), Leitão (2010), Silva (2011), Barros (2011), Barbosa (2011), Pinto (2011), Aroca (2012);
- b) Robótica pedagógica: Steffen (2002), Santana (2003/2009), Pereira (2004), Campos (2005), Rocha (2006), Oliveira (2007), Fortes (2007);
- c) Robótica pedagógica livre: Cesar (2009/2013);
- d) Robótica: Accioli (2005).

Mesmo para alguns pesquisadores que não apresentam diferenciação, questiona-se: por que escolheram e caracterizaram suas pesquisas como sendo um tipo, a saber, robótica pedagógica ou robótica educacional? Por que houve dois outros pesquisadores diferentes? A pesquisadora Accioli (2005) acredita que não sentiu essa necessidade, tanto que foi direta, é um trabalho com robótica. Cesar (2009/2013) acrescentou à robótica pedagógica o termo livre, pois seus princípios de trabalho são baseados na liberdade de construir, trabalhar com materiais livres, *softwares* e *hardwares* e compartilhar o conhecimento. A robótica pedagógica livre é uma ramificação da robótica pedagógica. Dessa forma, pode-se pensar que, para o trabalho com kits com direitos autorais ou proprietários, pode-se ter a robótica pedagógica proprietária.

No que se refere à robótica educacional e robótica pedagógica, foi com Cesar (2013) que surgiu a coragem de discutir os termos. Nenhum outro trabalho analisado abordou esse assunto. Ele iniciou sua explicação falando de robótica educativa, definindo que toda aprendizagem é resultante do cotidiano. A robótica pedagógica ou educacional é abordada como sendo de sentido similar, tanto que

Robótica Pedagógica ou Educacional refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento (CESAR, 2013, p. 55).

Em sua constituição de definição, o pesquisador menciona a confusão de separar o educativo do educacional. Tanto que, em sua visão, o educacional e o educativo são complementares (CESAR, 2013, p. 55). Ele acrescenta que

Robótica Pedagógica não se restringem às tecnologias ou aos artefatos robóticos e cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim às possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem (CESAR, 2013, p.55).

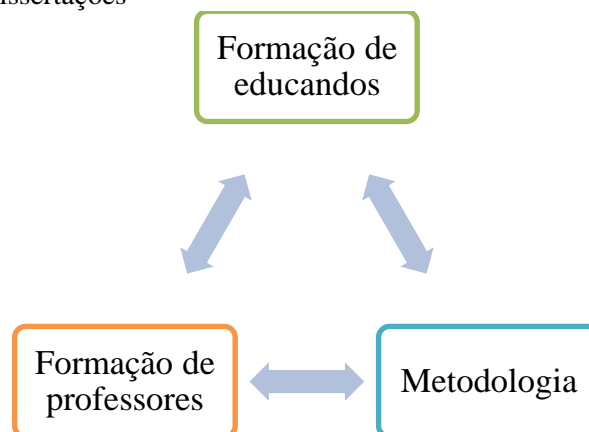
Pensando em uma ótica complementar, podemos dizer então que a Educacional é mais ampla no sentido de poder incorporar aspectos pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem, mas uma ação também pode ocorrer em qualquer espaço envolvendo múltiplos agentes e criar condições ao desenvolvimento humano e sua formação. Nesse sentido, pensando que a robótica pode ser constituída, construída em diferentes contextos, espaços, com diferentes agentes e podendo ou não usufruir de uma metodologia, consideramos e adotamos nesta pesquisa o termo “robótica educacional”.

Além de definir e posicionar o tipo de robótica a que esta tese se propôs e executou, foi possível levantar outros elementos a partir das revisões das teses e dissertações. Durante as leituras, começou-se a perceber algumas áreas de significação ou grupos em que as pesquisas melhor se encaixavam:

- a) formação de educandos: Steffen (2002), Ortolan (2003), Accioli (2005), Campos (2005), Rocha (2006), Oliveira (2007), Fortes (2007), Lopes (2008), Santana (2003/2009), Moraes (2010), Santos (2010), Leitão (2010), Maliuk (2009);
- b) formação de professores: Labegallini (2007), Pinto (2011);
- c) metodologia: Chella (2002), Zilli (2004), Santos (2006), Gonçalves (2007), Curcio (2008), Silva (2009), Furletti (2010), Barbosa (2011), Aroca (2011), Pereira (2004), Barros (2011), Silva (2011), Cesar (2009/2013).

Apesar dessas áreas de significação parecerem isoladas, foi possível perceber que as intencionalidades das pesquisas não se desconectavam das outras áreas, ou seja, uma proposta de pesquisa que busca uma metodologia de trabalho com robótica, de algum modo também trabalha com sujeitos, sejam eles professores, alunos ou ambos os públicos. O produto final iria favorecer ambos os sujeitos. Da mesma forma, pesquisas voltadas para a formação dos educandos ou alunos levariam a resultados importantes para a constituição de uma metodologia e também para a formação de professores, socializando experiências, projetos. Essas três áreas em alguns momentos se comunicam, sendo um ciclo multidirecional (Figura 4), ou seja, nenhuma pesquisa em robótica, por mais objetivo que seja o foco, não deixa de contribuir em outras direções.

Figura 2 – Ciclo multidirecional das áreas de significação das teses e dissertações



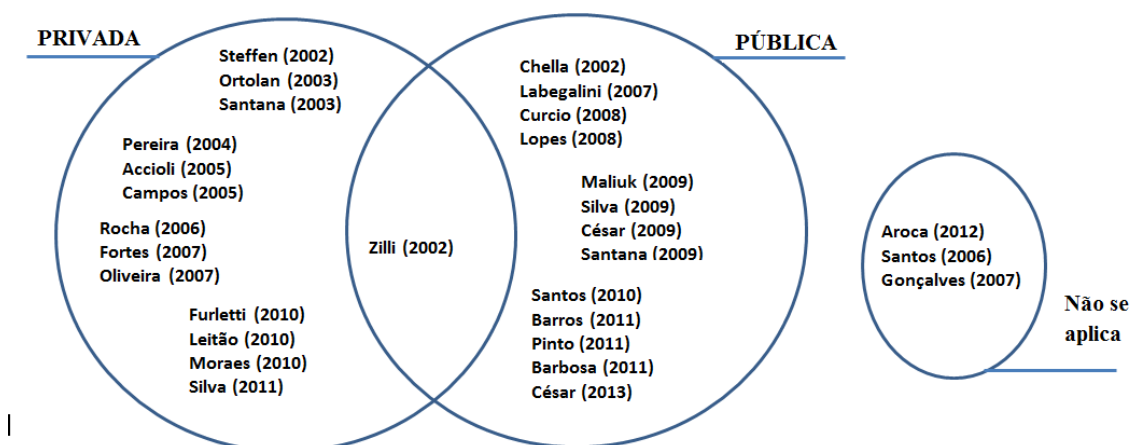
Fonte: Próprio autor

A revisão foi um elemento que nos permitiu observar esse movimento. Além disso, foi possível perceber que a robótica é um campo de pesquisa em expansão, que ainda tem muito que se desenvolver.

Ler as pesquisas nos oferece um olhar de como estão se construindo os trabalhos nesse campo. Já se identificou o uso dos termos educacional e pedagógico no que se refere à robótica. Outros elementos foram também observados, além de como e onde as trinta pesquisas analisadas foram construídas.

Poderiam ser exibidos números e gráficos, mas, considerando a quantidade, optou-se por uma abordagem mais simples. Usando de diagramas de Venn, houve a intenção de mostrar que, onde houve pesquisas, houve também desenvolvimentos ou avaliações por um público. Para surpresa, houve um equilíbrio de onde ocorreram. Três das pesquisas são propostas, que são mais técnicas, e não tiveram a participação de pessoas.

Figura 3 – Diagrama do tipo de espaços onde se desenvolveram as pesquisas de robótica educacional ou pedagógica.



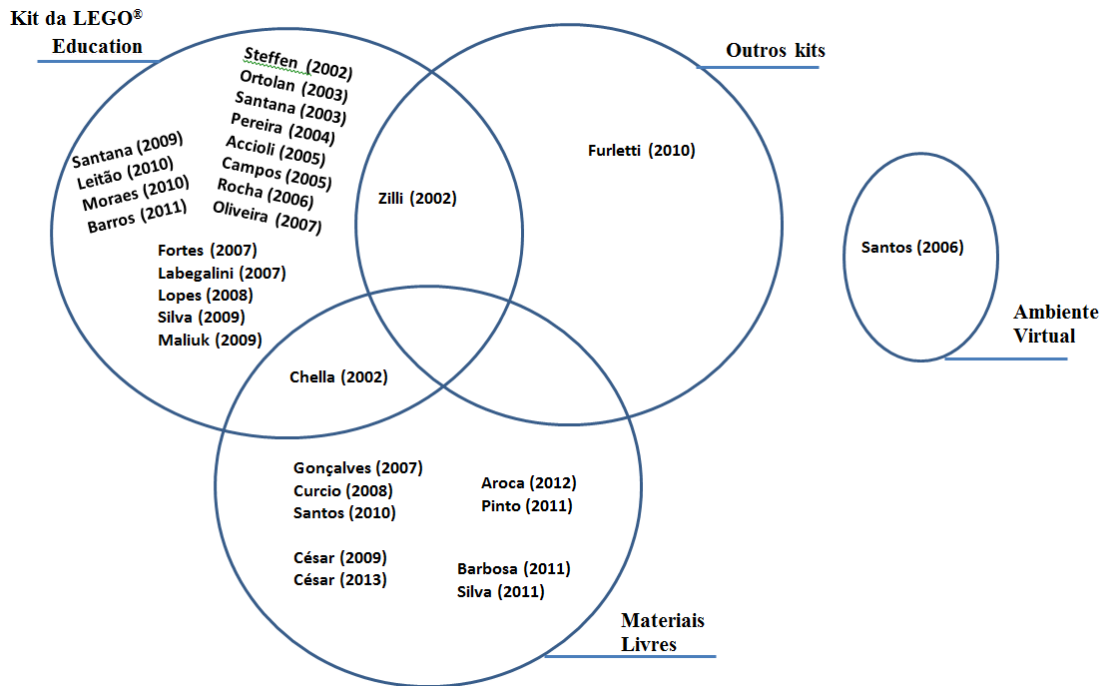
Fonte: Próprio autor.

A intenção desses dados é facilitar a futuros leitores o reconhecimento do tipo de pesquisa que lhe interessa conhecer mais. Dando continuidade, essas pesquisas foram desenvolvidas com alguns tipos de materiais para construir robôs, sendo esses agrupados em três conjuntos:

- kits da LEGO® Education: trabalhos com primeira versão do kit, com RCX e com seu sucessor o NXT, além de outras maletas, materiais proprietários e comercializados;

- b) outros kits: refere-se a materiais comercializados já fabricados como kit POP 1¹⁵, kit Super Robby¹⁶ e o kit Cyberbox¹⁷, usados em algumas pesquisas;
- c) materiais livres: englobam a fabricação de placas, circuitos, a construção de todo o kit a partir de sucatas ou aquisição de seus componentes, desde um microchip até os motores.

Figura 4 – Diagrama dos materiais utilizados nas pesquisas analisadas.



Fonte: Próprio autor

A partir desses conjuntos pode-se separar as pesquisas. Observou-se que as pesquisas, em sua maioria, utilizaram de materiais da LEGO® Education. Duas pesquisas estiveram na intersecção dos conjuntos. Zilli (2002) teve em sua pesquisa espaços múltiplos que possuíam mais de um tipo de material para trabalhar com robótica. Já Chella (2002) trabalhou com kit da LEGO® Education e construiu uma interface para construção de seu ambiente de aprendizagem e telerrobótica, por isso posicionou-se na intersecção desses conjuntos. Santos (2006) é uma proposta virtual, não tem trabalho com nenhuma interface física.

¹⁵ O kit é composto pela interface POP1, servomotor de rotação, servomotor de posição, sensor de toque, sensor de luz, sensor de temperatura, cabo serial e fonte de alimentação de 9v. (FURLETTI, 2010, p. 49).

¹⁶ O kit Super Robby foi o primeiro kit de robótica educacional projetado e fabricado no Brasil. É composto de uma interface, que funciona como um tradutor entre o micro e os diversos dispositivos a ela conectados, como motores, sensores e lâmpadas (ZILLI, 2002, p. 45).

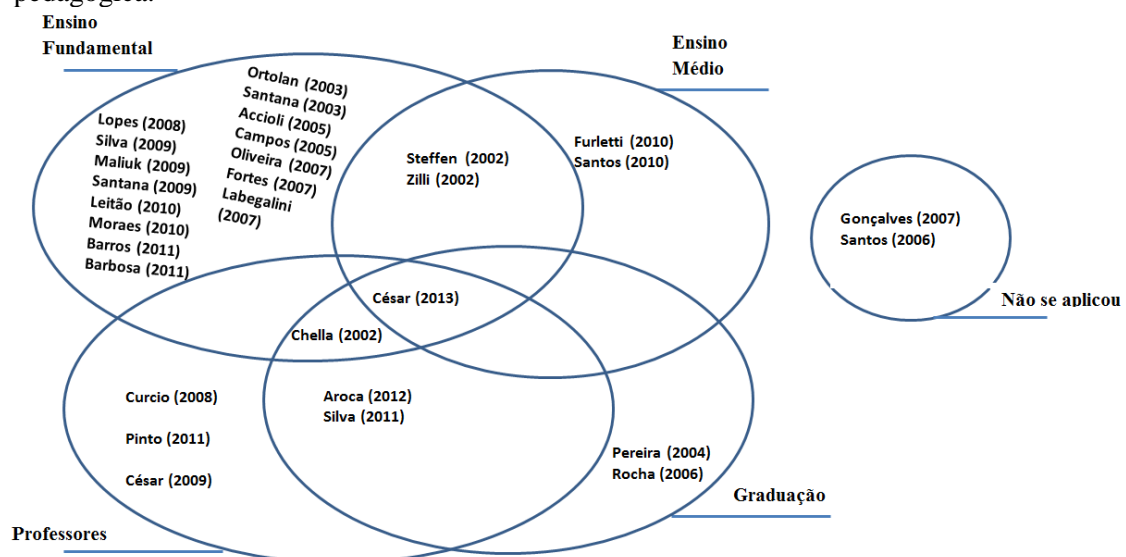
¹⁷ O Cyberbox é um kit educacional de robótica desenvolvido pela Besafe, empresa localizada em Curitiba, para uso de alunos do ensino fundamental, médio e superior (ZILLI, 2002, p. 46).

A escolha do material de trabalho depende muito de cada pesquisador. Cada material traz suas características. Todos têm sua importância no processo formativo das crianças e jovens na escola. Em 2011, na minha pesquisa de mestrado, usei o termo complementar ao falar da importância do kit de robótica da LEGO® Education e da robótica pedagógica livre. O trabalho com ambos os materiais agiu de forma complementar, ou seja, em uma mesma atividade, cada material ofereceu uma ótica diferente aos alunos, que aprenderam sob duas perspectivas de trabalho. O que um material não ofereceu, o outro ofereceu. Não existe material bom ou ruim, cada especialista pode defender um, mas há momentos em que um é mais adequado que o outro.

Tendo visto onde e com qual material, resta saber com qual tipo de público o pesquisador construiu seus dados nessas instituições de ensino. Dentre os públicos das dissertações que fizeram parte da pesquisa, temos:

- a) ensino fundamental;
- b) ensino médio;
- c) professores: podem ser em pós-graduação, graduações ou nas próprias escolas de ensino médio ou fundamental;
- d) graduação: alunos de diferentes graduações;
- e) não se aplicou: não passou de uma proposta e não teve envolvimento de pessoas para validar.

Figura 5 – Diagrama do nível de ensino em que ocorreram as pesquisas de robótica educacional ou pedagógica.



Fonte: Próprio autor

Em sua maioria, observou-se que ocorreu com crianças do ensino fundamental. Outros trabalhos envolviam a formação de professores, participação de graduandos, mas, dentre todas as pesquisas, apenas uma se destacou pela dimensão do seu público. Essa pesquisa foi desenvolvida por César (2013), que envolveu 171 pessoas, dos diferentes níveis de ensino e formação, além de ter ocorrido em mais de um espaço de pesquisa. Observando esse resultado no diagrama, justifica-se mais ainda a necessidade de desenvolver pesquisas com os alunos do ensino médio. Das pesquisas analisadas, poucas tiveram trabalho com esse público.

Finalizando as informações sobre as dissertações e teses apresentadas neste capítulo, tabularam-se as informações sobre quais pós-graduações estão produzindo pesquisas em robótica para fins educacionais. Segundo o Quadro 2 a seguir, a pós-graduação em Educação tem começado a crescer no que diz respeito ao número de trabalhos, e outras pós, com linhas mais específicas, em que é possível considerar pertencentes à Educação, somam um conjunto superior a 50% em relação ao número de trabalhos originários de outras áreas, como Engenharia e Computação.

Quadro 1 – Tabulação das dissertações e teses de acordo com suas pós-graduações

PÓS-GRADUAÇÃO	NÍVEIS	PESQUISAS
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA	MESTRADO	FURLETTI (2010), SANTOS (2010)
	DOUTORADO	
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	MESTRADO	ACCIOLI (2005), FORTES (2007), LEITÃO (2010)
	DOUTORADO	
ENSINO DE MATEMÁTICA	MESTRADO	MALIUK (2009)
	DOUTORADO	
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	MESTRADO	ROCHA (2006)
	DOUTORADO	
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE	MESTRADO	MORAES (2010)
	DOUTORADO	
EDUCAÇÃO, ARTE E HISTÓRIA DA CULTURA	MESTRADO	CAMPOS (2005)
	DOUTORADO	
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO	MESTRADO	
	DOUTORADO	OLIVEIRA (2007)
EDUCAÇÃO	MESTRADO	LABEGALINI (2007), SANTANA (2003), PEREIRA (2004), CÉSAR (2009), BARBOSA (2011)
	DOUTORADO	SANTANA (2009)
CIÊNCIA DA COMUNICAÇÃO	MESTRADO	STEFFEN (2002)
	DOUTORADO	
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA	MESTRADO	CURCIO (2008)
	DOUTORADO	

PÓS-GRADUAÇÃO	NÍVEIS	PESQUISAS
ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO	MESTRADO	CHELLA (2002), BARROS (2011)
	DOUTORADO	SILVA (2009), AROCA (2012)
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	MESTRADO	ORTOLAN (2003), SANTOS (2006), GONÇALVES (2007)
	DOUTORADO	
MECATRÔNICA	MESTRADO	SILVA (2011)
	DOUTORADO	
INFORMÁTICA	MESTRADO	PINTO (2011)
	DOUTORADO	LOPES (2008)
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	MESTRADO	ZILLI (2004)
	DOUTORADO	
DIFUSÃO DO CONHECIMENTO	DOUTORADO	CÉSAR (2013)

Fonte: Próprio autor.

Por fim, é possível colocar em ordem cronológica as produções e as universidades onde os pesquisadores defenderam suas pesquisas. Observando o Quadro 3, percebe-se que a região Sudeste possui uma maior concentração de trabalhos e pesquisas, no entanto, nos últimos anos, é da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte que estão saindo mais produções.

Quadro 2 – Relação das dissertações e teses analisadas em relação às universidades no decorrer dos anos.

Regiões	Ins. Ens. Superior / Ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
NORTE	Universidade Federal do Amazonas										SOUZA		
NORDESTE	Universidade Federal do Rio Grande do Norte								SILVA		BARROS	AROCA	
	Universidade Federal da Bahia		SANTANA						SANTANA;CÉSAR		SILVA		CÉSAR
CENTRO - OESTE	Universidade Federal de Goiás									SANTOS			
SUDESTE	Universidade Estadual de Campinas	CHELLA											
	Universidade de São Paulo	STEFFEN											
	Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações			PEREIRA									
	Universidade Presbiteriana Mackenzie				CAMPOS								
	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais					ROCHA							
	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)						FORTES						
	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC							CURCIO					
	Pontifícia Universidade Católica de Minas									FURLETTI			
	Universidade Federal do Rio de Janeiro										PINTO		
	Universidade Federal de Uberlândia - UFU										BARBOSA		
SUL	Universidade Federal de Santa Catarina		ORTOLAN	ZILLI									
	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul					SANTOS							
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul						OLIVEIRA	LOPES	MALIUK				
	Pontifícia Universidade Católica do Paraná						LABEGALINI						
	Universidade Estadual de Maringá						GONÇALVES						
	FURG-Universidade Federal do Rio Grande									MORAIS			

Fonte: Próprio autor.

Nas pesquisas analisadas neste capítulo, houve uma compreensão da fundamentação epistemológica e das pesquisas em robótica. Apesar da importância que tem Seymour Papert na proposição da robótica para fins educacionais, percebe-se em muitas pesquisas um receio de admitir diretamente a sua relevância. Poucos pesquisadores foram direto ao ponto e afirmaram e justificaram sua teoria em Papert, como Santos (2010) e Furlletti (2010).

Apesar de utilizarem Papert na constituição de sua base teórica, também utilizam outros teóricos como Jean Piaget e Lev Vygotsky, por exemplo. Compreendemos que a robótica para fins educacionais utiliza-se de outras teorias, mas sua essência de construção tem apenas um referencial, Seymour Papert. O que se quer aqui levantar é que a fundamentação da robótica, ou seja, a sua base e a sua origem é apenas uma, não sendo necessário retornar a Piaget. Mesmo tendo essa base, salienta-se que a lente pela qual serão analisados e construídos os dados da pesquisa pode ser outra. Houve uma falta de coerência.

Além disso, o que ainda falta é uma rede mais viva entre as universidades para compartilhar e construir metodologias de práticas pedagógicas em robótica educacional. Uma das iniciativas mais promissoras de compartilhamento de ideias e produtos, que cria aos poucos sua rede, espalhando e trabalhando com os diferentes recursos, são as pessoas que trabalham com robótica livre ou robótica pedagógica livre (RPL) (CESAR, 2013). Não são as universidades que constroem a rede, são as pessoas, com seus *blogs*, com seus grupos, sendo uma teia organizada e descontrolada. Ela se organiza, mas não é passível de ser dominada. Cada ponto (*blog*, *site*, grupo, página) é um ponto de energia própria, capaz de gerir e disseminar suas ideias sem ou com aprovação de seus pares.

Estudar essas dissertações e conhecer o que outros pesquisadores fizeram é mergulhar não em uma rede - mas em um imenso espaço em expansão de experiências formativas, transformadoras, para quem é marcado pelo que lê - e, principalmente, fontes de saberes produzidos em diferentes contextos e realidades sobre uma linha de pesquisa que está em desenvolvimento acelerado, graças à evolução das tecnologias computacionais e dos novos interesses da sociedade, que envolvem principalmente a incorporação da robótica na vida, no cotidiano da humanidade.

3 SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

“Inspirados por Larrosa (1998), diremos que formular e contar uma história equivale à experiência da leitura de um palimpsesto, ou seja, o meio utilizado para registrar e produzir o texto mais recente – no caso, nossas ideias e palavras – já acolhera muitos outros; muitos destes foram apagados, mas deixaram suas marcas” (CUNHA, 2000, p. 8).

A construção de uma pesquisa possui muitas semelhanças com o processo de formular uma história, são caminhos adotados pelo pesquisador para construir os dados e informações necessários para compor um enredo. Esses caminhos são muitas vezes os mesmos que outros pares já fizeram, mas acabam ganhando leve diferenciação, pois as características próprias e pessoais de cada pesquisador são agregadas à pesquisa.

No entanto, essa marca do pesquisador possui uma constituição de natureza qualitativa, segundo o olhar de Rey (2005), que nos ensina que na pesquisa qualitativa, o “reconhecimento do caráter ativo do pesquisador não é apenas um fato isolado obtido com um pouco de boa vontade, mas um momento essencial de uma aproximação metodológica diferente” (REY, 2005, p. 36).

A pesquisa de natureza qualitativa tem um caráter diferente, em que há uma valorização maior sobre a subjetividade, sendo então um fator relevante na análise dos dados e definido por Rey (1996) como:

[...] complexo sistema de formações e subsistemas psicológicos, estreitamente relacionados entre si, onde os conteúdos e sua expressão funcional se manifestam simultaneamente em múltiplas e diferentes formas, tendo sentidos psicológicos diferentes, de acordo com o subsistema ou com a formação psicológica a que se integra (REY, 1996, p. 85).

Assim, a pesquisa proposta é de natureza qualitativa. Rey (2005, p. 105) entende como “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação a qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”.

Na pesquisa qualitativa, embasando-se em Fernando Rey, o pesquisador é inserido no campo de estudo, no qual ele irá construindo, a partir de suas experiências, reflexões teóricas

e os passos e movimentos da construção dados, lidando sempre com elementos imprevisíveis que possam surgir no campo de pesquisa.

Assim, na pesquisa de natureza qualitativa tem-se o desejo de gerar um cenário de reflexões, cujo maior objetivo é a criação de modelos teóricos ricos sobre a realidade estudada. Tanto que, no que se refere à investigação de cunho qualitativa, Rey (2003) entende que ela

[...] assume os princípios da epistemologia apriorístico, e se situa, na intenção de descobrir aspectos novos na sua relação, com os sujeitos investigados, os quais devem construir de forma conceitual por meio de um processo permanente de formulação de hipóteses que vão definindo os diferentes eixos de construção de informação ao longo da investigação (REY, 2003, p. 269).

É possível entender que, no decorrer da pesquisa, há o fornecimento dos elementos mais importantes para a construção e análise de dados dos sujeitos pesquisados. Considerando o contexto de pesquisa, em cada momento, o pesquisador deve estar apto a estabelecer novas estratégias de análise, tendo como referencial suas interpretações sobre a realidade pesquisada.

A pesquisa de natureza qualitativa, proposta por Rey, parece um campo aberto de possibilidades em que vale tudo, no entanto, é um labirinto em que a análise só pode ser construída a partir dos indicadores detectados pelo pesquisador.

Para Rey (2005), os indicadores são sinalizadores das primeiras representações interpretativas, que apontam evidências das explicações por nós produzidas, apresentando aspectos que irão justificar futuras conjecturas teóricas e ações no campo de pesquisa, provenientes da

subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, construindo parte de interpretação e são, portanto, documentados em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto. (FLICK, 2009, p. 25).

O olhar subjetivo no campo e na pesquisa é responsável por detectar indicadores que orientem o pesquisador. Nem sempre caminhos metodológicos pré-estabelecidos podem oferecer material de valor a ser interpretado. Se o campo de pesquisa envolve o cotidiano escolar, o tempo e resposta para decisões e a construção de dados e informações são

praticamente instantâneos. É preciso interpretar e decidir quais aspectos são importantes no caminho da construção da pesquisa.

Assim, com esse olhar subjetivo sobre a pesquisa é que se pretende desenvolver nossas práticas de investigação no espaço escolar. Para auxiliar o pesquisador nas decisões, no reconhecimento dos indicadores, na análise subjetiva dos dados e dos sujeitos haverá a apropriação de alguns procedimentos e instrumentos de pesquisa que possam auxiliar a construção desta pesquisa qualitativa, além de responder à questão de pesquisa mencionada ao final do capítulo de introdução: **qual a perspectiva do desenvolvimento do trabalho coletivo com robótica educacional com estudantes do ensino médio?**

3.1 PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Para realização dessa pesquisa, foi necessário adotar alguns procedimentos para construção das informações e registro no processo de acompanhamento dos sujeitos da pesquisa. Esses procedimentos para o registro e construção da pesquisa foram:

- a) notas de campo;
- b) fotografias;
- c) filmagens das atividades de robótica;
- d) produção de documentos;
- e) aplicação de questionários;
- f) realização de entrevista.

Todos os procedimentos aqui mencionados são ações realizadas para desenvolver uma pesquisa que vai além dos muros da escola, está diretamente ligada às escolhas e caminhos daqueles jovens durante o projeto de robótica dentro e fora da escola. Para que entendam melhor os procedimentos, faremos a seguir uma descrição.

3.1.1 Notas de campo

Um dos procedimentos desta pesquisa são as construções das notas de campo ou diários, frutos das observações no campo de pesquisa. Segundo Lakatos e Marconi (1982), observação é

[...] uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. [...] A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade (LAKATOS; MARCONI, 1982, p. 65).

A partir da observação, é possível escrever as notas de campo ou diários. Esses registros são uma expressão dos acontecimentos, das emoções e de informações sobre o projeto. Durante esses registros, o pesquisador descreve o campo de pesquisa, mas expõe sua opinião. Torna-se, então, um momento de reflexão sobre o projeto e suas atividades, tendo assim um caráter de instrumento de registro de informação para futuras análises na pesquisa.

Para construir esses diários de campo, é importante que o pesquisador esteja no campo de pesquisa para registro ativo dos acontecimentos ocorridos, capturando e registrando o modo como se desenvolve a pesquisa e como os sujeitos interagem. Nesse processo, em que o pesquisador executa uma narrativa de uma experiência, nos pensamentos de Connelly e Clandinin (1995), ele tem que se compreender dentro dela, pois está fazendo parte daquele espaço, daquela experiência, daquelas ações. Completando o processo de constituição de notas de campo, Bogdan e Biklen (1991, p. 150) explicam que:

Depois de voltar de cada observação, entrevista, ou qualquer outra sessão de investigação, é típico que o investigador escreva, de preferência num processador de texto ou computador, o que aconteceu. Ele ou ela dão uma descrição das pessoas, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e conversas. Em adição e como parte dessas notas, o investigador registrará ideias, estratégias, reflexões e palpites bem como os padrões que emergem. Isto são as notas de campo: o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de estudo qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1991, p. 150).

E as notas de campo são procedimentos de registro de informação para pesquisa qualitativa. Para que as anotações estejam de acordo com o objetivo da pesquisa, entende-se que é preciso um foco ou objetivo pré-determinado para saber registrar as informações necessárias, sem desviar da proposta inicial da pesquisa. Mesmo assim, pode ocorrer um detalhamento dos acontecimentos em campo, podendo fazer emergir indicadores importantes para a pesquisa. Buscando minimizar a perda de informações, a construção dessas notas de campo deve acontecer o quanto antes, visando registrar as diferentes informações descritivas e reflexivas.

Uma tecnologia adotada nesta pesquisa para registrar as notas de campo foi o uso de caderno, principalmente pela quantidade e a velocidade dos acontecimentos. Além disso, algumas informações foram construídas como notas de campo em vídeo ou áudio, registrando assim, informações que não poderiam esperar anotações manuais. Como já define o dicionário, *nota* é o ato ou efeito de notar¹⁸, reconhecer algo importante no contexto e, a partir desse momento, registrar independente dos recursos. Assim, fazer uso das tecnologias é um bom meio de construir notas de campo ou diários.

3.1.2 Fotografias

Um dos procedimentos para registrar as informações e ações da pesquisa foi o uso das fotografias. Duarte e Barros (2008), nos ensinam sobre a importância da fotografia, afirmando que ela é

[...] capaz de capturar o acaso, eternizar determinado instante, a fotografia representa uma visão simbólica da imagem original, a partir do olhar de quem produziu aquela imagem. Esses ‘poderes’ da fotografia seriam utilizados de maneira diferenciada, de acordo com o tipo de intenção daquela mensagem visual ou, ainda, da comunicação em que ela se insere (DUARTE; BARROS, 2008, p. 339).

Se no dito popular, uma imagem vale por muitas palavras, o que se deseja é expressar e registrar momentos, atitudes, expressões e produções intelectuais dos alunos. A fotografia, durante o projeto, foi mais um olhar, um procedimento para registrar determinados momentos, sob a visão daquele que fotografa, usada em todos os momentos dos eventos.

Entende-se que na fotografia é possível capturar momentos que possuam uma mensagem subjetiva, que expressa características importantes do olhar do pesquisador e, ainda mais, expressa quem é o pesquisador. Essas informações foram traduzidas e interpretadas de modo que os leitores entendessem o que o fotógrafo pretendia comunicar. Flick (2009) nos ensina que

os *insights* que as fotografias podem oferecer sobre a vida cotidiana em estudo serão os melhores possíveis se o pesquisador-fotógrafo conseguir dar um jeito de integrar-se à câmera de modo que atraia a menor atenção possível (p. 223).

¹⁸ Fonte: Dicionário Online Michaelis. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/definicao/nota%20_1009118.html>. Acesso em: 23 jul. 2013.

Nesse sentido, as expressões e manifestações dos participantes da pesquisa serão as mais naturais possíveis, sem nenhuma pose ou congelamento que esconda alguma reação importante para a pesquisa. Produzir uma fotografia é uma arte, aprimorada com o tempo e que envolve uma questão ética de se respeitar e preservar a identidade de quem é fotografado. Dessa forma, é sugestão que se evite fotografar os rostos e, em último caso, para eventuais publicações, realiza-se edição das imagens a fim de cumprir o contrato de uso de imagens estabelecido com os sujeitos da pesquisa.

Além de um registro da pesquisa, dos acontecimentos, as fotografias são também importantes no processo para reativar memórias dos sujeitos da pesquisa durante entrevistas, “as fotografias são utilizadas como dados em si mesmos” (FLICK, 2009, p. 222). As informações contidas nas fotografias estimularão o entrevistado a expor mais seus pensamentos, pois conseguirão fazer relação da pergunta com auxílio da imagem.

Tendo levantado aspectos importantes da fotografia na pesquisa, esse procedimento para a construção desta tese é um momento de registro de dados, de produções dos alunos, de expressões e sentimentos. É uma forma de registrar o tempo e seus acontecimentos, que fazem parte do projeto de pesquisa. Aparentemente, é um procedimento fácil, mas nem sempre é possível capturar a essência, de forma correta, no campo de pesquisa. Dessa forma, um procedimento complementar das fotos é a filmagem.

3.1.3 Filmagens das atividades de robótica

As filmagens¹⁹ das atividades foram procedimentos realizados objetivando registrar informações relevantes, que, porventura, não tivessem sido feitas pelo pesquisador e observador sob a forma de notas de campo. Além de recordarem momentos da aula, captam falas, questionamentos, reflexões e expressões dos alunos que o observador/pesquisador não conseguiria registrar em tempo hábil ou que, possivelmente, perderiam algo da essência caso fossem descritas em palavras. Todas essas informações são relevantes na análise dos dados.

Quando se adota o uso de filmagens, pensa-se principalmente na linguagem de comunicação possível que a câmera pode nos proporcionar, como nos movimentos de *zoom in* e *zoom out* que são

¹⁹ Para registrar e construir esse banco de dados, utilizamos uma *webcam* acoplada a um *notebook* que captura áudio e vídeo em alta definição e uma filmadora digital. Assim, era possível filmar o todo e o particular ao mesmo tempo.

[...] realizados sem movimentação da câmera, mas se utilizam dos seus conjuntos óticos, as lentes do equipamento, para produzir a aproximação ou afastamento, respectivamente, de determinado elemento da imagem. Nesse caso, ocorre uma mudança nos planos de enquadramento à medida que o movimento é executado. O certo é que, para além de suas possibilidades estéticas, cada um destes movimentos de câmera tem uma função na narrativa visual, muitas vezes compartilhada pelo receptor da imagem por meio da emoção experimentada (DUARTE; BARROS, 2008, p. 343).

Essa possibilidade de afastar e aproximar sobre os eventos nos oferece duas formas de registrar os momentos da pesquisa. Tanto que, ao analisar essa linguagem visual presente nesse meio, deve-se levar em conta uma espécie de “infrassaber”, isto é, o conhecimento e compreensão das características discursivas da grande narrativa em que aquele registro visual se insere (DUARTE; BARROS, 2008).

Além disso, pode-se retirar imagens estáticas, que não foram possíveis com a fotografia, dessa forma complementa as falhas ao fotografar determinados momentos. No calor das ações, muitas informações se perdem, e o vídeo torna-se o registro do momento que pode ser analisado. Assim, a utilização de mais de uma câmera permite capturar uma visão ampla das ações da pesquisa, enquanto outra captura ações focalizadas em grupos ou pessoas durante as atividades.

“A utilização de vídeo não consiste apenas em analisar o material em vídeo, mas também a forma como o *corpus* deste material é produzido para que possa, então, ser analisado”. (FLICK, 2009, p. 226). Nesse sentido, é possível introduzir também, como material de pesquisa, as produções de vídeos e registros realizados pelos alunos durante as atividades. Esses registros carregam sua impressão e seu olhar sobre o projeto e suas produções.

Registrar os dados da pesquisa usando vídeos, para esta tese, além de registrar os momentos, as atividades, permitiu a gravação de diálogos dos alunos que, na maioria das vezes, podem trazer dados à pesquisa, ajudando a responder as questões levantadas na mesma. As gravações de vídeo ofereceriam, além das palavras, as expressões de quem falava, as emoções, sendo possível observar a intensidade depositada nos discursos dos alunos. É uma forma de registrar, cuja transcrição é fiel, diferente de um registro em nota de campo.

3.1.4 Produção de documentos

Outro procedimento de registro são os documentos produzidos no decorrer da pesquisa. Não se trata de uma pesquisa documental, que é “realizada a partir de documentos,

contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não fraudados)” (PÁDUA, 2004, p. 68). Esses documentos são fontes primárias, provenientes do próprio autor, ou seja, as produções dos participantes da pesquisa, registradas de forma cronológica e em plataformas virtuais, são documentos. Além disso, o registro de construções de robôs, manuais técnicos, artigos científicos e reflexões sobre as atividades e suas criações.

Um aliado ao processo de registro de informação foi o uso da internet. Seu potencial de comunicação instantânea e os recursos computacionais capazes de desenvolver pesquisas de opinião e, conseqüentemente, de realizar um tratamento inicial dos dados, facilitam e agilizam muito o trabalho do pesquisador.

No entanto, a internet é um espaço amplo, o que na internet permitiu a confecção e arquivamento de informações, foram as ferramentas e os recursos de interação, compartilhamento e comunicação de uma das redes sociais em maior evidência no momento – *Facebook*²⁰. A respeito da utilização de recursos da internet, Flick (2009) alerta que é preciso ter familiaridade, conhecer bem as ferramentas e utilizar com frequência os recursos tecnológicos envolvidos na pesquisa para que, assim, possa usufruir ao máximo dos recursos da internet na construção dos dados.

A rede social *Facebook* foi o *locus*, mas os instrumentos que permitiram o registro das informações foram: a possibilidade de construção de um diário dos acontecimentos de ordem cronológica e a gravação de conversas e debates entre sujeitos de pesquisa, professores. No âmbito de registro pelos alunos, existe toda uma preocupação ética, tanto que os tutores e pesquisadores orientam inicialmente o uso correto de imagens, esclarecem sobre questões legais de conduta na internet e direitos autorais. É também uma forma de educação digital, sem proibir, mas educar, sabendo fazer uso consciente e inteligente.

²⁰ “*Facebook* é um site e serviço de rede social que foi lançada em 4 de fevereiro de 2004, operado e de propriedade privada da Facebook Inc... Os usuários devem se registrar antes de utilizar o site, após isso, podem criar um perfil pessoal, adicionar outros usuários como amigos e trocar mensagens, incluindo notificações automáticas quando atualizarem o seu perfil. Além disso, os usuários podem participar de grupos de interesse comum de outros utilizadores, organizados por escola, trabalho ou faculdade, ou outras características, e categorizar seus amigos em listas como ‘as pessoas do trabalho’ ou ‘amigos íntimos’. O nome do serviço decorre o nome coloquial para o livro dado aos alunos no início do ano letivo por algumas administrações universitárias nos Estados Unidos para ajudar os alunos a conhecerem uns aos outros. O *Facebook* permite que qualquer usuário que declare ter pelo menos 13 anos possa se tornar usuário registrados do site. O *Facebook* foi fundado por Mark Zuckerberg e por seus colegas de quarto da faculdade Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz e Chris Hughes. A composição do site foi inicialmente limitada pelos fundadores aos estudantes da Universidade de Harvard, mas foi expandida para outras faculdades na área de Boston, da IvyLeague e da Universidade de Stanford. No início de 2012 *Facebook* se tornou a maior rede social no Brasil, ultrapassando o *Orkut*, durante o mês de dezembro de 2011, segundo dados da comScore divulgados em janeiro.” (Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Facebook>>. Acesso em 25 jul. 12).

3.1.5 Aplicação de questionários

Além dos procedimentos mencionados anteriormente, foram aplicados questionários, pois são técnicas de registro de dados constituídos por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador (LAKATOS; MARCONI, 1982; PÁDUA, 2004).

A sua construção seguiu cuidados na elaboração, sendo limitado em tamanho e em finalidade, na busca de ser respondido no menor tempo possível. Segundo Pádua (2004), “é importante determinar quais as questões mais relevantes a serem propostas, relacionando cada item à pesquisa que está sendo feita e à hipótese que se quer demonstrar/provar/verificar”.

Por mais que os questionários “abertos” sejam mais apropriados para pesquisa qualitativa, o uso de questionários “fechados”, segundo Rey (2005), registra um conjunto de informações atreladas ao problema da pesquisa e seus objetivos. A sua análise pode ser traduzida em indicadores de sentido subjetivo em outros contextos do desenvolvimento da própria pesquisa.

Assim, houve a aplicação de um questionário (Anexo W), com objetivo de conhecer informações socioculturais dos alunos participantes da pesquisa e entender como foi o processo de aprendizagem com robótica. E, por fim, um questionário (Anexo X) com uma pergunta, objetivando construir a partir dele, uma descrição pessoal.

3.1.6 Aplicação de entrevistas

O último procedimento adotado foi a aplicação da técnica de entrevista como recurso de construção e registro de dados e informações. Além de ser um procedimento muito comum nas pesquisas, houve a compreensão da possibilidade de falha, pois,

Deve-se levar em consideração que a entrevista tem suas limitações; dependendo da técnica a ser adotada, os entrevistados podem não dar as informações de modo preciso ou o entrevistador pode avaliar/julgar/interpretar de forma distorcida as informações obtidas. Por outro lado, a entrevista, como um dos procedimentos mais usados em pesquisa de campo, tem suas vantagens como meio de coleta de dados: possibilita que os dados sejam analisados quantitativa e qualitativamente, [...] (PÁDUA, 2004, p. 70).

Também o uso das entrevistas neste projeto tem como objetivo a averiguação de “fatos”. Ou seja, se os entrevistados estão de posse de determinados conhecimentos e são

capazes de compreender, de determinar suas opiniões sobre tais fatos e, principalmente, conhecer a conduta atual ou do passado, entender o comportamento durante o projeto e os conhecimentos acerca das atividades (LAKATOS; MARCONI, 1982, p. 70).

Para Szymanski, Almeida e Prandini (2002, p. 71-72), “ao selecionar a entrevista como seu procedimento de produção de dados o pesquisador deve estar atento não só a fala de seu entrevistado, mas também ao seu meio”. Pensando nisso, autores especialistas nesse assunto recomendam que seja feita em um ambiente de conforto para quem é entrevistado. Portanto, a fim de construir dados importantes e úteis para a tese, realizou-se uma entrevista de caráter semiestruturado, em que foi organizado um conjunto de questões sobre o projeto, estando livre a buscar/investigar assuntos que vão surgindo no decorrer da entrevista (PÁDUA, 2004, p. 70). Todas as entrevistas procuraram complementar informações que não foram, de certa forma, registradas nos questionários e vídeos, mas, principalmente, responder questões referentes à pergunta da pesquisa.

As entrevistas seguiram normas de elaboração que são: contato com o entrevistado, formulação prévia das perguntas e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia. Para realizar as entrevistas, foi utilizado o espaço físico onde são realizadas atividades de robótica, tornando-se um ambiente confortável pela sua familiaridade e permitindo que o entrevistado ficasse à vontade. As gravações das entrevistas foram realizadas com gravador digital, e, por segurança, houve a utilização simultaneamente do registro em vídeo com uma filmadora.

A dificuldade de encontrar pessoalmente os entrevistados nos forçou a inserir um novo recurso nesse instrumento de pesquisa, o *software* Skype²¹, realizando, assim, entrevistas *on-line*, registradas com o auxílio de um *software* MP3 Skype Recorder²², que grava todo o diálogo.

As entrevistas ocorreram em quatro momentos do ápice das participações dos alunos:

- a) após o período de desenvolvimento de atividades na escola (Anexo S);
- b) após o período de desenvolvimento de atividades no projeto da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (Anexo T);
- c) após a participação dos sujeitos da pesquisa no Torneio Mineiro de Robótica de 2013 (Anexo U);

²¹O Skype é o *software* que permite que você converse com o mundo inteiro. Milhões de pessoas e empresas usam o Skype para fazer de graça chamadas com vídeo e chamadas de voz, enviar mensagens de *chat* e compartilhar arquivos com outras pessoas. (Disponível em: <<https://support.skype.com/pt/faq/FA6/o-que-e-o-skype>>).

²²*Software* gratuito para realizar gravações de diálogos no *software* Skype.

- d) após conclusão do seu primeiro semestre na Universidade e também coincide com suas contribuições no Torneio Mineiro de Robótica de 2014 e Torneio Brasil de Robótica de 2014 e 2015 (Anexo V).

Cada entrevista teve duração variada de, no mínimo, 17 minutos e até o máximo de 55 minutos. Isso dependeu muito do entrevistado: algumas argumentações deram margens a outras perguntas, aumentando assim o tempo e, em alguns casos, as respostas foram objetivas, ou seja, não apresentaram nada que pudesse estender os questionamentos.

3.2 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

3.2.1 Planos de recrutamento, critérios de inclusão e exclusão

Como parte das obrigações de um pesquisador na Universidade Federal de Uberlândia, o projeto desta tese de doutorado foi inicialmente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP), para avaliação. Seguindo novas orientações da CEP, houve a realização do cadastro do projeto na Plataforma Brasil e a espera dos primeiros pareceres para desenvolver a pesquisa.

Mais importante que o parecer da CEP (Anexo A) é a aceitação do projeto de pesquisa pela escola (Anexo B), ou seja, permitir que pessoas externas à escola realizassem atividades em suas dependências e com seus alunos. Considerando ser uma escola pública estadual, a autorização da diretora vigente é suficiente para que uma investigação possa ocorrer. O termo de autorização da escola permite a pesquisa, desde que os pesquisadores fiquem responsáveis por resguardar a integridade das pessoas envolvidas e dos materiais disponibilizados nos horários em que executarem o projeto.

O processo de recrutamento dos alunos foi feito por divulgação das atividades de robótica na escola e através de convite para se inscrever e participar das atividades que foram previamente esclarecidas aos interessados. Para construção de toda a documentação e dados da pesquisa, o aluno, no primeiro dia de atividade, foi informado e convidado a participar da pesquisa. Nesse momento, um termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi entregue e explicado ao aluno pelo pesquisador. Um termo era destinado ao aluno e outro, aos seus responsáveis, para autorização de participação e uso de imagens e dados produzidos por e com eles, enquanto o pesquisador estivesse realizando a pesquisa.

Para que um aluno fosse desligado do projeto, era necessária uma destas condições: que o aluno não tivesse mais interesse em participar das atividades, que não pudesse mais

comparecer às atividades, tivesse faltado sem justificativa pelo menos três vezes consecutivas durante o projeto ou que os seus responsáveis decidissem não ser mais importante sua participação.

3.2.2 A escola pesquisada

A escola escolhida para pesquisa foi a “Azul”. Como já mencionado, é uma escola localizada no centro de Uberlândia, fundada em “10 de outubro de 1976, através do decreto 18.126, da Secretaria de Estado de Educação e com autorização para funcionamento apenas do ensino médio. O ensino fundamental foi implantado a partir de 27 de abril de 1987” (ESCOLA PESQUISADA, 2012).

Além disso, uma imagem importante também veio da mídia televisiva local, mais especificamente da TV Paranaíba, filiada à Rede Record de Televisão. Nessa reportagem, o repórter Marcelo Calfat iniciou sua descrição de uma escola aparentemente qualquer, mas logo apontou um aspecto diferente:

Repórter Marcelo Calfat: Alunos focados, prestando atenção na matéria que é passada, à frente a professora explica com detalhes o conteúdo, informações no quadro, exemplos práticos, estrutura física em boas condições, mural com informações, até aí parece uma escola como outra qualquer.

Só que no começo do ano essa era a realidade na frente da instituição, uma fila de pais buscando uma vaga para os filhos.

Mas o que será que a escola faz de diferente para que os resultados sejam tão bons? O segredo está aqui: dentro da sala (ESCOLA..., 2013).

O fato da presença de fila em busca de vaga é decorrente do reconhecimento da sociedade quanto à qualidade de ensino na escola. Em um trecho da reportagem, há um depoimento de uma aluna:

Repórter Marcelo Calfat: A referência é tão boa que a Sara, até o ano passado, morava em Canápolis, a 120km de Uberlândia, e decidiu estudar necessariamente nesta escola.

Sara (aluna): Comprovei aqui você tem mais incentivo para estudar, os professores têm muito compromisso com você, tanto é que gostei muito, falei para os meus amigos que aqui era bom, que a escola era ótima, dava uma boa base para entrar na faculdade, principalmente aqui para a UFU, por que é bem voltada para a UFU a matéria que a gente estuda aqui.

Repórter Marcelo Calfat: No ano passado, a aluna foi medalhista da Olimpíada Brasileira de Matemática. Bons resultados também tem alcançado Frederico, que, aos 15 anos, há 4 ele é aluno do (Escola Pesquisada).

Frederico: Eu sempre escutei boas notícias sobre o (Escola Pesquisada), a minha mãe também. E aí a gente decidiu (Escola Pesquisada) porque sempre na família, nos amigos eles sempre tinham o (Escola Pesquisada) como uma escola muito boa. (ESCOLA..., 2013)

Outros aspectos positivos da escola, levantados pela reportagem, estão no método educativo, na busca de parcerias com universidades e nos resultados de avaliações do governo, como se pode perceber nas seguintes falas:

Repórter Marcelo Calfat: Outro ponto importante é a preparação dos professores, esse é um dos fatores fundamentais para o sucesso da escola estadual (Escola Pesquisada). Eliete dá aulas de Química e tenta sempre trazer o conteúdo para a realidade do aluno.

Repórter Marcelo Calfat: Irlene é professora de Inglês e ao invés de aplicar a matéria somente no quadro, fez uma parceria com a UFU (Universidade Federal de Uberlândia) para receber alunos de intercâmbio. Até este ano já foram mais de 30 estrangeiros.

Repórter Marcelo Calfat: A nota da escola no último IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) foi 5,7. A instituição superou a média das escolas estaduais da cidade, que alcançaram nota 3,9, por isso a procura por uma vaga no (Escola Pesquisada) é bem disputada.

Repórter Marcelo Calfat: A procura mostra que os resultados estão sendo bons. Isso é sinal de satisfação para o superintendente regional de ensino e um estímulo para as outras 107 instituições estaduais de Uberlândia (ESCOLA..., 2013).

Para finalizar a reportagem, uma doutora em educação elencou três fatores importantes para a qualidade de ensino em uma escola:

Repórter Marcelo Calfat: Doutora em Educação, essa pedagoga explica o que uma escola tem que fazer para ter bons resultados.

Doutora Giovana Melo: O papel do gestor é muito importante. O gestor, que eu diria, o diretor, os pedagogos da escola que conseguem articular o grupo, a comunidade escolar, os professores, os alunos, a família. Então, esses processos decisórios, participativos, colaboram, contribuem para a melhoria da qualidade da educação. Um segundo fator que eu diria que também é muito importante é a organização curricular. É necessário que as metodologias sejam mais ativas, que os alunos sejam mais participativos e que se crie dentro da escola um espaço para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos. E um terceiro fator muito importante também é a qualificação dos professores (ESCOLA..., 2013).

Esse levantamento permitiu a reflexão do repórter no seguinte sentido sobre a escola: “Repórter Marcelo Calfat: E pelo visto o (Escola Pesquisada) está no caminho certo, e quem sabe poderia até ser chamada hoje de escola-modelo” (ESCOLA..., 2013).

Outra característica da escola: ela funciona em três períodos, podendo atender a 2650 estudantes, “visando preparar o aluno para o exercício consciente da cidadania, equipando-os

culturalmente para serem vitoriosos no PAAES, vestibulares e concursos” (ESCOLA PESQUISADA, 2012). Além disso, a avaliação do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) em 2011 foi de 5,7, como já mencionado na reportagem da TV Paranaíba, uma evolução em relação a 2009, que foi de 4,7 pontos (IDEB, 2011).

No ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), do ano de 2011, a escola, entre as públicas, foi considerada a melhor do Município de Uberlândia, obtendo em redação 596,71 pontos e média total de 545,80. No *ranking* nacional, sua posição foi de 3278º. Essas informações fazem parte de uma reportagem de Priscila Borges (2012). Já no ENEM de 2012, a escola melhorou sua posição nacional indo para 3174º e, no município, continuou sendo a melhor escola pública, obtendo 573,25 em redação e média 549,26 (LOCH, 2013).

Em termos de estrutura, a

instituição possui uma área física de 8.000 m², tendo hoje 2.650 m² de área construída, com um laboratório, uma secretaria, banheiros, cantina, sala de visita, almoxarifado, sala dos professores, biblioteca, laboratório de robótica, de informática e 19 salas de aula para atender a grande demanda de alunos (ESCOLA PESQUISADA, 2012).

Destacou-se a inclusão do laboratório de robótica na estrutura física da escola. É um reflexo de que a escola está, em tempo real, buscando informar aos alunos e à comunidade das mudanças, expondo os projetos que a escola desenvolve diariamente. “Um projeto de pesquisa representa uma intromissão na vida da instituição a ser estudada. A pesquisa representa uma perturbação, rompe rotinas [...]” (FLICK, 2009, p. 112). Nesse processo de mudanças, a escola tem se mostrado muito aberta, tanto que consta na sua página a parceria com universidades que permitem oferecer aos alunos cursos nas áreas de humanas e exatas. Dentre os cursos mencionados, o de Matemática.

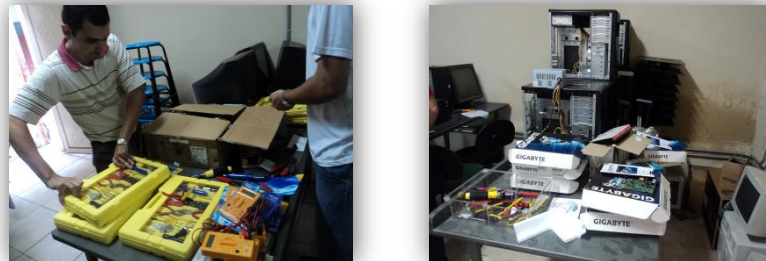
Antes dessa nova configuração, os laboratórios que deram origem ao de robótica eram laboratórios de informática, sendo um deles usado e com identificação de laboratório de Geografia. Esses laboratórios foram montados e adaptados, inicialmente, para o desenvolvimento de cursos de manutenção de computadores e informática, apoiados por projetos governamentais do Estado de Minas Gerais, como “Escolas em Rede” e “Projeto Escolas – Referências”. Chegou-se à ligação com esses projetos, principalmente pela enorme quantidade de material didático (Figura 6) presente no laboratório, com as devidas referências, alguns ainda lacrados. Além disso, equipamentos para uso de manutenção de computadores (Figura 7) e um conjunto de dados evidenciavam a utilização desses espaços para os devidos cursos mencionados anteriormente.

Figura 6 – Materiais didáticos



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Equipamentos para manutenção de computadores



Fonte: Próprio autor.

O projeto “Escolas em Redes” foi criado pelo Governo de Minas Gerais, em 2004, prevendo a instalação de laboratório de informática com acesso à internet em todas as escolas da rede estadual. Segundo o Governo de Minas Gerais, o objetivo desse projeto era contribuir para a redução das desigualdades regionais por meio do desenvolvimento da cultura do trabalho em rede nas escolas públicas e da incorporação das novas tecnologias ao trabalho educativo (GERAIS, 2014).

Figura 8 – Materiais didáticos para informática



Fonte: Próprio autor.

O material didático (Figura 8) com “Escolas em Redes” estabelecia uma preocupação com a formação dos jovens, principalmente no que se refere à sua inserção no mundo do trabalho. Tentando reverter a evasão escolar do jovem e dar capacitação para o mundo do trabalho, o material foi pensado de modo a “agregar à sua formação básica a possibilidade de formação profissional” (EDUCAÇÃO, 2009, p. 3).

No tocante a essa formação para o trabalho, a Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais desenvolveu um conjunto de cursos para área de informática com duração de 40 a 80 horas, os quais são:

Sistema Operacional Linux, Editoração Eletrônica – Draw e Scribus, Construção de Web Sites – HTML e Java Script, Programação em Java, Introdução a Banco de Dados – MySQL, Gimp, Computação Gráfica – Blender, Projeto Auxiliado por Computadores QCAD, Multimídia na Educação – Impress (EDUCAÇÃO, 2009, p. 3).

Todos esses cursos eram ministrados pelos próprios professores da rede estadual, segundo orientações das apostilas Educação (2009). O professor estava participando de um projeto cujo objetivo era apresentar as possibilidades da informática na educação, fazendo com que se familiarizassem com diferentes aplicativos e os utilizassem em sala de aula. Além de proporcionar uma formação profissional, inserindo o professor no processo formativo, tinha como possibilidade criar condições de estabelecer conexão com as aulas regulares, melhorar o ensino.

Além disso, segundo Regueira (2014), a escola onde ocorreu a pesquisa fez parte do projeto “Escolas Referências” em Uberlândia. Prado (2010), em um artigo que aborda dois projetos do Estado de Minas Gerais, dentre eles o projeto “Escolas Referências”, destaca que a intenção desse projeto era recuperar a excelência e o compromisso com a escola pública.

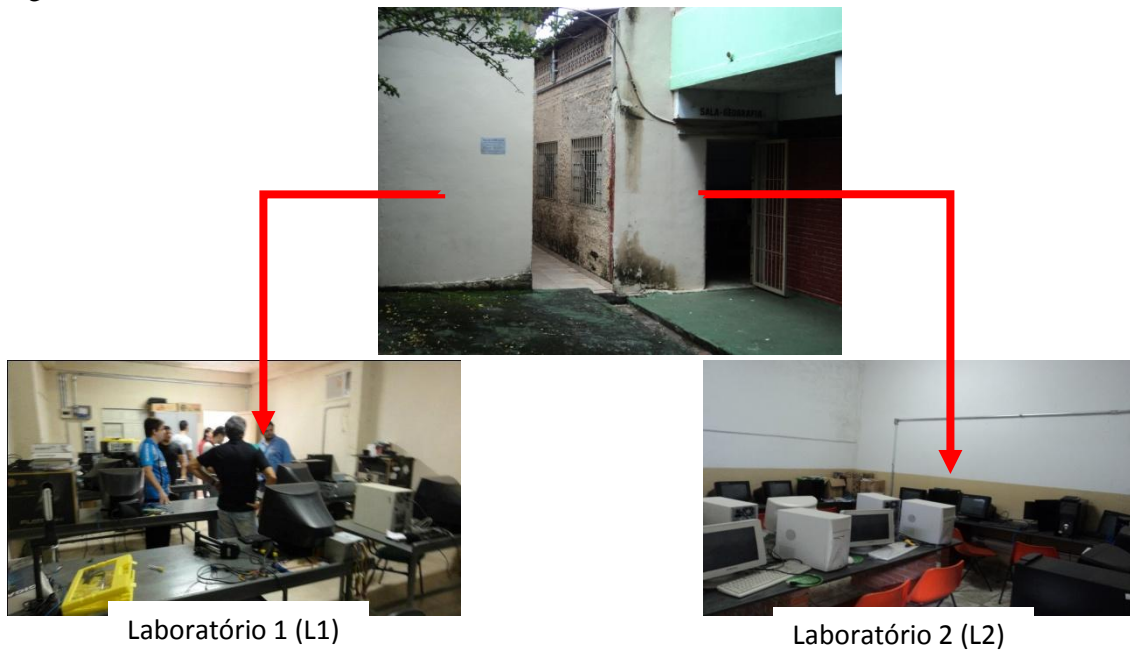
Tal proposta visa resgatar a qualidade e a tradição das escolas mineiras num contexto novo, transformador, irradiador de influências para o restante do sistema, tornando-se referência. As escolas participantes têm o reconhecimento da comunidade em que atuam e o processo de seleção das escolas foi concorrencial, venceram as escolas que apresentaram os melhores projetos e o maior percentual de envolvimento dos educadores. Cada uma dessas escolas escolheu uma outra, como associada, com a finalidade de estender os benefícios do projeto, as boas ideias e práticas educativas a um número maior de escolas e de alunos (PRADO, 2010, p. 581).

Nos materiais didáticos do projeto “Escolas Referências”, foram encontrados cadernos de informática que informavam que a Secretaria de Estado de Educação estava instalando computadores nas escolas estaduais para fins administrativos e pedagógicos. Para atingir esse objetivo, foram desenvolvidos cursos pela SR2 Consulting para utilização desses equipamentos, com fins de enriquecimento do plano curricular e foram caracterizados como cursos introdutórios para a formação inicial para o trabalho, cujos objetivos eram ampliar o horizonte de conhecimentos dos alunos e facilitar a futura escolha de uma profissão (CONSULTING; GERAIS, SD).

Os cursos oferecidos e elencados na apresentação de todas as apostilas, segundo Consulting & Gerais são: curso de Capacitação em Informática Instrumental; curso de Montagem e Manutenção de Computadores; curso sobre o Sistema Operacional Linux; curso de Programação em Java; curso de Introdução aos Bancos de Dados; curso de Construção de *web sites*; curso de Editoração Eletrônica; curso de Ilustração Digital; curso de Produção Fonográfica; curso de Computação Gráfica; curso de Projeto Auxiliado por Computador; curso de Multimídia na Educação.

Esses projetos são parte da história desses espaços e não tiveram continuidade a ponto de manter os laboratórios em funcionamento, tanto que entraram em desuso, por questões técnicas e deterioração dos equipamentos, inviabilizando novos cursos. Foram encontrados laboratórios em condições impróprias para trabalho (Figura 9).

Figura 9 – Laboratórios



Fonte: Próprio autor

3.3 O MATERIAL USADO NA PESQUISA

3.3.1 Material de robótica

Quanto ao material escolhido para essa instituição, foi adotado o material proprietário de robótica desenvolvido pela LEGO® Education, uma divisão da empresa dinamarquesa LEGO®. Esse kit é denominado de LEGO Mindstorms NXT, modelo 9797. A escolha desse material deve-se, primeiramente, ao fato de que, em 2010, o NUPEME/UFU, via projeto financiado pela FAPEMIG, adquiriu um conjunto desses kits de robótica educacional, totalizando em 2012 cinco kits de robótica. Como, em 2011, foram realizados trabalhos que tinham robótica com materiais livres e proprietários, e considerando que até então não se tinha realizado nenhum trabalho usando apenas o kit, e com alunos de ensino médio, decidiu-se mudar essa realidade, desenvolvendo uma nova experiência nessas condições, ou seja, usando kit proprietário da LEGO® Education e alunos do ensino médio. Detalhes do material serão esclarecidos posteriormente.

3.4 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ALUNOS

A constituição do grupo de sujeitos a serem pesquisados foi iniciada com a divulgação das atividades de robótica na escola, exclusivamente para alunos do 1^a ano do ensino médio. A partir desse momento, foi feita uma lista de alunos interessados e que preenchiam as vagas disponíveis para realizar o minicurso de robótica educacional com material da LEGO® Education, sendo que isso seria repetido outras vezes até que todos os interessados tivessem feito o curso.

Os integrantes desta pesquisa inicialmente foram os alunos do 1^o ano do ensino médio que se dispuseram e possuíam interesse em participar das atividades de robótica propostas na escola. Durante todo o ano, houve o trabalho com diferentes grupos de alunos por uma questão de tempo e disponibilidade de materiais.

Após reflexão dos acontecimentos e dados, decidiu-se afunilar o grupo de pessoas que fariam parte da pesquisa. Para tanto, alguns critérios emergiram como indicadores para formar o grupo. Foi levado em consideração que os alunos estiveram presentes durante todo o ano nas atividades e, saindo da função de aluno para monitor, chegaram a um estágio em que participaram de uma competição e foram fazer parte de um projeto na universidade. Logo, foi decidido, então, acompanhar o desenvolvimento e as experiências desses sujeitos no que se refere à robótica até seu acesso à universidade. Assim, esta pesquisa concentrou-se em acompanhar quatro sujeitos.

3.5 OS SUJEITOS DA PESQUISA

A construção desta tese contou com a colaboração de diferentes sujeitos que estavam juntos - no campo de pesquisa e nos bastidores - realizando o apoio para o desenvolvimento das atividades. Essas pessoas foram: o professor de Matemática na escola pesquisada; o coordenador do PIBID de Matemática, *campus* Santa Mônica; alunos da graduação em Matemática e bolsistas do PIBID; alunos da pós-graduação em educação da Universidade Federal de Uberlândia; aluno do ensino médio; pais e amigos. Nesse coletivo, sempre tivemos em mente que em uma pesquisa

[...] não é o tamanho do grupo que define os procedimentos de construção do conhecimento, mas sim as exigências de informação quanto ao modelo em construção que caracteriza a pesquisa. Quando o modelo tem por objetivo

um conhecimento institucional ou comunitário fica evidente que o trabalho com grupos significativos nesses espaços sociais é essencial, pois esses grupos se desenvolvem no curso da própria pesquisa e responderão a critérios essencialmente qualitativos (REY, 2005, p. 110).

Tendo essas orientações de Rey em mente, buscamos a constituição de um projeto de robótica, uma ação voltada para os alunos do ensino médio da escola pesquisada. Iniciou-se um trabalho com oficinas para no máximo 15 a 20 alunos que cursavam 1º ano do ensino médio. Desses, alguns se destacaram, e, com base nos critérios anteriormente mencionados, critérios que emergiram dos acontecimentos durante o primeiro ano de pesquisa, chegou-se, então, a quatro sujeitos da pesquisa. Por questões de privacidade e ética na pesquisa, os alunos pesquisados serão chamados de Sujeitos 1, 2, 3 e 4. Seguem as autodescrições complementadas pela nossa interpretação:

Sujeito 1: Eu sou Sujeito 1, sou natural de Uberlândia, Minas Gerais, masculino, tenho 16 anos, estudei na escola ESEBA²³, na (Escola Pesquisada), entre outras. Eu quero viver uma vida feliz, que eu consiga mexer com algo que gosto, ter amigos de verdade e isso para mim já está bom.

Além disso, pretende realizar o curso de Engenharia Mecatrônica segundo um questionário respondido no final da pesquisa em 2012. Até então, não tinha uma escolha definida. Quanto ao seu comportamento, é atencioso e persistente em encontrar respostas às suas dúvidas. Está participando em 2013 de um projeto da Engenharia Mecânica, com bolsa para participar de torneios de robótica. Além disso, está envolvido em outros projetos no âmbito da educação popular e cultura digital, onde estão envolvidos alunos da graduação e pós-graduação.

Sujeito 2: Sou de Uberlândia, nasci dia 28/08/1997, tenho 15 anos.

Sempre de bom humor e pronta para o trabalho, tem interesse em fazer Engenharia ou Computação como curso de ensino superior, e a escolha deve-se ao prazer de trabalhar com atividades relacionadas a computador. Sempre estudou em escolas públicas, já teve bolsa de estudo no SESI e, atualmente, possui bolsa em um projeto da Engenharia em que ela é preparada, com outros colegas, para participar de torneios de robótica.

O Sujeito 3 é uma adolescente mais introvertida, dedicada em suas atividades. Sempre estudou em escola pública, gosta de tecnologias e, atualmente, conhece linguagens de

²³ Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia.

programação da LEGO, C++. Ela tem 16 anos de idade e pretende cursar Engenharia. Está como bolsista de um projeto da Engenharia que prepara alunos do ensino médio para participar de torneios de robótica.

O Sujeito 4 é jovem e, em 2013, irá completar 17 anos de idade. Fez o ensino fundamental na ESEBA e, no ano de 2008, participou de uma iniciação científica na escola sobre robótica, confeccionando um robô feito de sucata denominado “Beetlebot”. Seu primeiro contato com a robótica foi no 6º ano do ensino fundamental. No que diz respeito a curso de ensino superior, seu interesse é Engenharia. Em 2012, participou das atividades de robótica e de um torneio de robótica, sendo possível apenas ser tutor da equipe em razão da sua idade. Em 2013, está fazendo parte, com outros colegas, de um projeto da Engenharia que prepara alunos do ensino médio para participar de torneios de robótica.

Portanto, são quatro jovens, sendo dois do gênero masculino e dois do feminino. Esse não foi um critério da tese, mas sim do projeto em que tomaram parte na universidade no curso de Engenharia. Percebam que utilizamos os termos jovens e sujeito para nos dirigirmos às pessoas que estão sendo pesquisadas. Entendemos que as pessoas que aceitaram fazer parte da pesquisa são jovens, mas no sentido defendido por Dayrell (2003), em que jovens são sujeitos sociais. E sujeito é um ser singular que se apropria do social, transformado em representações, aspirações e práticas, que interpreta e dá sentido ao seu mundo e às relações que mantém (DAYRELL, 2003, p.44).

Usar os termos sujeitos não de pessoas que subordinaram e jovens não como pessoas a “vir a ser”, como a escola atual vê o jovem segundo Dayrrel (2003). Precisamos apreender a ver os jovens como sujeitos, capazes de agir e transformar sua realidade, tornando-os assim parceiros das ações propostas (DAYRREL; MOREIRA; STENGEL, 2011, p.39). Com esse olhar é que iremos nos dirigir e enxergar as pessoas que se dispuseram a participar desta pesquisa. Haverá momentos que nos dirigiremos a eles como sujeitos 1, 2, 3 ou 4, mas que não deixam de ser jovens.

4 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Nossa próxima fase é a análise e interpretação dos dados que produzimos. Lembramos que análise e interpretação são conceitualmente diferentes, mas estão estreitamente relacionadas. Segundo Gil, a análise

tem como objetivo organizar e sumariar os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos (2008, p. 156).

Como menciona Gil, é o momento de buscarmos responder à pergunta da pesquisa: “Quais as marcas das experiências educativas no desenvolvimento de projeto de robótica educacional com jovens no ensino médio?”. Como já relatamos anteriormente, quando olhamos os dados da pesquisa, estamos atentando principalmente para a experiência no sujeito, para **as** marcas que esse adquiriu em sua participação neste projeto de robótica.

Mas, antes de analisarmos os dados, precisamos entender um pouco mais do que se trata experiência. Segundo Japiassú e Marcondes (2006), o termo experiência tem dois sentidos na história da filosofia: um geral e outro técnico. No sentido geral, os autores estabelecem que experiência “é um conhecimento espontâneo ou vivido, adquirido pelo indivíduo ao longo de sua vida. Ela aparece em relação à vida corrente (dizemos: ‘homem de experiência’) ou em relação com a teoria do conhecimento” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006, p. 71). Em seu sentido técnico, o termo experiência

é a ação de observar ou de experimentar com a finalidade de formar ou de controlar uma hipótese. Assim, a experiência (no sentido de experimento) é o fato de provocar, partindo de condições bem determinadas, uma observação tal que seu resultado seja apto a fazer conhecer a natureza do fenômeno estudado. Sinônimo de experimento (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2006, p. 71).

Contudo, ao estudarmos os dizeres do pesquisador Jorge Larrosa Bondía, nas obras: *Tremores*: Escritos sobre experiência; *Habitantes de Babel*: políticas e poéticas da diferença; *Notas sobre a experiência e o saber de experiência*; *Experiência e Alteridade em Educação*, compreendemos que o sentido do termo experiência não está nem no primeiro, nem no segundo, mas na liberdade em transitar entre o conhecimento espontâneo ou vivido para o conhecimento científico e vice-versa, pois a

experiência não é uma realidade, uma coisa, um fato, não é fácil de definir nem de identificar, não pode ser objetivada, não pode ser produzida. E tampouco é um conceito, uma ideia clara e distinta. A experiência é algo que (nos) acontece e que às vezes treme, ou vibra, algo que luta pela expressão, e que às vezes, algumas vezes, quando cai em mãos de alguém capaz de dar forma a esse tremor, então, somente então, se converte em canto. E esse canto atravessa o tempo e o espaço. E ressoa em outras experiências e em outros tremores e em outros cantos. Em algumas ocasiões, esses cantos de experiência são cantos de protesto, de rebeldia, cantos de guerra ou de luta contra as formas dominantes de linguagem, de pensamento e de subjetividade (LARROSA, 2014, p. 10).

Nesse sentido, como já argumentamos anteriormente, usando Larrosa (2014), a realidade da escola, com seu formato curricular e seus prazos, não têm criado situações para experiências, no sentido de deixar uma marca. As experiências precisam de tempo para acomodar-se, criar relações internas. Para tanto, as experiências necessitam de uma frenagem, ou seja,

requer parar para pensar, para olhar, parar para escutar, pensar mais devagar, olhar mais devagar e escutar mais devagar; parar para sentir, sentir mais devagar, demorar-se nos detalhes, suspender a opinião, suspender o juízo, suspender a vontade, suspender o automatismo da ação, cultivar a atenção e a delicadeza, abrir os olhos e os ouvidos, falar sobre o que nos acontece, aprender a lentidão, escutar os outros, cultivar a arte do encontro, calar muito, ter paciência e dar-se tempo e espaço (LARROSA, 2014, p. 162).

Essa frenagem justifica-se, pois o sujeito da experiência, “é aquele que tem a capacidade de olhar para seu tempo com paciência, com lentidão, com demora nos detalhes, num gesto de interrupção” (LARROSA, 2002, p.24). É importante dar tempo para que a experiência seja sentida e deixe sua marca, já que ela é algo que nos passa, ou nos toca, ou nos acontece. E, ao nos passar, forma-nos e transforma-nos. “Somente o sujeito da experiência está, portanto, aberto a sua própria transformação” (LARROSA, 2014, p. 163). Assim, a experiência transforma o sujeito, pois ela pode ser explorada como alternativa ou como suplemento a “um pensamento da educação elaborado a partir do par ciência/técnica ou a partir do par teoria/prática” (LARROSA, 2014, p. 46).

Uma vez definida a experiência como sendo “isso que me passa” (LARROSA, 2011, p. 5), o teórico fragmentou a definição termo a termo, explicando “isso”, “me” e “passa”. Iniciando-se por “isso”, extraem-se três princípios:

- a) princípio da exterioridade: “está contida no *ex* da própria palavra *ex*/periência” (LARROSA, 2011, p. 5); compreende-se, portanto, que é algo externo ao sujeito;

- b) princípio da alteridade: “tem que ser outra coisa que eu” (LARROSA, 2011, p. 6), ou seja, a experiência não pode proporcionar marcas que o sujeito já possua, que já tenha vivenciado;
- c) princípio da alienação: “é porque isso que me passa tem que ser alheio a mim, quer dizer, que não pode ser meu, que não pode ser de minha propriedade” (LARROSA, 2011, p. 6).

Desses três princípios, pode-se inferir que, para Larrosa, a experiência é externa ao sujeito, originária do mundo, e não pode ser de modo algum algo que o sujeito já tenha experienciado. Contudo, a experiência também supõe, em segundo lugar, que o termo “me” da afirmação de Larrosa (2011) significa que é algo que acontece no sujeito. Para ser mais claro, o autor utiliza-se de outros três princípios:

- a) princípio da reflexividade: “Se lhe chamo ‘princípio de reflexividade’ é porque esse ‘me’ de ‘o que me passa’ é um pronome reflexivo. Poderíamos dizer, portanto, que a experiência é um movimento de ida e volta” (LARROSA, 2011, p. 6). Entende-se que é o momento em que os pensamentos do sujeito são colocados em movimento, em desequilíbrio diante da experiência, levando o mesmo à transformação;
- b) princípio da subjetividade: “Se lhe chamo ‘princípio de subjetividade’ é porque o lugar da experiência é o sujeito ou, dito de outro modo, que a experiência é sempre subjetiva” (LARROSA, 2011, p. 7). Lembramos que subjetividade é definida como

[...] um macroconceito que integra os complexos processos e formas de organização psíquicos envolvidos na produção de sentidos subjetivos. A subjetividade se produz sobre sistemas simbólicos e emoções que expressam de forma diferenciada o encontro de histórias singulares de instâncias sociais e sujeitos individuais, com contextos sociais e culturais multidimensionais (GONZÁLEZ REY, 2004, p. 137);

- c) princípio da transformação: “Se lhe chamo ‘princípio de transformação’ é porque esse sujeito sensível, vulnerável e ex/posto é um sujeito aberto à sua própria transformação” (LARROSA, 2011, p. 8). Ou seja, o sujeito que vive a experiência se constitui e se transforma.

Percebemos, até o momento, que Larrosa (2011) expõe um pensamento de que a experiência vivida pelo sujeito é externa a ele, mas ocorre no sujeito. Para completar a sentença, Larrosa (2011) define que o termo “passar” atribui à experiência algo que é passageiro. Esse termo recebe dois sentidos: no primeiro, refere-se à experiência como sendo algo que passa do acontecimento para o sujeito. É uma travessia, com passagem, com

caminho, com viagem. Portanto, uma aventura que “tem algo de incerto, supõe um risco, um perigo” (LARROSA, 2011, p. 8). Esse primeiro sentido o autor denomina de “Princípio de passagem”. O segundo sentido é entender que o sujeito é o

território de passagem, como uma superfície de sensibilidade em que algo passa e que “isso que me passa”, ao passar por mim ou em mim, deixa uma vestígio, uma marca, um rastro, uma ferida. Daí que o sujeito da experiência não seja, em princípio, um sujeito ativo, um agente de sua própria experiência, mas um sujeito paciente, passional. Ou, dito de outra maneira, a experiência não se faz, mas se padece (LARROSA, 2011, p. 8).

Esse sentido Larrosa (2011) denomina de “princípio da paixão”, pois a experiência, ao passar-se no sujeito, leva-o a sentir, a sofrer, a marcar, deixa-o ferido. O efeito desses dois princípios é o de levar o sujeito à mudança de caráter subjetivo, transformando a forma com que ele pensa e age no mundo.

Compreendido que a experiência é “isso que me passa”, ela é, então, tudo aquilo que foi antes desprezado pela “filosofia e a ciência: a subjetividade, a incerteza, a provisoriedade, o corpo, a fugacidade, a finitude, a vida...” (LARROSA, 2014, p. 40). É por isso que seu aspecto singular está no fato de que, mesmo que duas pessoas tenham vivenciado o mesmo acontecimento, a experiência não será igual para ambas: “o acontecimento é comum, mas a experiência é para cada qual sua, singular e de alguma maneira impossível de ser repetida”, mas pode ser “revivida” por outros “e tornada própria” (LARROSA, 2014, p. 32).

A partir do processo de análise dos dados, produzimos três eixos com marcas atravessadas de paixão, de incerteza, de singularidade, ou seja, saberes pela experiência.

Figura 10 – Fluxograma dos eixos de análise



Fonte: Próprio autor

No primeiro eixo, discutimos o envolvimento no trabalho coletivo, a forma como se constitui o trabalho de robótica e de uma rede. Nesse eixo iremos buscar responder as seguintes questões relacionadas à pergunta principal: “Como pode ser organizado o trabalho de robótica educacional no ensino médio?” e “Como a organização do trabalho educativo com

robótica educacional pode levar à aprendizagem?”. No segundo eixo, refletimos sobre os diferentes papéis em que atuaram os sujeitos da pesquisa em vários momentos do projeto de robótica, esse eixo buscar responder na sua construção às seguintes questões: “Qual a importância do envolvimento do jovem com robótica educacional?” e “De que forma o envolvimento de jovens no trabalho com robótica educacional pode influenciar na vida dos jovens?”. Por fim, no último eixo de análise das informações, o terceiro eixo, analisamos as implicações em programação e montagens de robôs, buscando responder “Qual a importância do trabalho de construção e programação de robôs na perspectiva da robótica educacional?”.

4.1 EIXO I – MOVIMENTO DE APRENDIZAGEM EM REDE COM ROBÓTICA

“[...] o mais importante para mim, com esse tempo de robótica, foram as amizades que com o tempo foram formadas, foi a rede de amigos que fizemos [...]” (Sujeito 4)

Na construção deste eixo, vamos refletir como foi se desenhando uma rede de aprendizagem com robótica. Lévy (1993), no livro *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*, utiliza o princípio de mobilidade do centro da rede.

A rede não possui centro, ou melhor, possui permanentemente diversos centros que são como pontas luminosas perpetuamente móveis, saltando de um nó a outro trazendo ao redor de si uma ramificação infinita de pequenas raízes, de rizomas, finas linhas brancas esboçando por um instante um mapa qualquer com detalhes delicados e depois correndo para desenhar mais à frente outras paisagens do sentido (LÉVY, 1993, p. 26).

Para analisar esse movimento de aprendizagem em rede, vamos apresentar os caminhos dos trabalhos coletivos em que os sujeitos desta pesquisa estiveram envolvidos.

Uma história não acontece do nada. Portanto, alguns detalhes são importantes para construirmos todo o enredo. O projeto de robótica na escola teve um começo, um primeiro contato, antes que os sujeitos desta pesquisa comessem a se integrar. Como já mencionado, a pesquisa aconteceu em uma escola estadual na cidade Uberlândia, bem localizada e muito respeitada pela comunidade. O projeto de robótica tinha a intenção de, por meio do PIBID de Matemática, constituir-se e consolidar-se na escola. Sendo assim, entendemos como importante abrir um parêntese para compartilhar as experiências iniciais.

4.1.1 Da universidade para a escola

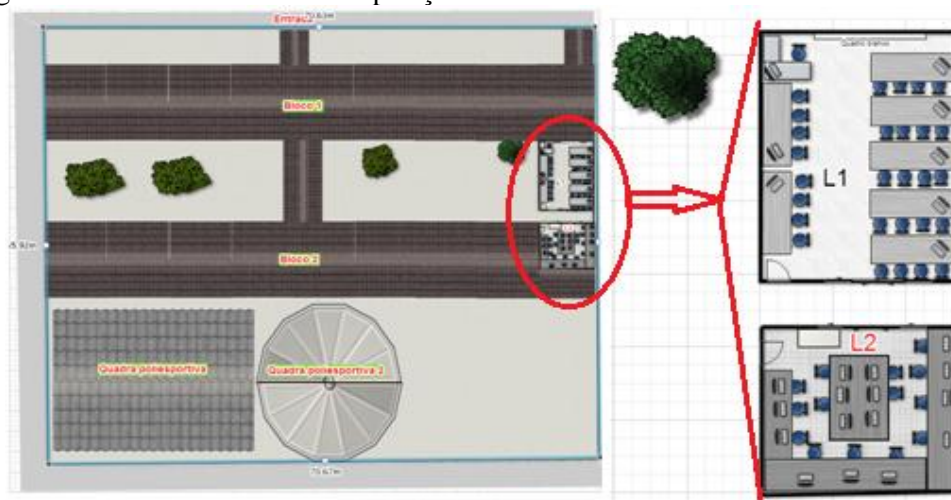
Em setembro de 2011, o NUPEME e seus integrantes, nesse caso em especial, com a contribuição do professor Alexandre Campos, promoveram a orientação de um grupo de alunos da escola e o desenvolvimento de robôs com kits de robótica da LEGO, a partir de modelos livres disponíveis na rede mundial de computadores, para exposição em uma Feira Cultural e Científica na escola. De certo modo, foi o primeiro acontecimento com robótica nessa unidade de ensino, o primeiro contato daqueles alunos com aquele material e com aquele projeto.

Davam-se, então, os primeiros passos para a construção e execução de um projeto de robótica imerso no projeto PIBID de Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Santa Mônica. E, considerando o deslumbre pelos próprios alunos em explicar aos colegas e também pelas pessoas que passavam na feira, já tínhamos um indício forte de que o projeto seria bem aceito e teria público para o desenvolvimento da oficina. Após essa primeira exposição, o projeto de robótica ganhou mais força e apoio para ser desenvolvido. Era preciso, então, dar outros passos para o projeto ser efetivado na escola.

Posteriormente, em uma reunião, buscou-se analisar a questão de espaço físico para desenvolver as atividades de robótica educacional. Em anos anteriores, os trabalhos de robótica educacional desenvolvidos pelo NUPEME ocorreram nos laboratórios de informática das escolas, enfrentando algumas dificuldades, uma vez que são espaços de uso coletivo. Desde então, os pesquisadores do NUPEME têm buscado e entendido que o melhor para a robótica educacional é utilizar-se de um espaço reservado exclusivamente para esse fim, visando não interromper a sequência das atividades, não depender da negociação de horários na agenda e não causar transtornos aos demais da escola.

Diante disso, apresentaram-nos dois espaços, Laboratório 1 (L1) e Laboratório 2 (L2) (Figura 11), que estavam em desuso pela instituição de ensino. Eram laboratórios de informática, sendo um deles usado e até identificado como laboratório de Geografia, que, provavelmente em algum momento também teve esse uso, já que era incorporado a um dos blocos de sala, ou seja, fazia parte da planta original da instituição. O laboratório 1 era mais recente, tendo sido inaugurado em 2007.

Figura 11 – Laboratórios e sua disposição na escola



Fonte: Próprio autor.

Era preciso revitalizar ambos os espaços, os laboratórios tinham apenas uma entrada de acesso e uma janela. Em um deles havia um ar condicionado e, juntamente a isso, uma infiltração. O L1 possuía bancadas enfileiradas e um quadro branco. Já no L2, as bancadas acompanhavam as paredes, além de possuir uma bancada central (Figura 13).

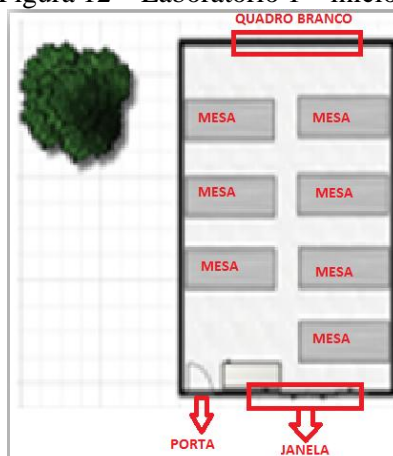
Foi necessário muito trabalho para recuperar ambos os espaços, ou seja, a partir do que se tinha naquelas duas salas, montar novos laboratórios. Um desafio colocado em prática no mês de janeiro de 2012. Com apoio de um ex-aluno da escola, que cursava Ciência da Computação na Universidade Federal de Uberlândia, foi possível recuperar e montar alguns computadores para o futuro laboratório de robótica, que se localizaria no L1. No decorrer do projeto, foi necessário utilizar também o L2 para atividades de robótica.

Realizamos o que as possibilidades nos permitiram: adaptar um espaço cujos objetivos iniciais de construção foram diferentes daqueles que imaginávamos para o projeto. Mesmo não sendo o ideal pensado por Zilli (2004, p. 75): “Em um mesmo ambiente, o aluno tem à disposição computadores com mesas auxiliares, bancadas para que faça a manipulação de materiais como colas e tintas, pias com torneiras, armários e um quadro-branco para o professor”. Estávamos construindo naquela escola a primeira sala com foco principal no trabalho com robótica educacional dentro do projeto PIBID de Matemática da UFU.

Quando chegamos à escola, a disposição dos objetos do L1 (Figura 12) eram bancadas perpendiculares à parede em duas filas ao longo da sala. No entanto, para as atividades de robótica, havia um problema: precisávamos de espaço que permitisse que os robôs executassem as missões e a mesa disponível era pequena para ser usada como espaço de montagem e pista de teste, aumentando o risco de danos ao material devido a eventuais

quedas. Até mesmo o chão não era o melhor. Por ser cerâmico, havia irregularidades. Assim, os movimentos dos robôs poderiam sofrer modificações no decorrer do percurso.

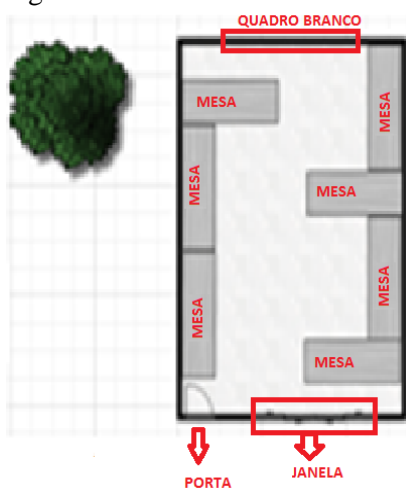
Figura 12 – Laboratório 1 – início



Fonte: Próprio autor

Reorganizar as mesas naquele espaço não foi simples, no entanto necessário para promover o conforto aos alunos e as condições para a manipulação dos objetos a serem utilizados. A primeira tentativa (Figura 13) abriu espaços no chão, para trabalho com os robôs e movimentação das pessoas. Porém, o trabalho nas mesas não ia ser cômodo aos alunos, algumas mesas acabariam inutilizadas.

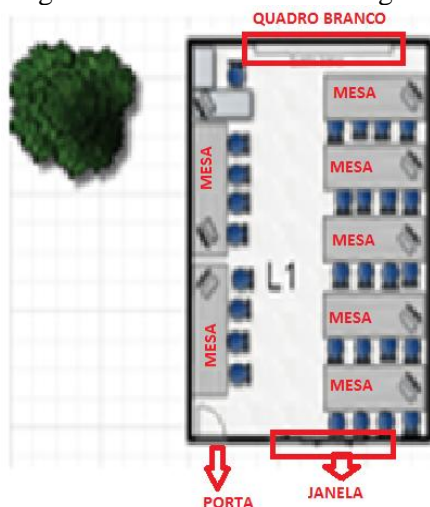
Figura 13 – Laboratório 1 – 1ª tentativa



Fonte: Próprio autor

Tentando formar mais grupos de alunos, organizamos o laboratório (Figura 14) de forma que tivesse um espaço livre no chão, e que pudessem ter mais bancadas para serem utilizadas por grupos de alunos.

Figura 14 – Laboratório 1 – organização final



Fonte: Próprio autor.

Depois de muito trabalho, foi possível organizar o laboratório para a robótica educacional (Figura 15), cada bancada com um computador, com monitor CRT –Cathodic Ray Tube ou monitor de raios catódicos (MORIMOTO, 2015) de 17”, com processador AMD Sempron 3400 e 512 de memória RAM aproximadamente, dependendo da máquina, rodando sistema operacional Windows XP, conectados à internet e com os *softwares NXT 2.0 Programming e Lego Digital Design*, necessários inicialmente para a oficina de robótica educacional. O mês de janeiro foi praticamente todo destinado a revitalizar esses espaços.

Figura 15 – Laboratório de robótica educacional (L1)



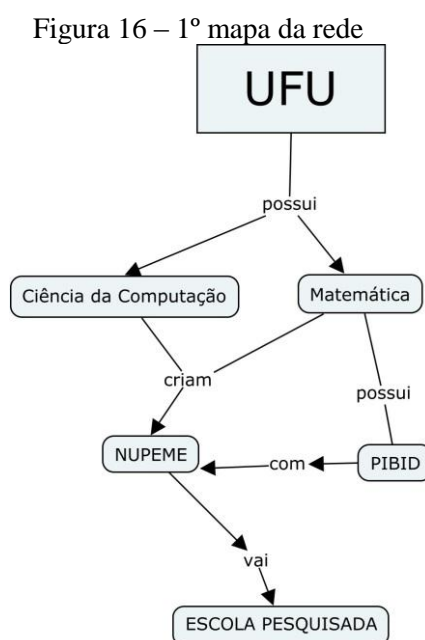
Fonte: Próprio autor.

Os laboratórios L1 e L2 também eram de uso dos alunos do PIBID de Matemática. Havia um projeto de transformar o L2 em um laboratório de ensino de Matemática. Em um período do ano, o L2 também foi utilizado pela robótica. Como mencionado anteriormente, a bancada central foi o elemento decisivo na utilização desse espaço para trabalho, pois nela era possível montar e utilizar a mesa de competição de robótica com mais comodidade.

O trabalho com robótica na escola foi em espaços disponíveis e não planejados, mas adaptados para as nossas necessidades. Infelizmente, é uma realidade das escolas públicas: seus projetos arquitetônicos não contemplam a ampliação a novas necessidades educacionais, tanto que para atender essas novas demandas são necessárias modificações e adaptações. É uma medida emergencial, muitas vezes criativa, mas que deve ser feita. O que não se pode é desistir do projeto.

Essas ações de adequação da escola para o projeto foram um trabalho coletivo de professores e alunos da graduação. A organização do espaço iniciou-se conturbada, inclusive com divergências de ideias entre os integrantes do grupo. Foi preciso tempo para que o espaço se convertesse em um resultado de um trabalho coletivo, tendo em mente que “é um momento de negociação entre as diferentes singularidades” (SOUZA JÚNIOR, 2000, p. 68).

Percebam que esses passos iniciais na escola são o princípio de uma conexão de dois polos: universidade e escola (Figura 16).



Fonte: Próprio autor.

É o princípio de uma rede que começou com uma ação da universidade. Mas um nó dessa rede, em especial, foi muito importante para que o projeto de robótica chegasse até a escola. Esse nó é a constituição do NUPEME, uma parceria entre professores e alunos da Faculdade de Ciência da Computação e Matemática. Mais tarde, um dos coordenadores do NUPEME assumiria o PIBID de Matemática, e logo PIBID e NUPEME iriam juntos para a

escola. O NUPEME, com seu conhecimento e material, iria, juntamente com o PIBID, executar a proposta de um projeto de robótica educacional com estudantes do ensino médio.

4.1.2 Trabalhando com robótica na escola

O início das atividades de robótica deu-se em 12 de abril de 2012, uma quinta-feira, às 8 horas e às 13 horas. Foi realizada uma apresentação geral do projeto para todos os estudantes que quisessem participar e, a partir da quantidade de interessados, definir-se-ia o número de turmas e horários. A pesquisa iniciou-se com uma oficina de robótica educacional, que tinha objetivo de duração de três semanas, estando flexível a mudanças, e, conforme avaliações no decorrer da oficina, poderíamos aumentar as semanas. Uma das exigências do projeto era a realização de estudos em casa, mas “A atividade para casa não foi contemplada por todos os grupos” (Nota de campo 1). Uma reação já esperada. Afinal, em um curso onde se é voluntário, quem gostaria de desenvolver atividades em casa? Já eram consideradas bastantes as atividades extras impostas nas disciplinas básicas do currículo. Essa proposta teve falhas, mas a presença de atividades para casa ia ser gradualmente inserida, de uma forma quase imperceptível, ou seja, atividades extras relacionadas à temática iam sendo incorporadas pelos próprios alunos no decorrer da oficina, uma vez que se interessavam pela temática e percebiam a necessidade de estudos e pesquisas.

No final da primeira aula, os interessados deixaram seus nomes para, posteriormente, serem informados quando aconteceria o início das aulas. Ficou estabelecido: todas as quintas-feiras. O horário estava sendo decidido porque haveria outras apresentações para outros alunos, mas ao final foram formadas duas turmas, uma pela manhã e outra à tarde. A carga horária estabelecida foi de duas horas semanais, mas sempre ia além. Esse agrupamento de turmas tinha como intenção realizar a construção das oficinas, a organização das atividades, para então abrir mais turmas.

Na primeira aula de montagem, foram formados três grupos²⁴ de estudantes. A composição foi livre, deixamos que os alunos se organizassem. A interferência foi mínima, somente com o intuito de não deixar grupos muito carregados ou com poucos integrantes. No período da manhã, tínhamos quatorze alunos, que formaram dois grupos de cinco e um grupo com quatro integrantes. No período da tarde, havia três grupos, sendo um com três integrantes e os outros com dois. A quantidade de grupos estava relacionada também à quantidade de

²⁴ Usaremos esse termo nesse momento em razão de ser apenas uma reunião de pessoas.

material disponível. Ao deixar que os alunos se organizassem, fizemos uma aposta que as relações interpessoais tecidas facilitariam o trabalho com robótica.

É importante lembrar que o trabalho não visa que todos no grupo pensem igual e produzam as mesmas coisas, mas, sim que com base nas interações, diálogos criem novas possibilidades de ação e resolução de problemas. Outra vantagem do trabalho em grupo é o estímulo à autonomia. A cada trabalho em conjunto, cada a criança passa de um nível de alta dependência do mediador (professor/a) para um nível de independência na formulação de hipóteses (SILVA, 2009, p. 77).

Mesmo que estudantes possuam afinidades, mais intimidade, facilidade de dialogar, não significa que possuam as mesmas ideias. Outra condição necessária, mas não suficiente para construir o grupo, era que esse não fosse desmembrado, que cada aluno pensasse bem com quem iria formar o grupo, pois problemas de relacionamento com outros integrantes não poderiam comprometer o trabalho do grupo, uma vez que a convivência seria longa. Cada grupo tinha de escolher um nome, seria o segundo passo para construir uma equipe.²⁵ O terceiro passo, podemos considerar que é desenvolver atividades em comum, com o mesmo objetivo. Assim, cada grupo formado ganha um caráter de equipe, considerando que equipe é um “Grupo de pessoas organizado para um serviço determinado” (MICHAELIS, 2014). Logo, nesse dia, apenas duas equipes tiveram seus nomes criados, a equipe “Wall-e” e “RobotStorms”, sendo que o nome da terceira equipe ainda estava em fase de criação.

A constituição das equipes era uma das atividades desse processo de participação das atividades de robótica.

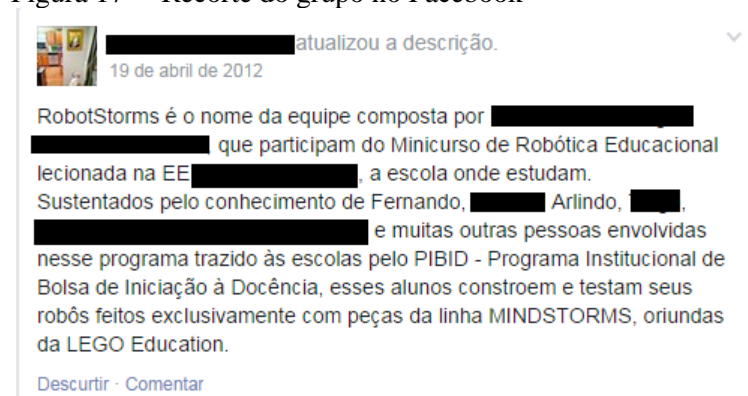
Aqui merece um destaque importante da constituição dos grupos, melhor dizendo, dos seus espaços virtuais. Foi solicitado inicialmente que todo material fosse postado em um grupo da robótica, específico daqueles alunos. Em resposta a essa posição, um grupo tomou a iniciativa de criar seu próprio grupo no Facebook²⁶. Deixei livre e até sugeri outras maneiras, como, por exemplo, o blog. No entanto, todos foram contagiados pelo grupo que tomou uma iniciativa, e também iriam montar grupos ou fazer sua página no Facebook. A escolha partiu deles, apoiiei, sugeri que dessem nomes para os seus grupos (NOTA DE CAMPO DO DIA 19/04/2012).

²⁵ Usaremos, a partir desse momento, equipe, pois o grupo ganha um nome e uma intencionalidade comum, ou seja, desenvolver atividades de robótica.

²⁶ Facebook é um site e serviço de rede social que foi lançado em 4 de fevereiro de 2004, operado e de propriedade privada da Facebook Inc. O Facebook foi fundado por Mark Zuckerberg e por seus colegas de quarto da faculdade Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz e Chris Hughes (WIKIPÉDIA, 2014). Disponível em: <www.facebook.com>. Acesso em: 12 out. 2016.

Dessa forma, nasciam os grupos no Facebook para registrar suas produções, realizar comunicação entre os alunos e professores. O primeiro grupo foi RobotStorms (Figura 17), nascido em 19 de abril de 2012. Posteriormente a essa criação, foram surgindo no Facebook os outros grupos de robótica. Ao descrever a equipe no grupo, um trecho chama a atenção: “esses alunos constroem e testam seus robôs”.

Figura 17 – Recorte do grupo no Facebook



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Retomando o assunto aulas, nas primeiras, optamos por trabalhar o kit de robótica NXT 9797, conhecer seus componentes e saber controlá-los com a programação. O primeiro componente a ser controlado era o motor, a capacidade de movimentar do robô. Consideramos que é uma instrução básica ensinar o robô a andar, mesmo que sejam passos para frente e para trás. Para esse fim, utilizamos a montagem de um modelo de robô denominado “Castor Bot”²⁷, retirado de um site de montagens livres chamado “nxtprograms.com”²⁸. Essa atividade era repetida no período da tarde.

Após as atividades, vimos que o planejamento delas deveria ser revisto. A aulas seguintes deveriam ser mais complexas e desafiantes, eles testaram e usaram o que podiam naquele tempo de aula. As próximas aulas precisavam ter um teor de ação diferente da primeira.

Assim, revendo as atividades, iniciamos esse segundo dia propondo uma montagem diferente e desafiando a capacidade de controle do robô. A montagem proposta foi uma rodagigante (Figura 18).

²⁷ NXTPROGRAMS.COM. Castor Bot. 2012. Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/castor_bot/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012.

²⁸ NXTPROGRAMS.COM. Castor Bot. 2012. Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/castor_bot/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012.

Figura 18 – Roda-Gigante



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Assim, a atividade permitiu momentos de situações-problemas, principalmente no que se refere à construção de uma nova roda-gigante, permitindo a alguns alunos o contato com o novo. Por fim, a atividade da roda-gigante serviu também para que outros grupos fossem criados no Facebook, nascendo a terceira equipe, chamada de MoonyDroide. Uma equipe denominou-se “Wall-e por causa do robô do filme da Pixar *Wall-e*. O último grupo a criar seu espaço foi o MoonyDroide, e sua logomarca (Figura 19) tinha relação com os gostos do grupo, ou seja, com personagens dos livros e filmes Harry Potter” (NOTA DE CAMPO DO DIA 03/05/2012).

Figura 19 – Logomarca da equipe MoonyDroide



Fonte: Equipe MoonyDroide.

Assim, a oficina de robótica iniciava com três grupos no Facebook (MoonyDroide, RobotStorms e Wall-e). A questão de logotipo²⁹ e logomarca³⁰ veio com a RobotStorms, que, em 20/04/2012, foi a primeira equipe a lançar seu logotipo (Figura 20) e logomarca (Figura 21) com cores e símbolos relacionados ao kit de robótica Mindstorms.

²⁹ Refere-se à forma particular como o nome da marca é representado graficamente, pela escolha ou desenho de uma tipografia específica. É um dos elementos gráficos de composição de uma marca. Algumas vezes é o único, tornando-se a principal representação gráfica dela (LOGOMARCAS.COM, 2014).

³⁰ Possuem uma característica especial, ou seja, é a soma da marca com o logotipo. Em outras palavras, a logomarca tem o símbolo e as letras do logotipo (LOGOMARCAS.COM, 2014).

Figura 20 – Logotipo da equipe RobotStorms em 2012



Fonte: Equipe Robot Storms

Figura 21– Logomarcas da equipe RobotStorms em 2012



Fonte: Equipe Robot Storms

Essa iniciativa dos alunos iria refletir no projeto PIBID, já que a oficina de robótica estava dentro do projeto PIBID. Alunos estavam dentro da oficina, fazendo logotipos e logomarcas, então por que não desenvolver o logo da robótica da escola pesquisada? Essa ideia também já havia sido implementada na construção de logos para outros projetos que a escola pesquisada havia desenvolvido em períodos anteriores. “No período da tarde do dia 17/05/2012, um bolsista do PIBID, em parceria com a professora de Artes, estava desenvolvendo seu projeto “Arte e Matemática” sobre o desenvolvimento de logo e logomarcas. O bolsista iria mostrá-lo para os 1^{os} anos juntamente com a professora de Artes, e uma parte da apresentação seria sobre a robótica, um espaço de propaganda e convite para participar das atividades, nada desconexo com o projeto de artes, pois trazia logos de robótica” (NOTA DE CAMPO DO DIA 17/05/2012).

Essas primeiras aulas serviram principalmente para que os alunos se organizassem enquanto equipes ou coletivos, cujos objetivos eram estabelecidos por um coletivo maior, composto por professores, bolsistas do PIBID e integrantes do NUPEME. Entendemos como um processo de formação de coletivos, pois as propostas das atividades colocaram suas individualidades em conflito, sendo necessária uma decisão coletiva para cumprir as tarefas propostas pelo coletivo maior. Nesses coletivos, os sujeitos desta pesquisa ainda não estavam bem definidos.

A aula seguinte foi de programação básica. A decisão de desenvolvermos uma aula apenas de programação veio também de alguns momentos de dificuldade dos alunos em

construir a programação com sucesso de alguns dispositivos. Acreditávamos ser necessário reforçar essa base, explicar com mais clareza o que é programar, como programar. “A estrutura da atividade foi decidida em um encontro com o bolsista do PIBID, decidimos abordar motores e sensores. O bolsista decidiu assumir a atividade como responsabilidade dele em termos de produção e execução. Deixei a seu cargo para que começasse a assumir a tarefa, sua função no projeto” (NOTA DE CAMPO CONSTRUIDA EM 17/05/2012).

Mesmo com a postura do bolsista de assumir a atividade, um detalhe interessante e importante, pois ele incluir no processo de construção da aula e do material a equipe RobotStorms, que estava mais avançada que os demais. Essa participação corroborou em um tutorial com a explicação dos principais ícones do *software* de programação usado nas aulas para programar o kit de robótica. Foi um primeiro momento em que alguns alunos saíram de sua equipe/coletivo e estavam se integrando aos professores, ajudando a elaborar e a ministrar a aula.

Já a aula seguinte foi mais expositiva, tendo sido um momento de mostrar algumas montagens de robôs, construídos para serem apresentados inicialmente na “Arte e Matemática”. Essas montagens envolviam um braço mecânico, um lançador de bola denominado “Pitching Machine and Batter³¹” do site nxtprograms.com e um cofre com nome “Combination Lock Box³²”.

Para finalizar esse dia, permitimos aos alunos que conhecessem uma outra possibilidade de trabalho com robótica, o início de uma montagem de um robô vendido em revistas nas bancas de jornais da Planeta Di Agostini³³. Nesse dia de robótica, debatemos também a possibilidade de eles fazerem um robô capaz de percorrer um percurso em forma de triângulo, quadrado, pentágono, entre outras formas. Ao final da aula, deixamos como desafio pensar em uma montagem de um robô livre, apto a percorrer um quadrado e que tivesse nele uma estrutura capaz de colocar uma caneta, pincel ou marcador para marcar o caminho que percorresse.

No dia 24/05/2012, na quinta aula, realizamos um desafio com os alunos, a partir da atividade para casa, em que se deveria construir um robô de livre escolha, podendo usar um modelo do próprio kit do site nxtprogramas.com ou criar um totalmente autoral. Mas havia uma condição, ou seja, o robô deveria percorrer “um quadrado demarcado no chão com fita adesiva branca usando como referência as cerâmicas. A medida do lado do quadrado foi de 90

³¹ Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/pitcher_and_batter/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012

³² Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/lock_box/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012

³³ Disponível em: <<http://www.planetadeagostini.com.br/colecionavel/construa-e-programe-o-seu-robot.html>>. Acesso em: 29 mar. 2012

centímetros” (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012). O desafio era um exercício à capacidade dos alunos em desenvolver uma estratégia de solução e usar o que aprenderam até o momento sobre o kit e sobre a programação. Um teste em que colocamos os alunos provando a si e aos outros suas capacidades.

Esse dia também foi marcado pela atividade de robótica e pela chegada do material para a oficina de xadrez que seria promovida pelos alunos do PIBID de Matemática da escola. O acompanhamento desse momento também permitiu uma inserção na atividade de artes que estava acontecendo no pátio sobre “a produção de logo e logomarca para os projetos da escola (xadrez, robótica e esporte orientação). Durante as observações, notei algumas logomarcas e logos, senti que os alunos tinham certa dificuldade na construção de ideias sobre robótica, pois a representação dela, para eles, era a que tinham a partir da mídia. Dentre os alunos, alguns já estavam fazendo parte das atividades de robótica; desses, acredito que possam sair resultados diferentes, pois tiveram contato com uma representação mais realista da robótica” (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012).

Um detalhe que nos chamou a atenção foi como os alunos se apropriam das tecnologias. Um *tablet* estava sendo utilizado para ver fotos, conectado à internet. No entanto, nesse processo de pesquisa, de busca de referências para construir uma logomarca ou logotipos, também foi utilizado para fazer cópias dos objetos, mais especificamente das peças de xadrez que estavam sendo visualizadas nele. Nesse sentido, colocando a folha sobre o *tablet*, a luz da tela torna a folha mais transparente, facilitando, assim, a cópia, o contorno da figura. Em termos de utilização das tecnologias, os alunos dessa escola têm acesso a aparelhos móveis e conectados à internet e buscando sempre atualização, é um fator interessante para se desenvolver atividades com o uso desses recursos e a integração de smartphones e *tablets* à robótica.

Outro acontecimento desse dia de atividade, de acompanhar a atividade de artes, resultou em outra parceria com essa área, a de construir o projeto “Leonardo da Vinci”:

a possibilidade de construir um trabalho sobre esse pintor, matemático e engenheiro que culminasse em um estande na feira de ciências, podendo fazer uma conexão com o trabalho de robótica com a questão das construções e projetos desenvolvidos por Leonardo. No diálogo com a professora de Artes, ela expõe o interesse de trabalhar outros pintores e Leonardo da Vinci. Ela estava apenas aguardando a história trabalhar Renascimento para conectar suas atividades com outra área de conhecimento, possibilitando, assim, um enriquecimento maior tanto do seu trabalho como do professor de História (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012).

Por fim, no mesmo dia, o coordenador do PIBID na escola, em conversa com um dos alunos e futuro monitor, propôs um desafio:

fazer um robô para limpar a sala sem entrar debaixo das cadeiras. É um desafio, é um problema a ser resolvido, é uma modelagem sendo construída. Propôs um desafio que exige investigação, estudo, planejamento, execução, produção e resultado. Não é uma aplicação simples. A escola cumpre o conteúdo, mas incentiva muito os alunos a participar de competições, busca desafiar as capacidades dos alunos com feiras, com projetos, como do logotipo, esportes, olimpíadas de conhecimento (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012).

Resolver um desafio é um momento de muito diálogo entre cada equipe. Durante todos esses momentos da oficina, as decisões da equipe determinavam o desfecho das atividades. Não significa que alguma singularidade de um determinado sujeito sobressaia. Dialogando, até mesmo discutindo fervorosamente, esses alunos estavam produzindo um resultado da atividade da oficina de robótica.

A última aula envolveu uma atividade livre. Deixamos que os alunos escolhessem, construíssem e programassem uma montagem de livre escolha. Nesse dia, houve equipe que buscou inspiração ou modelos no site [nxtprograms.com](http://www.nxtprograms.com), enquanto uma equipe buscou desenvolver seu próprio robô, com alguns detalhes autorais. Entre as montagens estavam: Santa and Rudolph e uma aranha, mas, ao final da aula, os alunos montaram seus primeiros robôs para uma competição interna de força e equilíbrio.

Além dessas montagens, tivemos outras: um carrinho com uso de sensor ultrassônico e a outra, o sistema de transmissão de um veículo³⁴ (Figura 22), uma réplica que tinha disponível no site [nxtprograms.com](http://www.nxtprograms.com). A partir dessa montagem, pudemos entender, juntamente com o aluno, a importância das dimensões das engrenagens em proporcionar velocidade ao carro.

Figura 22 – Sistema de transmissão



Fonte: Próprio autor.

³⁴ Disponível em: <<http://www.nxtprograms.com/transmission/index.html>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

Assim, a primeira oficina da escola foi com seis aulas que podemos resumir:

- a) 1ª dia: montar e controlar o movimento do robô;
- b) 2ª dia: montar e controlar uma roda-gigante;
- c) 3ª dia: programação básica;
- d) 4ª dia: montagens e um desafio de raciocínio;
- e) 5ª dia: desafio de um quadrado;
- f) 6ª dia: construção livre.

Esse primeiro conjunto de acontecimentos seria muito importante para definir e orientar na construção das outras oficinas. Tanto que em uma reunião dos alunos do PIBID na escola “o professor/coordenador frisou em montar o material para que outros possam dar continuidade, é um princípio de uma rede multiplicadora e ciclo virtuoso, ciclo de saberes e conhecimento” (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012). Esse material foi confeccionado: era uma apostila com cronograma de atividades para iniciantes em robótica educacional, tendo um elenco de atividades que poderiam ser ministradas facilmente.

Essas atividades ofereciam aulas introdutórias, da mesma forma como foi feito no início com os estudantes do ensino médio. Nessa proposta, desenvolver montagens que desafiem suas capacidades e não deixem de trabalhar a programação, os sensores e, conseqüentemente, os demais componentes do kit de robótica. Nessa apostila, teve-se o cuidado de elencar os objetivos de cada atividade, a metodologia, os materiais necessários, a montagem passo a passo e desafios.

Até então, tínhamos uma organização de um coletivo de professores, formado por professor da escola, bolsistas PIBID e integrantes do NUPEME. Esse coletivo interagiu com os alunos, ou equipes de robótica, que eram coletivos em formação. Nesse momento temporal, a oficina estava prestes a ser finalizada, e, considerando a experiência que tivemos em 2010 e publicada em Barbosa (2011), prestes a convidar alguns estudantes para serem monitores de outros.

O que aconteceu nesse momento foi que um novo grupo ou coletivo foi formado: o dos monitores. Mas esses não estavam sozinhos, era um conjunto de pessoas que começava a fazer parte de um coletivo maior, dos professores do projeto. A princípio, o propósito desse coletivo estava sendo construído com o mesmo objetivo dos professores, ou seja, o papel desse grupo era ajudar os novos colegas que estavam iniciando na robótica, orientar na formação de novos coletivos. Além disso, ajudava na escolha das aulas e fazia a “ponte” entre aluno e professor.

Nessa proposta de trabalho com os alunos da robótica, as atividades foram sendo construídas de forma a proporcionar desafios, estimular experiências, buscar criar conexões dessas com outras. Cada aula procurava desafiar suas capacidades de trabalho e estabelecer uma conexão com a Matemática.

O sétimo dia de atividade na escola não foi de descanso para alguns alunos que participaram das atividades da Robótica Fase 1, como descrito anteriormente. Iniciava-se um conjunto de atividades para novos alunos. Como pôde-se perceber, o número de atividades foi enxugado, de forma a ser mais rápido e introduzir um número maior de alunos à robótica. E havia planos de desenvolver atividades Nível 2 para aqueles que já foram iniciados.

Assim, no dia 05/06/2012, iniciavam-se as atividades de robótica, e, para nossa surpresa, esse dia foi marcado inicialmente por uma novidade trazida por um dos sujeitos desta pesquisa, que naquele momento era monitor de robótica.

O monitor disse que havia visto em um vídeo o NXT sendo controlado por um aplicativo desenvolvido para a plataforma Android. Externou que se tivesse um aparelho com sistema operacional Android poderia baixar o aplicativo. Nesse momento, o estagiário do PIBID disponibilizou seu smartphone para testar. Em poucos minutos, encontraram e baixaram o aplicativo (NOTA DE CAMPO DO DIA 05/06/2012).

Fique claro que:

Android é o sistema operacional do Google para dispositivos móveis baseado no Linux. Além disso, a loja virtual Google Play tem aplicativos e jogos tanto gratuitos quanto pagos para os smartphones e tablets com Android. O sistema operacional são programas que gerenciam todas as tarefas de um dispositivo, e nos fornece uma interface visual para que possamos interagir com um sistema eletrônico sem necessariamente saber o que acontece dentro dele (CIDRAL, 2012, p. 1).

Além do sistema operacional, a empresa Google tem uma loja virtual, como Cidral (2012) mencionou, chamada de Google Play³⁵, e nela encontramos o aplicativo NXT Simple Remote³⁶, com capacidade de controlar dois motores ao mesmo tempo, para uso no LEGO Mindstorms NXT via Bluetooth³⁷ e de uso gratuito. Além desse aplicativo, tinha disponível outro também gratuito, chamado NXT Remote Control³⁸, com mais recursos para controlar os três motores de forma independente, também usando Bluetooth.

³⁵ Disponível em: <https://play.google.com/store?hl=pt_BR>. Acesso em: 29 ago. 2014.

³⁶ Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=NXT.Simple>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

³⁷ Bluetooth é um padrão global de comunicação sem fio e de baixo consumo de energia que permite a transmissão de dados entre dispositivos, desde que um esteja próximo do outro (ALECRIM, 2013).

³⁸ Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.jfedor.nxtremotecontrol>>. Acesso

Dessa forma, foram realizadas montagens nesse dia controladas pelos aplicativos do Smartphone. Em termos de aula, mesmo tendo feito uma propaganda e anunciado a abertura de novas vagas para a oficina de robótica, nesse dia compareceram apenas os alunos que se tornaram monitores, praticamente os que estavam fazendo as atividades desde o primeiro dia da oficina. Estávamos em junho, e muitos dos alunos já haviam preenchido suas agendas de atividades extraclases, principalmente atividades relacionadas à formação e preparação para o Programa de Ação Afirmativa de Ingresso no Ensino Superior (PAAES).

No dia 14 de junho, tentamos, pela segunda vez, fazer o planejado, realizar a apresentação da oficina, definir e introduzir a robótica a novos alunos. Nesse dia, tivemos alguns interessados que foram interagindo com os monitores e acabaram realizando algumas montagens livres, conhecendo o kit. O número de alunos presentes não era o esperado, preferimos deixá-los interagindo com o material e monitores.

O dia foi mais lúdico, os robôs eram mais voltados à diversão e exploração do kit, tanto que construíram um robô e nele acoplaram uma câmera filmadora, sem nenhuma atividade ou intencionalidade pré-definida. Com essa decisão, esperava-se que na semana seguinte aparecessem mais alunos e não houvesse a necessidade de explicar tudo novamente. Assim, preferiu-se deixar esse dia com uma ação mais livre e ver se formaria uma turma com mais que três alunos. Enquanto isso, os monitores exploravam mais os kits.

Como já mencionamos anteriormente (ver página 26), podemos considerar os robôs como brinquedos. E, sendo brinquedos/jogos educativos, eles assumem função lúdica: “o brinquedo propicia diversão, prazer e até desprazer, quando escolhido voluntariamente; e função educativa: o brinquedo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo” (KISHIMOTO, 2002, p. 37).

Ao fazermos uma análise de ter deixado a atividade como sendo livre, parecia ruim, mas, “se o jogo, a atividade lúdica ou o brinquedo busca dentro de sala de aula um ambiente de prazer, de livre exploração, de incerteza de resultados, deve ser considerado jogo” (SOARES, 2008, p. 4). Ou seja, a atividade livre era de exploração, cujos resultados eram incertos, cujas regras eram tecidas pelos estudantes à medida que exploravam a construção e a missão que o robô deveria fazer. O lúdico na aprendizagem

podemos dizer que mexe com estruturas cognitivas antes adormecidas. Inicialmente, o lúdico em sala de aula desperta um interesse praticamente perdido em nossas escolas. Insistimos no termo “desperta”, pois o interesse é intrínseco ao ser humano e não pode ser criado — deve ser despertado.

Assim, o primeiro aspecto positivo do lúdico está nesse despertar de características adormecidas nos alunos. Esse interesse, aumentado, propicia motivações diversas de ação em relação aos tópicos e conceitos, o que tem como consequência uma melhoria no aprendizado, considerando-se o fato lúdico de que aprendemos melhor quando gostamos do que estamos a tentar aprender. Como o jogo, o lúdico e tudo mais relacionado a esses termos são características humanas naturais, que nos caracterizam desde as primeiras fases infantis. Fica evidente em alguns aspectos que ensinar pelo lúdico pode trazer resultados satisfatórios a partir do momento que se alia aprendizagem e prazer. É assim na vida. Por que não pode ser assim na escola? (SOARES, 2013, p. 1).

Assim sendo, a situação lúdica na robótica é propícia à aprendizagem e, como menciona Soares (2013), desperta no indivíduo o que antes estava adormecido, ou seja, o interesse. Podemos dizer que estimula a curiosidade e a criatividade. Como exemplo tivemos um robô carregando a câmera filmadora, ninguém o instruiu a fazer, foi explorando que se construiu. Em Barbosa (2011), um grupo de alunos tentou fazer algo semelhante, com materiais livres, usando uma *webcam*, queriam fazer um robô explorador. O que pareceu uma aula perdida foi, para aqueles que compareceram, uma aula lúdica importante.

Já no período da tarde, havia poucos alunos e não ocorreu uma adesão significativa, a ponto de nem criarem grupos no Facebook. Apenas um aluno continuou a frequentar as oficinas, principalmente pelo seu histórico e interesse em robótica.

Em 21 de junho, o público de alunos foi o dobro, e, ao invés de fazermos uma apresentação e repetir a mesma decisão do encontro anterior, começamos as atividades (Figura 23) e demos início à montagem do Castor Bot (Figura 24), de forma a explorar o sensor de toque e ultrassônico. Toda a atividade foi acompanhada e orientada pelos monitores, e nesse momento, em números, quase tivemos a relação de um monitor por aluno.

Figura 23 – Segunda turma de iniciantes da robótica



Fonte: Próprio autor.

Figura 24 – Robô Castor Bot



Fonte: Próprio autor.

Na última semana de junho, no dia 28, a atividade de robótica pela manhã envolveu a montagem de um robô e a utilização do sensor de luz. Nesse dia, o desafio era fazer com que o robô percorresse um circuito aleatório, tanto que foi pintado um circuito (Figura 27) em forma de 8 em uma folha de papel branca.

Figura 25 – Circuito e desafio



Fonte: Próprio autor.

Para nossa surpresa, nesse dia apareceram alguns alunos no período da tarde, dentre eles, alguns do 2º ano do ensino médio, os quais estavam curiosos com o assunto e tinham interesse em participar das atividades. Considerando ser o primeiro dia deles, realizamos a atividade do circuito, mas deixamos os alunos livres também para desenvolverem alguma montagem de interesse deles, e uma dupla realizou um guindaste com uma cesta. Em paralelo à atividade, os monitores não paravam de testar e montar. A montagem (Figura 26) desse dia utilizava sensor de luz e ultrassônico, tendo como objetivo reconhecer um objeto e dizer a sua cor.

Figura 26 – Robô que reconhece objeto e sua cor



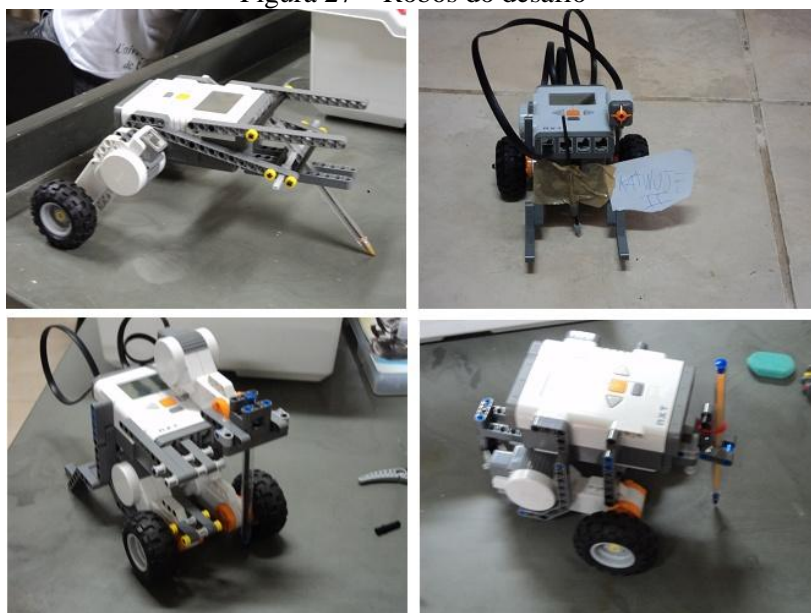
Fonte: Próprio autor.

Em 5 de julho, encerravam-se as atividades de robótica naquele semestre, pois estávamos entrando no período de férias. Nesse dia, a montagem, tanto para os alunos da manhã como da tarde, foi a catapulta, trabalhando mais uma questão lúdica do que conteúdo.

Com o retorno das aulas, no dia 16 de agosto, dois dos monitores foram ao laboratório de robótica e mexeram no kit. Não iniciamos as atividades de robótica, pois estávamos estabelecendo uma estratégia para aumentar o número de alunos. Foram feitos *banners* indicando o local do laboratório de robótica, convites para fazer parte da robótica - colocados bem na entrada da escola - além de *folders* explicando o que era a oficina de robótica.

No dia 23 de agosto, além dos monitores, alguns alunos da segunda turma de iniciantes apareceram, então os desafiamos a construir um robô que completasse um trajeto de um triângulo. Para verificar se o trajeto era realmente um triângulo, cada robô (Figura 27) precisava ter em sua estrutura uma caneta esferográfica. Esse desafio já havia sido proposto no primeiro semestre para casa, mas agora estava sendo feito no laboratório. Assim, não seria uma tarefa para casa que acabaria no esquecimento.

Figura 27 – Robôs do desafio



Fonte: Próprio autor.

Buscando divulgar mais o projeto no segundo semestre, destinou-se no dia 30 de agosto uma apresentação das oficinas a todos os alunos do 1º ano do ensino médio. Foram realizadas divisões dos alunos de forma que conhecessem as oficinas. Em uma turma recebida para apresentação, havia alunos interessados e alguns contra a vontade. Estavam ali praticamente todos obrigados a assistir uma das apresentações do projeto PIBID. Um caso na apresentação de robótica chamou a atenção: dois alunos estavam brincando e sem nenhum interesse no início, até que em um momento um deles despertou, começou a prestar mais atenção e até fez perguntas sobre a oficina.

Foi possível ver o interesse do aluno sendo despertado, aí abre-se uma discussão interessante sobre a obrigatoriedade ou a liberdade de fazer robótica. Agora,

A vantagem de realizar um projeto extracurricular de Robótica Educacional é a garantia de, a princípio, ter todos os alunos participantes interessados, o que nem sempre acontece quando é implementada como atividade curricular, sendo as aulas ministradas de forma indiscriminada a todos os alunos de uma determinada série. Os alunos têm suas preferências no que se refere às disciplinas que estudam e nem todos podem ter a mesma afinidade pela Robótica Educacional, assim como têm níveis diferentes de interesses por outras disciplinas mais tradicionais da grade curricular (ZILLI, 2004, p. 63).

Durante a entrevista com os sujeitos desta pesquisa, procuramos ver em qual momento eles gostariam de desenvolver suas atividades de robótica, em que tipo de situação, em uma disciplina ou no contraturno das aulas regulares. Um dos sujeitos da pesquisa se manifestou a favor da obrigatoriedade e justificou dizendo:

Sujeito 4: porque ajuda o cara a pensar, a raciocinar. Igual às outras matérias. Tem gente que gosta de umas e de outras, mas todas são obrigadas por lei. Pode ajudar no desenvolvimento da pessoa (Entrevista 1).

Já outro sujeito da pesquisa preferia que fosse no extraturno, da forma como fez parte das oficinas. Segue sua justificativa:

Fernando: Ou você preferiria dentro da aula, como se fosse uma disciplina dentro da escola?

Sujeito 2: ...eu preferiria de manhã, a gente chega, fica mais tempo, bem mais tempo, a outra é só 15 minutos, é 15 minutos mesmo?

Fernando: 1 hora, não é?

Sujeito 2: É.

Outro sujeito da pesquisa já se manifestou a favor de ser incluído no currículo e justifica da seguinte forma:

Sujeito 3: porque estaria em nosso currículo. Mesmo a gente recebendo certificado sendo uma coisa à parte seria legal também colocar em nosso histórico.

Sua justificativa também está associada a um exemplo em família:

Sujeito 3: eu acho, eu tenho um primo que trabalha com Engenharia Elétrica e [...] mora em São Paulo. Ele disse que o filho dele quando tiver idade vai estudar no SESC porque lá tem essa matéria incluída na carga horária.

E o último sujeito da pesquisa já manifesta sua opinião quanto às duas formas, mas defende que seria muito importante nas aulas, no horário regular.

Sujeito 1: para mim, fora da aula foi muito bom, mas acho que dentro da aula seria uma experiência que nenhum aluno poderia ter, porque aí o aluno ia ver [e pensar]: “nossa, eu vou posso usar isso no meu dia a dia, usar aquilo ali para facilitar meu dia” e tal. Eu acho que usar a robótica na aula é uma metodologia incrível, algo diferente, e o aluno vai perceber que aquela matéria é importante para ele. Mas fora, no extraturno, assim, a única coisa que achei ruim, fora da aula, que era apenas um dia, muito pouco tempo para a gente ter acesso aos robôs. A gente ficava naquela que já estava chegando para poder mexer um pouquinho nos robôs, mexer na robótica.

Mesmo que não trabalhemos a robótica educacional como uma disciplina, existe uma posição de que seria importante em termos de conhecimento para os alunos fazerem robótica de forma obrigatória, contrariando o ponto de vista de Zilli (2004), que sugere que o melhor é desenvolver no extracurricular. Em razão de ter obrigado todos os alunos do 1º ano a assistir a uma apresentação do projeto PIBID, vimos em uma situação que confere com a primeira argumentação de um sujeito da pesquisa durante a entrevista, de que “tem muita gente que não sabe o que é”, desconhece.

Tanto a proposta de uma disciplina de robótica educacional como extracurricular são válidas. Quando submetemos um estudante a uma atividade da qual desconhece o teor, por isso não demonstra, pode ser válido e despertar nele a vontade de conhecer mais. Soares (2013), ao falar da questão lúdica, menciona esse despertar no jovem ao trabalhar com brinquedos, e o robô é um brinquedo. Experimentar é importante, pois pode definir se aquilo é algo interessante em sua vida ou algo que não merece investimento. Se o jovem sente dúvidas no seu projeto de vida, é vivendo certas experiências que acaba se encontrando, reconhecendo seus reais objetivos na vida.

Cada instituição deve pensar e determinar a objetividade de se ter robótica educacional em seu currículo. Na instituição existem outras variáveis que só a escola sabe para decidir a pertinência e a urgência. Deixar apenas quem quer também é uma forma excludente. Obrigar

a todos, precisa de cuidados na forma metodológica, avaliativa, para evitar que, ao invés de aproximar, a tecnologia afaste o sujeito dela. Nesse sentido, esse assunto precisa de mais pesquisa e reflexão.

Enfim, retomando a trajetória da pesquisa, no dia 13 de setembro de 2012 desenvolvemos uma atividade com novos alunos e podemos considerar que foi a terceira turma a iniciar as atividades de robótica. Seguimos a proposta de atividades, começamos com uma montagem e exploração de sensor. No dia 20, realizamos uma oficina e contamos com a presença dos monitores e de alguns alunos que fizeram parte da segunda turma de iniciantes. Nesse dia merece destaque mais uma das invenções do monitor utilizando o kit, dessa vez uma versão mais aprimorada de um robô que reconhece os objetos, a sua cor e que agora captura o objeto.

E, no dia 4 de outubro, a atividade de robótica objetivava desenvolver um robô que desviaria de qualquer obstáculo, usando o sensor ultrassônico. E como segunda tarefa para esse dia, sem sensor, realizaria o percurso de contornar a mesa e voltaria ao ponto de origem. Enquanto os meninos desenvolviam a atividade, o monitor estava trabalhando em um protótipo de robô capaz de resolver o desafio proposto pelo professor/coordenador do PIBID na escola, um robô que limpasse a sala (Figura 28).

Figura 28 – Robô catador de lixo



Fonte: Próprio autor.

Em virtude disso, na semana seguinte a escola estaria fechada, era um recesso e também o dia de Nossa Senhora Aparecida. Assim, nos dias 9, 11 e 12 de outubro, reunimo-nos com alguns dos monitores para um projeto intensivo.

O projeto intensivo visava resolver o desafio de projetar um robô que limpasse a sala. Como forma de resolver o problema, iniciamos pela lógica de ação desse robô dentro de uma sala. Logo percebemos algumas dificuldades, como a presença das cadeiras e carteiras. Questões começaram a surgir:

- a) O robô ignoraria as fileiras de carteiras e cadeiras?
- b) De onde o robô iria sair?
- c) E se a sala estivesse desorganizada?

Esses problemas tornavam mais complexo resolver esse desafio. Alguns vídeos de robô que aspirava o pó e fazia deslocamento em ambientes com obstáculos foram assistidos durante esses dias. A princípio, encontramos uma estratégia de resolução, pensando em uma sala sem nenhum obstáculo, ou seja, começamos a resolver o problema nessa situação.

O objetivo estava em construir um robô o mais autônomo possível, capaz de medir a sala e estabelecer o número de voltas necessárias para completar toda a sala e voltar para o seu local de origem. O caminho percorrido seria sempre paralelo ao caminho anterior, até que todo o ambiente fosse varrido. Uma das formas de identificar o tamanho do ambiente foi utilizando o sensor ultrassônico.

Esse momento de usar o sensor foi de grande aprendizagem, tendo sido um estudo de um único elemento do kit: conhecer a distância máxima e o funcionamento desse sensor, necessitando de uma pesquisa para perceber que o sensor não é tão preciso quanto imaginávamos. Seu funcionamento realmente é por emissão de ondas, e essas, por sua vez, se propagam como um cone a partir do sensor, podendo detectar objetos em certos pontos lateralmente ao sensor.

Além dessa investigação do sensor, um outro problema apareceu no processo de resolver o desafio: como controlar com precisão a rotação do robô? Foi dado início à resolução, utilizando a circunferência da roda do robô, e todo esse debate nesse dia contou com a presença especial de três pesquisadores integrantes do NUPEME: os professores Bruno Queiroz, Douglas Carvalho e Mário Alexandre. A presença dessas pessoas contribuiu e muito para formular a solução do desafio de limpar uma sala, mas também ajudou a compreender um pouco mais sobre o funcionamento dos sensores, dando início ao estudo da rotação de um robô.

Esses dias ficaram devendo apenas como fazer a rotação do robô. Uma solução pensada e testada no dia 18 foi a utilização de um sensor bússola, o único que tínhamos. No entanto, testes com o sensor não apresentaram precisão, tanto que montamos uma estrutura em que o sensor ficava elevado (Figura 31) e longe do bloco nxt, pois suspeitamos que o campo magnético da bateria estava interferindo no funcionamento do sensor. Infelizmente, não tivemos condições de provar essa hipótese.

Figura 29 – Testando sensor bússola



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Para esses dias de trabalho, um grupo no Facebook foi criado e chamado de “Desafiadores da robótica”, servindo para trocar informações e ideias, principalmente no que se refere ao funcionamento dos sensores.

Além das atividades realizadas dentro da escola, alguns alunos do projeto foram convidados juntamente com os alunos do PIBID de Matemática a fazer parte de um evento científico na universidade. Assim, em 23 e 24 de outubro acontecia na Universidade Federal de Uberlândia a XII Semana de Matemática e, nesses dias, os alunos do PIBID de Matemática eram convidados a apresentar o que desenvolviam no projeto. E o tema escolhido para apresentar foram as invenções de Leonardo da Vinci. Todos os bolsistas do PIBID que estavam trabalhando com robótica e artes realizaram um estudo das seguintes criações:

- a) a ponte giratória
- b) o carro blindado
- c) catapulta
- d) a máquina voadora

Todas essas criações foram explicadas e resumidas em *banners* (Anexo F), nos quais se teve a preocupação em buscar a relação de suas criações com a Matemática. Para compor a sala de apresentação, foram adquiridas réplicas de algumas de suas invenções (Figura 30).

Figura 30 – Maquetes da ponte giratória e de um guindaste criadas por Leonardo da Vinci



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Nessa apresentação, os bolsistas tiveram o cuidado de fazer a relação com a robótica, expondo o projeto de robótica desenvolvido no PIBID de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Santa Mônica. O público que assistiu à apresentação era composto por professores, graduandos e alunos do ensino fundamental. Em um momento da apresentação, foi aberto um espaço para que alguns alunos e monitores de robótica da escola pesquisada pudessem falar de sua vivências com robótica e das montagens que já desenvolveram (Figura 31).

Figura 31 – Jovens ensinando



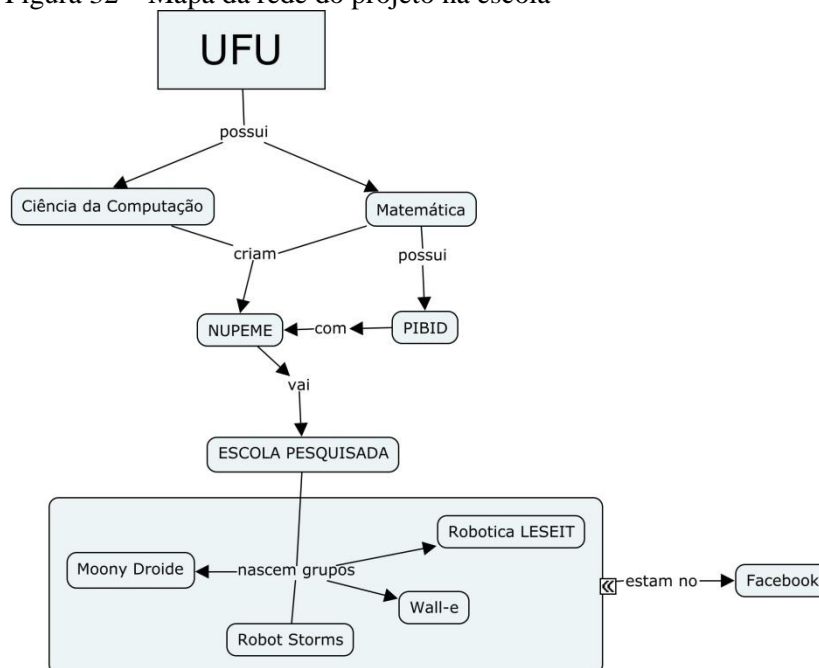
Fonte: Próprio autor.

Tínhamos, então, graduandos juntamente com alunos do ensino médio compartilhando o mesmo espaço de apresentação, cada qual dando a sua contribuição. Aqueles jovens que aceitaram o convite junto com seu professor para participar do evento, estavam ali participando de seu primeiro congresso científico.

Até então, percebemos que nessa organização e trajetória histórica do projeto, os alunos começaram a formar seus coletivos, suas equipes para a oficina de robótica. No entanto, a construção do projeto fez com que os alunos reorganizassem sua posição. Essa reorganização foi uma interferência dos professores, ou seja, surgiu um coletivo de monitores, que foi integrado ao de professores. No decorrer das atividades, alguns desses monitores acabaram se envolvendo em outras atividades, como a participação em evento científico da graduação em Matemática. Em diversos momentos, os alunos estiveram envolvidos em atividades que foram orientadas pelo coletivo responsável pela robótica na escola.

No fim dessa fase, temos a seguinte configuração do mapa (Figura 32), que, ao se constituir o projeto na escola, foi formando-se grupos. Alguns desses acabaram se constituindo também nas redes sociais.

Figura 32 – Mapa da rede do projeto na escola



Fonte: Próprio autor.

A escolha desse espaço virtual tem relação com a cultura digital dos jovens.

essa cultura não se limita apenas ao uso de novos equipamentos e produtos. Implica processos de experiências, de vivências, de produção, de socialização, e, portanto, adquire um perfil cada vez mais multidimensional e não linear. No contexto da cultura digital, potencialmente, todos podem comunicar, produzir, criar, publicar, comercializar, consumir e participar. E inventar, partilhar, construir, comunicar implica, fundamentalmente, imersão curiosa do interagente no cenário das redes tecnológicas que estão presentes no nosso cotidiano. Implica ainda a percepção dos novos desafios que se colocam aos sujeitos sociais, às instituições e aos governos para darem conta das incertezas, inquietações, dúvidas e questionamentos que emergem deste contexto em constante mutação. É neste sentido que, hoje, a maior parte das reflexões acerca da formação dos sujeitos gravita em torno das análises e das mudanças trazidas pela cultura digital, no que diz respeito à constituição das pessoas, à convivência entre elas e à criação coletiva de saberes diversos (SOUZA; BONILLA, 2014, p. 25).

Essa cultura dos jovens com uso de tecnologias digitais nas atividades de robótica estabelecem relações de interação dos sujeitos envolvidos nas atividades, ou seja, estudantes e professores. As redes sociais estavam formando espaços de socialização e comunicação entre as equipes e seus sujeitos. Como bem disseram Mello e Teixeira (2012, p.7), “no ciberespaço pressupõem a formação de conexões, os usuários se aproximam conforme os interesses em comum, semelhante ao processo que acontece no mundo real”.

Burnham (2010) em seu artigo sobre tecnologias da informação e educação a distância, escreve duas premissas acerca da interatividade, que corroboram muito sobre a importância das redes sociais no processo comunicação e aprendizagem, ou seja, ela fala que

“a internet potencializa uma rede de conexões e inter-relações entre pessoas, disponibilizando um cenário de signos e linguagens, que possibilita a produção e a socialização de conhecimentos e de que o avanço das tecnologias de comunicação interativas e os novos modelos comunicacionais contribuem no surgimento de novas práticas educativas baseadas na web” (BURNHAM, 2010, p.18-19).

O que a autora acima menciona, justifica o que observamos ao iniciar na escola e dar continuidade nos outros acontecimentos da pesquisa. Vimos os jovens organizar-se e desenvolver seus grupos na rede social Facebook. Desde, então, outros grupos começaram gradativamente a surgir e incorporar mais pessoas de acordo com as necessidades. Vejamos como se segue o movimento dos sujeitos no trabalho coletivo com robótica e na internet.

4.1.3 Envolvimento no Torneio de Robótica da FIRST LEGO League (FLL)

Apesar desses inúmeros acontecimentos que os alunos e alguns sujeitos desta pesquisa estavam vivenciando, novos acontecimentos iriam mudar o rumo de todas as atividades e ações do projeto de robótica na escola. No dia 27 de outubro, fui juiz de um torneio interno de robótica de um colégio particular de Uberlândia. Esse torneio era uma preliminar para um regional. Foi nosso primeiro contato com um tipo de torneio de robótica que englobava avaliação de um projeto de pesquisa, comportamento da equipe e competição de robôs.

Graças a esse acontecimento, tivemos acesso a uma informação que mudaria o rumo da robótica na escola pesquisada. Descobrimos nesse torneio que podíamos inscrever uma equipe para participar do torneio regional. Na semana seguinte, após conversar com o professor coordenador do PIBID na escola e com os alunos, decidimos, então, montar uma equipe para o torneio, interrompendo todas as atividades de robótica. Fechava-se um ciclo de 32 dias de trabalho com robótica na escola, começando uma contagem regressiva para o Torneio de Robótica da FIRST LEGO League (FLL), que aconteceria nos dias 15 e 16 de novembro, na cidade de Uberlândia. Tínhamos pouco mais que um mês para nos preparar, sendo que as outras equipes já estavam se preparando há alguns meses.

Antes mesmo de fazer a inscrição, era necessário entender a dinâmica do torneio de robótica que estávamos pensando em entrar. Somente assim podíamos buscar interessados e compor a equipe para fazer parte desse acontecimento. Após estudarmos as regras, iniciamos

a composição da equipe convidando os que mais estavam envolvidos, nesse caso, os monitores. Dessa forma, selecionamos cinco alunos – uma sexta pessoa não teve interesse de participar oficialmente, mas esteve presente em todos os momentos e durante o torneio. Assim, a equipe em formação tinha praticamente seis integrantes, sendo que cinco seriam inscritos oficialmente no torneio. Restavam, então, cinco vagas, além do mentor e do técnico. O mentor foi o professor da escola pesquisada e o técnico foi um dos monitores. Porém, como ele tinha idade acima do permitido para participar como membro da equipe, assumiu a função de técnico. Ironicamente, ele era o mais velho e com maior experiência em robótica, pois sua primeira experiência em robótica foi no 6º ano do ensino fundamental.

Os trabalhos para o torneio só estavam começando. Desde o dia 29 de outubro, quando foi decidido com os alunos que íamos participar da competição, já se iniciava um preparativo intenso que daria 23 dias de encontros presenciais até o dia do evento (14 e 15 de dezembro de 2012). Esses dias incluíram manhãs de sábado. Para apoiar essa equipe, havia outro time de pessoas que foram fundamentais nesse processo todo:

- a) uma professora de Matemática, responsável pelos cinco membros da equipe que eram do ensino fundamental;
- b) um professor de Matemática da escola pesquisada;
- c) um graduando em Mecatrônica e colaborador desde 2009;
- d) três graduandos em Matemática e bolsista do PIBID;
- e) três mestrandos em Educação;
- f) um aluno do ensino fundamental;
- g) um doutor em Matemática e coordenador do PIBID;
- h) um doutor em Engenharia Elétrica e professor na Ciência da Computação na UFU;
- i) dois doutorandos em Educação;
- j) os pais e amigos dos competidores.

Formada a equipe de competição e de apoio, podemos dizer que em termos de subsídio e apoio, a equipe competidora estava bem assessorada, não significaria que tantas mentes seriam a garantia da vitória, mas é uma forma de mostrar aos alunos que naquela caminhada eles não estavam sozinhos, teriam a quem procurar e pedir ajuda. O torneio era uma experiência nova para todos, mas cada um compartilharia o que sabia para orientar os alunos no que precisassem. Sabíamos que o funcionamento do torneio era:

- a) treinar em equipe, com a ajuda de um mentor;
- b) criar e programar um robô para que executasse, no dia do torneio, missões preestabelecidas em três rounds de 2,5 minutos cada;

- c) analisar, investigar e inventar uma solução inovadora a partir de um desafio preestabelecido;
- d) apresentar a solução de forma criativa e consistente para a banca de juízes no dia do torneio (FAZENDO, 2012).

A partir de um tema geral, as equipes participantes teriam de desenvolver um projeto de pesquisa e apresentar uma solução para algum problema relacionado ao tema. Além disso, as equipes iriam participar de uma competição de robô, na qual era necessário montar um robô e programá-lo para resolver desafios já estabelecidos pelo evento. Esse mesmo produto era avaliado junto com sua programação por uma comissão. E, como último produto a ser apresentado no evento, temos a própria equipe, seu comportamento no evento e fora, ou seja, sua capacidade de ser uma equipe e forma de se relacionar com as outras pessoas e estar em sintonia com os princípios do evento. Esses são os elementos principais para o evento, mas outros produtos secundários são produzidos.

A equipe até então estava formada por: um mentor (professor), um técnico (aluno e monitor da robótica), cinco integrantes e uma colaboradora. Com exceção do mentor, das sete pessoas que estava fazendo parte da equipe, quatro vieram a ser os sujeitos desta pesquisa. Restavam ainda cinco vagas na equipe, e essas por sua vez foram ocupadas por alunos do ensino fundamental de outra escola que também desenvolvia atividades de robótica com bolsistas do PIBID de Matemática da UFU. Acreditávamos ser uma oportunidade de compartilhamento de saberes. Assim, foi feito o convite para que outros cinco alunos de outra escola integrassem a equipe e pudessem aprender com outros alunos com maior vivência, saber e experiência.

Formada a equipe, antes de fazer a inscrição no torneio era preciso dar um nome, e, mesmo tendo integrantes das equipes Wall-e, MoonyDroide e RobotStorms, a decisão foi tranquila. O nome da equipe foi RobotStorms em razão do seu significado forte, ou seja, “Tempestades robô”, tendo conquistado os alunos. Com o nome e a equipe formada, o tempo era precioso. Assim, era preciso fazer a inscrição no torneio o quanto antes. No dia 29, após ter confirmado com os alunos o interesse em participar, começamos o processo de inscrição e aquisição de materiais.

No dia 1º de novembro, foi criado o grupo no Facebook “TORNEIO FLL: RobotStorms”, de forma a integrar os membros, discutir o tema do torneio, a construção do projeto de pesquisa, do robô, da resolução dos desafios do tapete, de vídeos sobre outros torneios, além de compartilhar informações sobre outras equipes, decidir coletivamente a

logomarca, fomentar ideias e discutir a construção do blog e das visitas a espaços externos que tinham relação com o tema “SeniorSolutions”.

Nesse processo, o Facebook estava sendo um aliado, principalmente pelo tempo curto que tínhamos. Com a internet, todos podiam estar conectados em qualquer lugar e a qualquer momento, podendo comunicar-se, enviar ideias, dar avisos, entre outras funções, mas principalmente crescer juntos na construção dos produtos necessários e avaliados pelo torneio: robô, competição no tapete, projeto de pesquisa e equipe.

Além disso, tínhamos a montagem da mesa de competição. Na teoria, ela utilizava cavaletes para colocá-la, e, como o laboratório 1 era muito pequeno para comportá-la, utilizamos o laboratório 2 para montar a estrutura. Aproveitamos uma bancada central de mármore e posicionamos a mesa, além de nivelarmos a mesa com o auxílio de algumas caixinhas de CD-ROM. Para nivelar, usamos um aplicativo de celular³⁹, um nível digital que faz uso do giroscópio presente no celular. No site da PlayStore, existem diferentes aplicativos gratuitos com a mesma funcionalidade.

O tapete de competição chegou no dia 3 de novembro, e no dia 6 iniciávamos a montagem (Figura 33), tendo sido realizado um esforço coletivo, a fim de que a equipe conhecesse cada desafio.

Figura 33 – Montagem do tapete de competição



Fonte: Próprio autor.

No dia 8, foi finalizada a montagem do tapete e o seu posicionamento sobre a mesa. Cada peça e desafio estavam nos seus devidos locais para compreensão da dimensão dos problemas que deveriam ser solucionados.

O projeto de pesquisa demorou um pouco a ser iniciado, e a razão estava principalmente no encanto que o desafio do tapete de competição exerceu sobre os alunos. Mas a participação do torneio exige a produção de um projeto de pesquisa. Não adianta desenvolver um robô para competição sem ter os outros elementos prontos. O projeto de

³⁹ Disponível em: <<https://play.google.com/store/search?q=nivelador&hl=pt-BR>>. Acesso em: 05 nov.2012.

pesquisa, cuja temática era soluções para idosos tinha toda uma documentação de orientação. Uma explicava o processo, que instruíra:

- Encontrar um parceiro idoso
- Identificar e aprender sobre um problema enfrentado pelos idosos
- Criar uma solução inovadora para o problema que você identificou
- Compartilhar seu problema e solução com os outros (FAZENDO, 2012, p. 2).

As instruções contextualizavam no manual a realidade dos idosos, expunham de forma clara e utilizando exemplos dessa fase da vida, como por exemplo: os reflexos não são os mesmos de quando eram jovens, exigem uma atenção maior, um cuidado muitas vezes não recebido ou dado. Mas o principal dessa tarefa, sempre frisada no manual para ser desenvolvida em equipe, é que a equipe fosse inserida nessa realidade de corpo e alma, tanto que é necessário encontrar um parceiro idoso. É um momento em que os alunos são obrigados a sentar e conversar com um ou vários idosos, realizar uma entrevista, ouvir suas histórias, suas angústias, suas dificuldades, e nesse diálogo encontrar um problema que o idoso esteja enfrentando e apresentar uma solução. Só então, com a solução pronta, devem divulgar de forma ampla para todos, para as outras equipes, para a sociedade.

Os problemas possíveis eram discutidos e pensamos pela equipe a partir de ideias individuais, oriundas das suas experiências com parentes que se encontram nessa fase da vida. Apesar dessas ideias, havia algumas frustrações, tanto que para fundamentar e atender às metas do torneio foi organizada uma visita a um abrigo para idosos.

Nesse sentido, no dia 1º de dezembro, agendamos uma visita a um abrigo para idosos da cidade de Uberlândia. Antecipadamente, avisamos aos integrantes do grupo para levar algumas doações como leite, produtos de limpeza, dentre outros. Nesse primeiro dia de visitas, os integrantes da equipe conheceram a estrutura física do espaço e alguns idosos que se dispuseram a conversar. Após a visita, os alunos - fora das dependências do abrigo - apontaram que uma de suas entrevistadas estava naquele local porque a família não tinha condições de cuidar dela e que a única coisa que ela fazia era ler a Bíblia e ficar olhando a rua. Tocar instrumentos musicais não era permitido e ela sentia muita falta de tocar sua sanfona.

Os profissionais eram pessoas treinadas para atender às necessidades dos abrigados, pois, conforme foi nos relatado e pudemos observar, existem pessoas acamadas, idosos com Alzheimer, que exigem um corpo de profissionais atentos, pacientes e bem treinados para as diferentes necessidades. Essa visita permitiu à equipe perceber que a necessidade ali era uma

questão de diversão, atividade física, ocupacional. Assim, foi possível estabelecer um problema e uma solução no que se refere ao projeto de pesquisa.

Para os desafios do robô, a cada encontro a equipe buscava construir e programar o protótipo para o dia do evento. Esse encontro se dava quase diariamente e alguns foram aos sábados. Além do projeto de pesquisa, robô e resolução dos desafios, houve outros produtos construídos, como a logomarca da equipe. A nova formação da equipe RobotStorms também gerou uma nova logomarca. Por volta do dia 27 de novembro, começamos a discussão sobre ela, e no dia 30 começavam a surgir as primeiras logomarcas, começava uma resignificação da logomarca criada no início de 2012. Uma sugestão foi a seguinte (Figura 34): tinha a presença de um raio em razão do significado tempestade, mas também por influência da equipe MoonyDroide, que usou um raio em seu logotipo.

Figura 34 – Logomarca RobotStorms para o torneio



Fonte: Próprio autor.

A ideia foi sendo modificada ao longo do período de preparo para o torneio. Uma versão com nova fonte foi sugerida (Figura 35), mas a tonalidade ainda estava muito carregada.

Figura 35 – Logomarca RobotStorms2 para o torneio



Fonte: Próprio autor.

Ao final, a equipe optou por ter uma logomarca mais limpa, até mesmo para facilitar na impressão de camisetas ou outros materiais. Assim, para o torneio da FLL a RobotStorms foi com a seguinte logomarca (Figura 36).

Figura 36 – Logomarca RobotStorms final para o torneio FLL



Fonte: Próprio autor.

Essa logomarca acompanharia todos os materiais produzidos para o torneio. Na camiseta (Anexo N), há também o escudo da equipe com as letras “R” e “S”. Conforme mencionado anteriormente, o raio veio de sugestão de membros de uma equipe, o nome pelo seu aspecto forte, em resumo, a escolha desses detalhes foi um diálogo entre as singularidades de cada integrante da equipe, chegando a um consenso. Essa logomarca é uma expressão de que eles estavam envolvidos em um trabalho coletivo. Da mesma forma se deu a constituição do projeto de pesquisa e as estratégias da resolução do tapete de competição do robô.

Apesar de o evento começar oficialmente no dia 15, no dia 14 já estava aberto para as equipes montarem seus estandes, um outro subproduto, um espaço para a equipe se reunir, mas principalmente expor e vender a ideia de seu projeto, além de compartilhar com o público seu trabalho e suas ideias. Para a construção dos estandes, foi destinada uma quadra poliesportiva.

O estande da equipe RobotStorms foi todo decorado com material não tecido e desenhos de raios feitos em cartolinas coloridas. Além disso, foram expostos todos os jogos utilizados e aplicados no abrigo de idosos. Também havia os *banners* que explicavam a ideia do projeto de pesquisa. Em virtude da presença de jogos no estande, a equipe recebeu muitas visitas de curiosos e pessoas interessadas em jogar, e acabou tornando-se um espaço de confraternização entre as equipes em volta do xadrez (Figura 37).

Figura 37 – Estande da RobotStorms



Fonte: Próprio autor.

Foram dias corridos, de muita dedicação e transformação, uma verdadeira experiência do que pode ser a vida adulta e mundo dos negócios, um mundo de produção, um mundo de competição, com a capacidade de trabalhar nas múltiplas situações de pressão. Durante o torneio, existiam atividades coletivas entre as equipes e as individuais, tudo cronometrado e organizado para que cada equipe se apresentasse. A avaliação eram salas com juízes voluntários com formação ou em formação na área em que estavam avaliando.

Essa fase podemos considerar o momento de maior consolidação de um coletivo de alunos. Como já mencionamos, os professores eram nesse processo, o coletivo de professores do projeto, eram apoio, subsídio a equipe. Estavam presentes para orientar e ajudar nas necessidades deles e, principalmente, mediar os conflitos de equipe para que se mantivessem unidos e buscassem sempre um consenso. A equipe RobotStorms era um coletivo. Sua solidez ainda não era possível de ser mensurada, mas, durante pouco mais de um mês, aqueles estudantes de diferentes equipes, que foram monitores, estavam enfrentando o maior desafio de suas relações humanas: trabalhar em equipe em prol de um objetivo comum. Os integrantes da equipe estavam independentes, tomando as decisões e os caminhos que julgavam pertinentes, pois sabiam que eram eles que seriam avaliados e precisavam mostrar que os resultados eram autênticos deles.

O Sujeito 1, em três momentos da mesma entrevista sobre o que aprendeu e sobre o torneio, trouxe um mesmo argumento importante:

Sujeito 1: é, responsabilidades, como tratar as outras pessoas, como trabalhar em grupo, porque a robótica, **se você não sabe trabalhar em grupo, não vai para frente.**

Sujeito 1: diversão, experiência e saber trabalhar em tempos que mesmo a gente tenha, porque a gente teve a notícia, que a gente viu que o robô não funcionou direito, no primeiro dia a gente saiu de lá [dizendo] “ah não, não quero mais voltar para robótica amanhã, porque todo o trabalho de um mês foi para o ralo”. Mas só a pesquisa que continuou, mas no outro dia a gente sentou, colocou o tapete no lugar mais separado, assim, e começou a trabalhar. Mesmo que aconteça uma coisa muito ruim com você, você pode recuperar; é só você querer e ter atitude e iniciativa. Para mim, robótica é feita de iniciativa. Ponto de vista bom é isso, iniciativa, aprender, que nunca assim, a gente pode ganhar, **saber respeitar a outra equipe, trabalhar em grupo, discutir opiniões** e apresentação de trabalhos como se deve comportar, como é o melhor jeito de falar, de agir, de pensar de tudo para mim.

Sujeito 1: **aprendi a respeitar a opinião das outras pessoas**, que eu não fazia isso, tipo, se não era do jeito que eu opinava, eu pensava: “aquela opinião do cara está ruim gente”, aí com a robótica assim, com trabalho em grupo eu **comecei a perceber mesmo que fosse um trabalho em grupo.**

Para mim, trabalho em grupo é o seguinte: não é você sentar assim numa mesa e discutir, vê qual que é a melhor ideia e pega, não, pega a melhor ideia e põe ela em discussão para melhorar ela ainda mais. **Porque se pega uma ideia de uma pessoa, aí não é trabalho em grupo, só melhora a ideia.** Quando é trabalho em grupo, a gente pega a melhor ideia e discute para ficar uma ideia melhor ainda, porque tem elementos de todas as pessoas do grupo, porque participa.

Em todos os momentos das falas do Sujeito 1, ele menciona a questão do trabalho em grupo, a importância de respeitar a opinião, de conversar, de discutir, de se chegar a uma opinião final, fruto do pensamento comum, coletivo. Para ele, isso foi marcante. Vejamos para o Sujeito 2.

Fernando: Você acha que houve ponto negativo no torneio?

Sujeito 2: Muita briga.

Fernando: Como assim?

Sujeito 2: Muita briga entre o grupo.

Fernando: Entre os colegas?

Sujeito 2: Entre o povo, muita briga mesmo. O povo também não se organizava, na hora de falar: cada um queria falar de uma coisa diferente, era muita bagunça.

Fernando: Qual a foi a sua participação no trabalho em grupo na sua opinião?

Sujeito 2: Minha participação? Eu não participei muito na montagem do robô, eu participei mais na pesquisa, na criação das camisetas...

Temos nesse sujeito uma expressão da dificuldade de como é trabalhar em equipe. Para a equipe ou grupo são vistos da mesma forma. Os conflitos são uma expressão do trabalho coletivo, sendo esse “um espaço no qual os saberes públicos e privados são elaborados, confrontados, e, muitas vezes, ampliados” (SOUZA JÚNIOR, 2000, p. 167). Nesse coletivo em formação e consolidação, alguns integrantes eram de outra escola, e, segundo o Sujeito 4, isso foi um agravante para a união da equipe.

Fernando: O que você acha que aprendeu com o torneio?

Sujeito 4: Ah. Eu aprendi, uma das coisas, foi que o trabalho em equipe é fundamental, porque lá eles não olhavam só o tapete, quando o robô tava funcionando. Eles olhavam o trabalho em equipe. Inclusive, foi um dos pontos que a gente perdeu, que a gente... a equipe não era muito unida. Tinha metade de uma escola e metade da outra e quase a gente não se encontrava. E eu aprendi que, da próxima vez, tem que ter mais interação dentro do grupo.

Em parte, entendemos sua argumentação, mas coletivo é isso: são pessoas diferentes aprendendo a trabalhar juntas. Todos eles entenderam que aquela formação era para que os mais velhos pudessem ensinar e estimular os mais novos a seguirem o caminho. O que precisamos entender é que o

[...] o significado de que coletivo não corresponde ao indivíduo e nem ao grupo e, sim, a uma síntese entre indivíduo e grupo, ou seja, o termo retrata uma terceira situação, que nem se restringe ao indivíduo, mesmo que parta dele, e nem a uma simples soma de sujeitos, embora também a pressuponha. Enfim, o substantivo coletivo designa, ou melhor, abre espaço para pensarmos numa condição complexa que é simultaneamente individual e coletiva, sem, entretanto, restringir-se a uma ou outra dessas condições [...] um coletivo tem a ver com objetivos comuns, o que não é natural no grupo, pelo contrário, tem que ser articulado e construído, é resultado de um trabalho que busca algo comum, feito em sociedade, fruto de combinação (MUNIZ, 2006, p. 52).

Participar desse evento foi o princípio de uma identidade de trabalho coletivo. Como menciona o Sujeito 1: “se você não sabe trabalhar em grupo, não vai para frente”. Entendemos que se nas singularidades dos sujeitos não se desenvolver pensamentos coletivos, consensuais, dificulta as relações humanas, pois esse tipo de relação é importante em todo lugar. O trabalho individual existe, mesmo nas relações de trabalho coletivo. A execução de uma decisão coletiva é resultado de ações individuais dos sujeitos.

O envolvimento dos sujeitos da pesquisa nessa fase de acontecimentos passou de um momento de assumir responsabilidades e liderança nas decisões acerca dos passos a serem tomados pela equipe. Os professores e a equipe de apoio se envolveram de modo a orientar, quando necessário, auxiliando em questões burocráticas e de necessidades da equipe, como fazer uma visita a um local fora da escola, alimentação e deslocamento da equipe. A equipe RobotStorms estava nesse evento formando-se enquanto coletivo. Era uma equipe, competidores de um torneio de robótica que construíam gradativamente sua identidade. Quando foram convidados a formar uma equipe e participar de um torneio, em seu íntimo, tiveram esses pensamentos, descritos por eles mesmos em uma entrevista:

Sujeito 1: cara, eu não acreditei não nos primeiros momentos, mas depois foi caindo a ficha, mas foi uma notícia ótima. Uma reação minha foi a de tentar me dedicar muito mais, não deu muito tempo, e também a gente dedicou bastante no robô. Podia ter dedicado mais, porém a gente não tinha muito conhecimento assim comparado a hoje que a gente tem, porque lá [na Escola Pesquisada] era só a gente. Ah, quer saber alguma coisa? Vai na internet e pesquisa. Quer melhorar seu nível? Vai na internet e pesquisa. Não tinha. Agora a gente tem uma fonte melhor para recorrer, a gente saía meio no improviso, saía no cálculo, tipo assim... tipo, ah foi meio que, foi bom a notícia. A robótica a gente ganha experiência, depois de ver, ah, que seja comece em baixo a gente pode chegar um dia lá em cima, porque acho que participar assim de um campeonato... foi o primeiro ano que a gente estava na robótica foi muito difícil, porque a gente não tinha um conhecimento muito grande e não tinha, e quando a gente tinha muitas dúvidas, a gente não tinha alguém para recorrer, a gente estava com uma dúvida em tal, em nisso

daqui como a gente pode resolver, a gente sempre que tinha que recorrer sempre na internet e, muitas vezes, assim, a internet não era algo fácil de remontar, transcrever o que estava na internet, trazer para a robótica, comparar. Mas a experiência que a gente ganhou, o campeonato, participação, para mim não teve nenhum jeito de falar o tanto que ganhou de experiência, sim.

Percebemos que o efeito foi de choque, pois demoraram a reconhecer a seriedade do acontecimento que iriam participar. Para o Sujeito 2, faltava-lhe acreditar em si. Vejamos em sua fala:

Fernando: E quando a gente falou que ia para o torneio?

Sujeito 2: Achei que a gente não ia dar conta.

Fernando: Mesmo?

Sujeito 2: Que ia servir só para atrapalhar no torneio.

As palavras do Sujeito 2 nos fazem recordar da primeira aula, da falta de fé em si mesmo, nas suas capacidades de fazer. No entanto, mesmo diante dessa visão de incapacidade de ter sucesso, participou do projeto, e, quando questionado sobre os momentos mais importantes, tivemos a seguinte descrição:

Sujeito 2: Eu acho durante, eu não participei muito, eu acho que participei na hora de falar com os juízes.

Fernando: O que você achou que aprendeu com o torneio?

Sujeito 2: A não se desesperar. Você desesperou não dá certo.

Fernando: Gostaria de participar de outro?

Sujeito 2: Com certeza, eu vou.

Pensando ser um desastre, sua participação foi de suma importância, pois acabou ficando muito tempo no estande da equipe, recebendo os visitantes e os juízes do torneio que faziam visitas surpresas para confirmar o que ouviram na sala de avaliação. A responsabilidade naquele momento era tão superior a qualquer outra. Toda a equipe dependeu do bom desempenho do Sujeito 2 enquanto exerciam outras funções no torneio. Além disso, vemos que viver aquele acontecimento foi um despertar para novos torneios. Já na fala do Sujeito 3 não vimos uma falta de confiança. Temos um caso à parte.

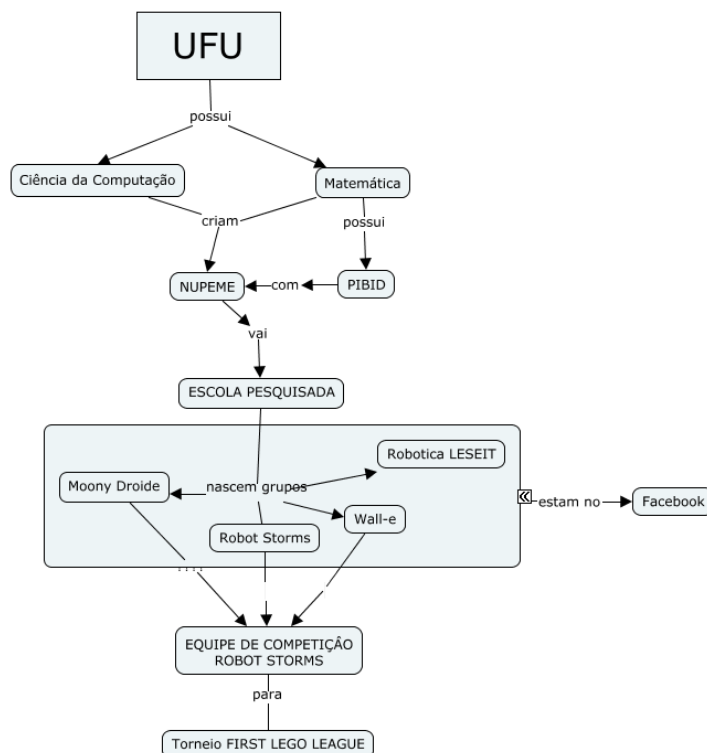
Sujeito 3: Eu não me imaginava participar, mas que capaz eu seria.

Quando esse sujeito 3 menciona que não se imaginava participar, podemos dizer que ninguém da escola se imaginava, foi um acontecimento muito diferente do que vinha se formando na escola. Outro sujeito da pesquisa já compartilha o mesmo pensamento do Sujeito 2.

Fernando: Você se achava capaz de participar do torneio?
 Sujeito 3: Não.
 Fernando: Por quê?
 Sujeito 3: Não sei. Achava que poderia ser pior que os outros. Que não tinha essa capacidade. Mas depois que eu fui ver que sim.
 Fernando: E hoje?
 Sujeito 3: Hoje, eu acho que me sairia melhor.
 Fernando: Você não acreditava em você?
 Sujeito 3: No momento, não. Mas depois eu passei a acreditar.
 Fernando: O que te fez passar a acreditar?
 Sujeito 3: Uai, eu comecei a olhar alguns vídeos, ver robôs de outras pessoas. Aí eu comecei a ver que a gente não tava tão mal.

Houve uma falta de fé nele e na equipe. Foi preciso, novamente, ir e fazer parte para ver suas capacidades. A equipe RobotStorms entrou como uma equipe e saiu como outra, marcada por acontecimentos hora após hora. Dois dias intensos de aprendizagem. Mesmo no fim desse caminho, a equipe estava firme, já pensando no próximo torneio. Esse período na escola permitiu constituir uma equipe de sujeitos que vem passando por diferentes acontecimentos. Vejamos na figura 38 como ficou o mapa.

Figura 38 – Mapa da rede final de 1º torneio de robótica



Fonte: Próprio autor.

O que percebemos é que todo o trabalho iniciado em uma ação da universidade em sentido da escola permitiu a constituição de um polo, resultado da parceria e conexão com outras equipes, ou seja, a união de membros das diferentes equipes acabou formando uma nova equipe: RobotStorms. No entanto, no ano de 2012, as ações do NUPEME e PIBID na escola com robótica foram finalizadas. Esse é um momento que a rede em crescimento sofre um período de “apagão” com o encerramento das atividades na escola.

4.1.4 Envolvimento do trabalho coletivo na universidade

Mesmo com contratempo, uma nova esperança se apresenta. Em 2012, um professor da Engenharia Mecânica submeteu um projeto de pesquisa com robótica a ser desenvolvido com alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública. Por questões de reconhecimento da qualidade da escola pela comunidade e sua localização em relação à universidade, o professor buscou na escola, esses alunos. Coincidentemente, na escola havia um projeto em execução e uma equipe de robótica. Assim, quatro dos alunos participantes da equipe RobotStorms foram selecionados para fazer parte de seu projeto na universidade.

Esse momento de experiência dos sujeitos da pesquisa ocorreu no ano de 2013, graças à contemplação de um projeto da “Chamada CNPq/VALE S.A. N ° 05/2012 – Forma-Engenharia” pela Engenharia Mecânica e Mecatrônica, que visava trabalhar com alunos do ensino médio de forma a estimulá-los a cursar alguma Engenharia. Especificamente essa chamada tinha o seguinte objetivo:

selecionar propostas que visem estimular a formação de engenheiros no Brasil, combatendo a evasão dos graduandos nos primeiros anos do curso e despertando o interesse dos alunos de ensino médio/técnico pela profissão de engenheiro (CNPq, 2012, p. 1).

Esses alunos selecionados deveriam estar cursando o 2º ano do ensino médio no ano de 2013. Somente, no máximo, quatro alunos poderiam fazer parte do projeto, pois, na chamada CNPq/Vale S.A. N ° 05/2012, o documento de apresentação estabelecia que a equipe executora e coexecutora poderia ser formada por:

- Um professor Coordenador; e
- Um Graduando em Engenharia (bolsa de R\$ 360,00).
- Um Professor de ensino médio (bolsa de R\$ 400,00); e
- De 2 a 4 alunos de ensino médio (bolsa de R\$ 161,00).
- Outros colaboradores (CNPq, 2012, p. 4).

Nessas condições, Gonçalves (2012) estabeleceu que a equipe para o seu projeto seria composta por:

- Prof. Dr. Eng. Rogério Sales Gonçalves. Coordenador e participará de todas as etapas da metodologia.
- Prof. Ensino Médio. Participará na coordenação prática de todas as etapas da metodologia.
- Aluno da Graduação. Esse aluno irá fazer a interface entre a EDROM (Equipe de Desenvolvimento em Robótica Móvel) e a escola de ensino médio, auxiliando os alunos do ensino médio em todas as etapas da metodologia.
- Alunos do Ensino Médio (Dois Alunos). Esses dois alunos serão responsáveis pelo desenvolvimento e construção dos robôs da modalidade Robocup Júnior Soccer, conforme cronograma I.
- Alunos do Ensino Médio (Dois Alunos). Esses dois alunos serão responsáveis pelo desenvolvimento e construção do robô da modalidade Robocup Júnior Rescue, conforme cronograma II.

Dessa equipe, o professor do ensino médio acabou sendo o que tinha ligação com projeto PIBID inicialmente. Além do aluno da EDROM, um aluno da graduação de Engenharia Mecatrônica que acompanhava e apoiava o projeto na escola fez parte como colaborador na equipe. Os alunos de ensino médio selecionados tiveram origem na equipe de robótica de 2012 “RobotStorms”. O seu mentor selecionou quatro alunos, buscando aproveitar já o conhecimento e interesse desses pela área de Engenharia e Robótica. Apesar de, na equipe executora, os alunos serem divididos em duplas, no plano de execução, todos trabalhariam em equipe, ajudando para ambas as modalidades de competição. O cronograma de Gonçalves (2012) tinha um plano de execução de 2013 e 2014, em razão dos períodos das competições.

Para executar esse projeto, cada competição tinha uma metodologia de trabalho e execução. A competição modalidade Robocup Júnior Soccer teve como metas:

- a) Revisão Bibliográfica: Inicialmente será realizada uma revisão bibliográfica sobre os robôs aplicados à competição Robocup Júnior Soccer. Após, será realizado o estudo do kit da LEGO® Mindstorm e dos sensores necessários para a modalidade;
- b) Projeto Mecânico do Robô: Nessa etapa, será realizada a construção mecânica dos robôs para jogar futebol;
- c) Programação dos Robôs: Será realizado o estudo das linguagens de programações utilizadas conjuntamente com o CLP da LEGO®. Após, será realizada a programação dos robôs para o cumprimento da tarefa. Esses devem ser autônomos e trabalhar cooperativamente.
- d) Testes experimentais: Serão realizados testes práticos dos robôs simulando as partidas de futebol. Durante os testes os robôs serão aprimorados no projeto mecânico e na sua programação.

e) Relatório: Será redigido um relatório técnico com todas as etapas desenvolvidas de forma clara e concisa, permitindo a reprodução por outros alunos (GONÇALVES, 2012, p. 4).

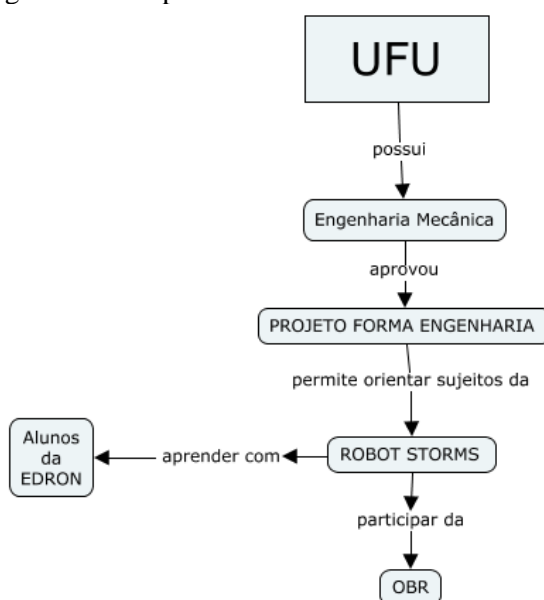
Já a modalidade Robocup Júnior Rescue tinha como proposta metodológica de trabalho alguns pontos da Robocup Júnior, diferenciando em:

- b) Projeto Mecânico do Robô: Nessa etapa será realizada a construção mecânica do robô para seguir linha (trajetória);
- c) Programação do Robô: Será realizado o estudo das linguagens de programações utilizadas conjuntamente com o CLP da LEGO®. Após, será realizada a programação do robô para o cumprimento da tarefa. Esse deve ser autônomo.
- d) Testes experimentais: Serão realizados testes práticos do robô simulando o ambiente de resgate. Durante os testes o robô será aprimorado no projeto mecânico e na programação. (GONÇALVES, 2012, p. 4-5).

A primeira metodologia e modalidade com a qual os alunos selecionados e sujeitos desta pesquisa de doutorado começaram a trabalhar foi a da Robocup Júnior Rescue, que envolve construir um robô que anda sobre uma linha demarcada, desviando de objetos e que realiza o resgate de vítimas em um pavimento da arena de competição. Essa modalidade de competição é promovida pela Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

Vemos, então, que os sujeitos da pesquisa saem da rede da escola que finalizou seus trabalhos e conectam-se a um novo polo de informação e conhecimento. Podemos colocar essa nova configuração em um mapa (Figura 39).

Figura 39 – Mapa da rede na universidade



Fonte: Próprio autor

Vejam que os sujeitos da equipe RobotStorms foram selecionados a fazer parte de uma nova aventura, ou melhor, de uma conexão direta com a universidade, como alunos

competidores de robótica, viver e participar de uma competição de robótica da OBR. Nesse processo acabaram entrando em contato com outros competidores de nível universitário, da equipe EDRON.

Nessa fase na universidade, os alunos utilizaram o kit de robótica desenvolvido pela LEGO® Education, o mesmo com o qual trabalharam na escola. No entanto, a mudança significativa foi a aprendizagem de linguagem em C e C++, utilizando o *software* Brick Command Center⁴⁰, uma linguagem de programação em linha, diferente da programação em bloco.

Considerando que já conheciam o kit, seus estudos na universidade foram iniciados em entender e aprender a programar em C. Para aprender a programação, começaram com desafio, ao mesmo tempo em que estavam testando protótipos de robôs e conhecendo como se constrói um robô para a competição.

Os participantes desse projeto tinham de ir duas vezes por semana à universidade no contraturno de suas aulas para estudar e trabalhar com os materiais do projeto.

No dia 29/01/13, com a presença de todos, retornamos ao laboratório, para dar continuação ao desafio proposto, e continuamos com o auxílio do Lucas. Fizemos vários tipos de programação, começando por dar início ao programa, adicionar biblioteca, declarar variável, declarar sensores, funções, condições etc. Com a junção desses, conseguimos programar o robô.

No dia 30/01/13, apesar de estar terminada a programação, ainda faltavam alguns ajustes pelo qual foi feito, e testamos o robô que funcionou perfeitamente. Sendo assim, finalizamos o desafio com sucesso.

No dia 05/02/13, montamos uma parte do trajeto com fita isolante, contendo curvas de 90° e com um gap. Fizemos uma alteração no robô substituindo o sensor de espectro por outro de cor e também mudamos a localização dos sensores colocando-os próximos aos eixos das rodas. Ao final, fizemos a calibragem do sensor, conseguindo programá-lo.

No dia 07/02/2013, ao testarmos o robô nos deparamos com um defeito de programação, pois o mesmo não estava realizando a sua tarefa. Então, formatamos o nxt, fizemos algumas modificações na programação e reenviamos a ela, resolvendo o problema. Após isso, adaptamos a condição mecânica para o robô realizar o restante do seu desafio (RELATÓRIO FINAL DOS SUJEITOS DA PESQUISA).

Como podemos perceber, a cada encontro, os quatro sujeitos da pesquisa desenvolviam um estudo da programação e uma montagem. Tudo estava caminhando para que, à medida que conhecessem a programação, tivessem maior controle e domínio sobre a máquina, sobre o robô. As atividades envolviam situações que eles iriam encontrar no torneio de robótica. Superar esses desafios era parte da preparação e da construção da estratégia para

⁴⁰ Disponível em: <<http://bricxcc.sourceforge.net/>>. Acesso em: 20 out. 2015.

resolver o desafio do evento. Todo esse trabalho era assistido pelo professor da universidade e apoiado por alunos da graduação em Engenharia Mecatrônica.

Nessa fase de acontecimento, o envolvimento dos sujeitos da pesquisa voltou a ser de aluno, estavam fazendo parte de um novo coletivo, alunos e competidores de robótica da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. Uma nova realidade. O Sujeito 4 descreve como foi a participação logo após a Engenharia:

Sujeito 4: Pontos positivos foram que a gente teve mais experiência também contava com experiência de quem está na faculdade, os meninos estão há muito tempo lá e a programação que é em linguagem.

Sujeito 4: Ah, aprendi muita coisa, lá tem como se fosse um PET, um grupo lá, que mexe com isso, eles programam, vai para campeonato e, por exemplo, a programação é um curso de engenharia. Eu vi mais ou menos, não vi tudo, mas eu vi um pouco da programação, vi que era legal colocar ela na prática, isso é um aspecto da engenharia, fazer a parte mecânica do robô. Isso tudo tem uma engenharia envolvida, então a gente aprendeu muita coisa.

Em suas falas, percebemos a importância de estar com outras pessoas com mais saberes e marcas de outros torneios, outras realidades, viam os universitários como um novo referencial. Mas, mesmo assim, ainda não podiam fazer parte daquele grupo: eram aprendizes e precisavam ainda alcançar a posição de alunos da Universidade Federal de Uberlândia. Além disso, percebemos em suas falas informações sobre o que aprenderam referentes às questões técnicas, como programação, organização de pensamento, prazos e montagem de robôs. Estavam vivendo um contexto de Engenharia, mas ainda não faziam parte daquele universo. Na fala do Sujeito 1, vemos a questão técnica, mas também a questão de conhecer um novo universo diferente do deles, uma possibilidade de futuro que poderiam viver, e tudo dependia deles.

Sujeito 1: Ah, a robótica na engenharia é diferente, mas é diferente de que jeito? É, a gente sabe que é um nível mais avançado, o que é a gente estudando os outros níveis que teve no (Escola Pesquisada) e veio para cá. Qual foi a diferença? A programação, o programa que a gente usava, e teve as melhoras, e qual foi o outro ponto positivo também? É, estilo de arquitetura do robô, que a gente teve um novo conceito sobre esse tipo. E esses foram os pontos positivos em geral e também aprendeu a trabalhar, o dia a dia da universidade, como que funciona tudo, burocracia e tal.

A proposta do projeto na Engenharia estava em conquistar e estimular jovens a fazer parte desse mundo. Portanto, encaixá-los no grupo era uma prova pessoal de cada sujeito, do que realmente gostaria de fazer de suas vidas. O sucesso do projeto ao envolver os alunos nesse contexto de universidade, de Engenharia, de competição, de trabalho com

universitários, foi de poder ajudar nas escolhas profissionais deles. De certa forma, havia uma mensagem oculta de que, se escolhessem aquele curso, seriam parte da equipe.

Para acompanhar esses momentos na Engenharia, foi criado o grupo no Facebook **Robótica “Escola Pesquisada” na UFU**, criado para ajudar. Nele, eles registraram seus relatórios, seu dia a dia. Os participantes do grupo eram integrantes do NUPEME, alunos do projeto (RE) Ação⁴¹, aluno da Engenharia Mecatrônica e os sujeitos da pesquisa. Era também um instrumento de registro de dados de pesquisa, mas um meio de comunicação entre os sujeitos de pesquisa e seus amigos. Nesse ano, seria o primeiro grupo de que os sujeitos de pesquisa iriam fazer parte. O segundo grupo foi **(RE) Ação no PIBIC-JR**, que surgiu, pois os professores do NUPEME em 2013 submeteram um projeto intitulado: “A Robótica no Desenvolvimento da Ciência, Matemática e Tecnologia no Ensino Médio”, respondendo a uma chamada da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFU, para submissão de projetos no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Ensino Médio e Iniciação Científica Júnior (PIBIC EM/CNPq e BIC JR FAPEMIG), sendo essa submissão aprovada. O envio ocorreu porque, em 2012, o NUPEME ofereceu uma oficina de robótica no Projeto (RE)Ação e um aluno teve interesse em aprender mais, tanto que se juntou aos sujeitos desta pesquisa na Engenharia, como convidado, sem bolsa, sem condições de participar do torneio da OBR, apenas para aprender. Além desse grupo, foi criado o grupo **Inteligência Artificial e Robótica** para compartilhar informações e ideias e orientar os alunos do PIBIC JR de robótica. Os grupos no Facebook estavam apenas começando. Vejamos a continuação da história.

4.1.5 Envolvimento do trabalho com outros torneios de robótica⁴²

Mesmo fazendo parte do projeto na Engenharia, o vínculo com os projetos do NUPEME não se encerrou. Os sujeitos desta pesquisa tinham as portas abertas do núcleo e acabaram ajudando outras equipes em torneios de robótica. Eles assumiram o papel de técnicos de equipe do Torneio Mineiro de Robótica (TMR) de 2013, sendo que, semelhante ao torneio da FLL, o TMR também trabalha com os mesmos princípios e possui temas de

⁴¹ O projeto (Re)Ação é um trabalho coletivo do NUPEME, desenvolvido na ONG Ação Moradia com jovens, oferecendo oficinas de tecnologia, artes e um cursinho alternativo para ingresso no ensino superior.

⁴² A partir desse momento o Sujeito 02 da pesquisa iniciara um processo de afastamento, por isso o leitor sentirá uma ausência desse participante da pesquisa. Esse afastamento foi pessoal, novos objetivos e principalmente **porque** já vinha desenvolvendo suas atividades mais solitariamente no projeto na **Engenharia** em virtude de horários não compatíveis com os demais integrantes do projeto.

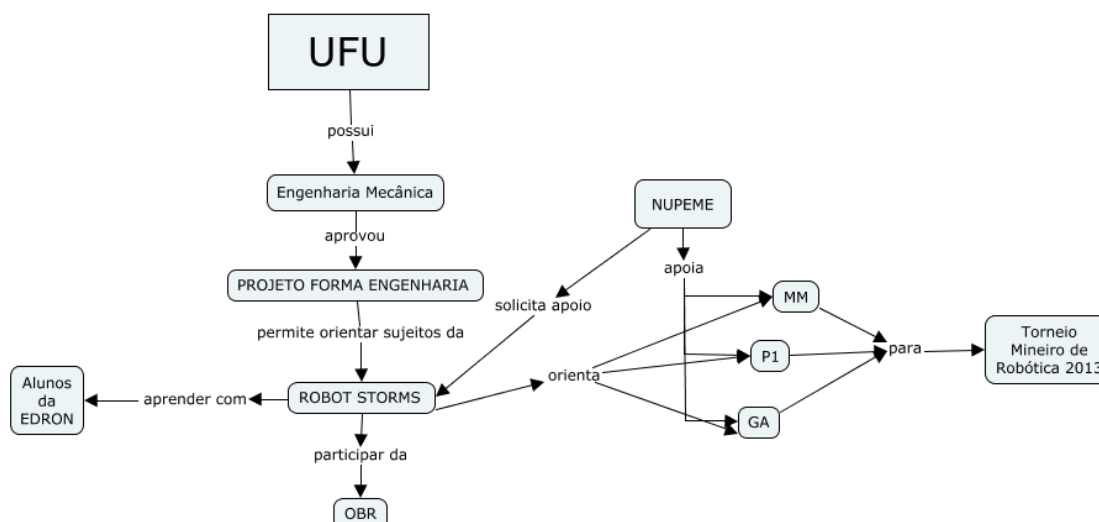
pesquisa e competição no tapete. Para juntos fazerem a diferença e como forma de ressuscitar a participação em torneios vinculados à LEGO®, surge o grupo no Facebook **Fenix Robot Storms**, local de trocar informação e de as equipes se ajudarem. Nessa nova experiência, não foram competidores, e sim, instrutores, ensinando outras equipes e crianças como participar de um torneio. O NUPEME tinha em cada equipe uma conexão de razões distintas e nesse processo solicitou aos sujeitos da pesquisa e da equipe RobotStorms que orientassem as seguintes equipes:

- a) MM: equipe iniciante em robótica, que recebeu orientação e apoio do NUPEME, pois foi a primeira escola municipal de Uberlândia, localizada no bairro Tocantins, a adquirir o kit de robótica da LEGO por meio do projeto governamental “Mais Educação”, que “Trata-se da construção de uma ação intersetorial entre as políticas públicas educacionais e sociais, contribuindo, desse modo, tanto para a diminuição das desigualdades educacionais, quanto para a valorização da diversidade cultural brasileira” (MEC, 2012, p. 3). Nela a robótica educacional é uma das oficinas financiáveis dentro do Macrocampo “Investigação do Campo das Ciências da Natureza” (MEC, 2012, p. 21);
- b) GA: equipe formada por alunos de ensino fundamental de uma escola municipal, que já faziam oficinas de robótica apoiadas pelo NUPEME e PIBID de Matemática da UFU, *campus* Santa Mônica;
- c) P1: equipe formada por alunos de uma instituição particular que possui em sua grade a disciplina de robótica. Nessa mesma escola, alunos da graduação em Matemática realizam seus estágios supervisionados e um professor do NUPEME é pai de um aluno integrante da equipe.

Como mencionado anteriormente, o TMR possui semelhanças com o torneio FLL, pois teve origem em integrantes também do torneio FLL no Brasil. É mais uma opção que avalia comportamento de equipe, projeto de pesquisa, projeto de robô/programação e a competição no tapete. Sendo assim, os sujeitos da pesquisa que fizeram parte do FLL possuíam os pré-requisitos para orientar equipes. Para unir e interligar essas pessoas, mais um grupo no Facebook foi construído: **Cachopa de ideias**, destinado a expor as ideias de projetos de pesquisa e receber comentários construtivos para a evolução do projeto.

Assim, os sujeitos da pesquisa, além de seus trabalhos desenvolvidos na Engenharia, acabaram colaborando com o NUPEME na orientação de equipes de robótica para o Torneio Mineiro de Robótica de 2013, então, nesse ano, a rede ganha nova forma (Figura 40).

Figura 40 – Mapa da rede em 2013



Fonte: Próprio autor.

O ano de 2013 foi o primeiro em que atuaram como técnicos de outras equipes. Já em 2014, mesmo não estando mais no projeto na Engenharia, estavam sempre na Universidade, no Laboratório do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME) e, de certa forma, estavam vinculados aos projetos e ações da Universidade. Novamente no TMR atuaram como técnicos:

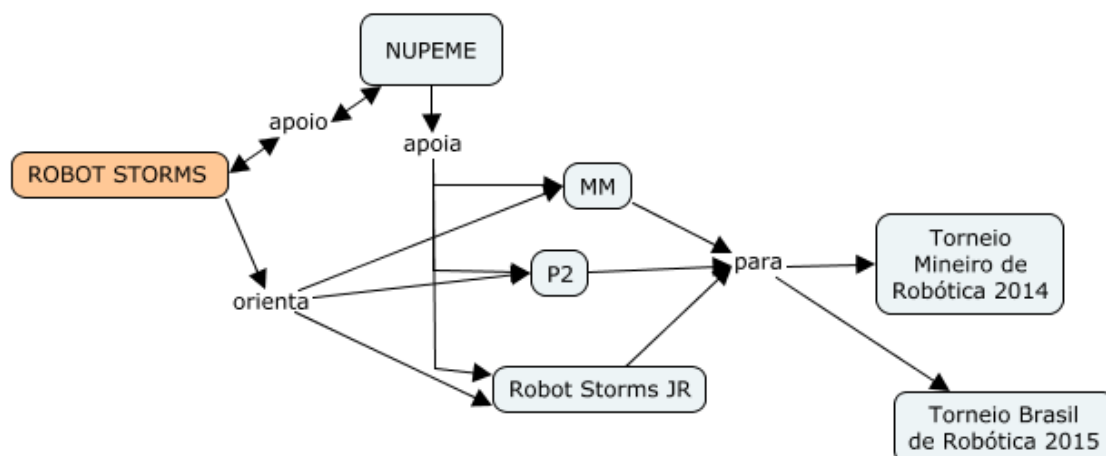
- MM: equipe participando do segundo torneio de uma escola municipal de Uberlândia, localizada no bairro Tocantins;
- P2: equipe formada por alunos da escola particular, sendo alguns originários da equipe “P1” do ano anterior. Alguns integrantes migraram para nova equipe composta de integrantes mais velhos. O vínculo com o NUPEME esse ano é mais forte, pois a equipe tem como mentor o pai de um integrante, que é professor e membro do NUPEME. Essa equipe foi acompanhada tecnicamente pelo Sujeito 4.
- RobotStorms Jr: equipe de alunos de duas escolas municipais do bairro Morumbi, que frequentam no contraturno de suas aulas a Organização Não Governamental (ONG) Ação Moradia⁴³ para participar de atividades extracurriculares.

Nesse ano, o vínculo da universidade fica restrito apenas ao NUPEME. Existe reconfiguração nas conexões que a RobotStorms tem feito. As atividades na Engenharia tinham se encerrado. Dessa forma, os jovens acabam contribuindo com o NUPEME na

⁴³ A ONG Ação Moradia é uma instituição sem fins lucrativos que surgiu para contribuir para o desenvolvimento de comunidades de baixa renda e um de seus trabalhos são projetos pensados para acolher crianças e adolescentes em período extraescolar, possibilitando a diminuição do envolvimento de jovens em casos de violência, e no uso e distribuição de drogas (MORADIA, 2015).

orientação de outras equipes, a rede em 2014 se reconfigura novamente. Percebiam que desde 2013, o centro na verdade é a equipe RobotStorms (Figura 41).

Figura 41 – Mapa da rede em 2014



Fonte: Próprio autor.

Para essa fase de acontecimentos, o grupo no Facebook - **Cachopa de Ideias** - continuou na ativa, e surgiu o grupo “**Agricultura Sustentável: Compostagem**”, criado para o projeto da equipe MM.

E, em 2015, para o TMR e o Torneio Brasil de Robótica (Etapa Nacional), orientaram as equipes: MM, P2 e Robot Storms Jr. Nessa fase, no entanto, eles agora eram alunos da Universidade Federal de Uberlândia. Após o Torneio Brasil de Robótica, os sujeitos da pesquisa fizeram suas provas do vestibular da Universidade Federal de Uberlândia, tendo divulgado em 20 de julho de 2015 os seguintes resultados de aprovação:

- a) Sujeito 1: Engenharia de Computação;
- b) Sujeito 3: Engenharia Mecânica;
- c) Sujeito 4: Engenharia Mecânica.

Um momento que marca a integração à UFU é almoçar no restaurante universitário (Figura 42). A importância desse momento reside que, quando foram fazer projeto na Engenharia, buscamos conseguir para que pudessem almoçar pagando no restaurante universitário, infelizmente não foi possível.

Figura 42 – Almoço no Restaurante Universitário da UFU

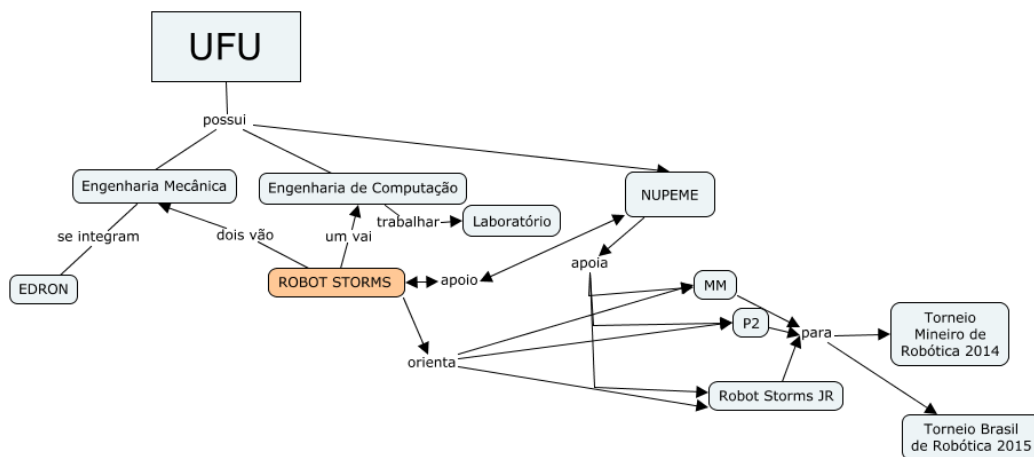


Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Esse pedido foi negado, pois, infelizmente, não faz parte do regimento aceitar que outras pessoas, a não ser alunos da universidade ou funcionários, possam almoçar no restaurante. Isso mostra que, apesar de projetos avançados, que buscam convidar e estimular alunos de escolas públicas a fazer parte de projetos e da universidade, acabam pecando em não oferecer mais facilidades na permanência dos alunos convidados, em sua maioria de baixa renda. Por isso, esse acontecimento era tão esperado e merecia ser registrado. Além disso, era o primeiro semestre de faculdade desses jovens e o meu último semestre de doutorado. O mestre sai e os pupilos assumem.

Em 2015, há uma mudança, ou seja, os sujeitos de pesquisa entram na universidade, dois retornam as ligações com EDRON, a rede novamente reativa, mas seus vínculos com o NUPEME continuam, ou seja, orientam ainda as equipes de robótica vinculadas ao NUPEME. Assim, a rede (Figura 43) sofre mais uma modificação e estreitamento dos laços. Dessa vez, a equipe RobotStorms é parte da Universidade, são alunos.

Figura 43 – Mapa da rede em 2015



Fonte: Próprio autor.

Nessa nova fase, os alunos apoiavam tecnicamente suas equipes, cada qual da sua melhor forma, com encontros, nos quais avaliavam o trabalho dos alunos, fazendo sugestões e orientando para melhorar os projetos, seja de robô, seja de pesquisa. Além disso, os alunos tinham suas obrigações na universidade e dois desses, alunos da Engenharia Mecânica, tiveram o convite para fazer parte da equipe EDRON, novamente como *trainners*, durante seu primeiro semestre na UFU.

Esse processo *trainners* na UFU era com alunos da EDRON que estavam se preparando para um evento de robótica. Nessa fase na universidade, eles estavam passando por um processo de seleção para se tornarem efetivamente integrantes da EDRON, tanto que suas funções teriam carga horária semanal de dez horas, realizando estudos e novas programações. Nessas horas, era para aprender a controlar com mais eficiência os robôs, usando principalmente sensores. Dessa forma, a aprendizagem com programação estava avançando para uma nova fase. Assim, durante seis meses, pelo menos duas vezes na semana, os sujeitos 3 e 4 dedicavam-se aos seus estudos orientados pelos estudantes veteranos que já faziam parte da equipe da EDRON.

O acesso ao ensino superior encerra a construção de dados desta pesquisa. Entendemos hoje que esses sujeitos da pesquisa se envolveram no decorrer dos anos em diferentes frentes de diferentes projetos de robótica. No início, estavam conectados ao projeto na escola, de alunos foram tutores, e, nesse mesmo espaço, viram a formação de uma equipe, mas também sua fragmentação. Em uma nova tentativa de reerguer a equipe, quatro desses sujeitos voltaram a ser alunos e competidores, sendo que a equipe RobotStorms renasceu como forma de buscar a continuidade pelos quatros alunos e antigos membros da equipe. Foi um ano de duração, de divulgação. Ajudaram nesse processo a construção e consolidação de outras equipes. Em nova fase na universidade, apenas três dos sujeitos de pesquisa continuam, mas isso já aconteceu logo ao final do projeto na Engenharia.

A fase nova com alunos da Universidade Federal de Uberlândia já apontava um novo direcionamento: dois deles estavam retornando à Engenharia Mecânica e um foi para a Engenharia de Computação, tendo sido escolhas resultantes principalmente do envolvimento de sua participação em 2013 no projeto na universidade. Foi um momento de afirmação e decisão de qual projeto de vida cada um ia seguir. Mesmo fazendo parte de tantas atividades, esses ainda não faziam parte de nenhum coletivo. Um dos sujeitos optou por um curso novo. Durante uma entrevista, ele descreve essa nova fase que está vivendo:

Sujeito 1: Bom, a gente teve todo curso de introdução à Engenharia aqui na UFU é ir na biblioteca, ler o manual do estudante, saber como um estudante funciona. A nossa não, já começou tendo aula teórica de como funciona uma corrente de energia, essas coisas. Depois, o professor ofereceu: **quem quiser ir ao laboratório estudar, desenvolver os projetos que lá tem é convidado, quem não quiser pode ir embora que vai ter 60 no final do período. Aí todo mundo foi, a gente começou a aprender, primeiro a gente aprende como funciona a automação em base assim, luz, essas coisas, a gente aprende em si. A gente acaba ficando lá porque lá é legal, porque a gente literalmente vê com que a gente vai trabalhar. Lá, o professor sempre propõe desafio para a gente fazer, desde fazer um carro autônomo. Sempre tem projeto disponível para a gente querer, aí a proposta dele no final é a gente montar um projeto para apresentar no final do período, no caso o meu foi ligar e desligar uma lâmpada por celular a distância. A gente aprende a pegar o nosso conhecimento que ganha na faculdade e usar na prática, ser um engenheiro mesmo. Aprender a fazer, a criar, a desenvolver.**

Tudo indica que o que ele estava procurando parece ter encontrado. É um início de novas marcas, portanto é difícil dizer o que irá acontecer. O único desfecho ruim foi o fato de os dois alunos que voltaram para a EDRON como *trainners* não terem sido aceitos para integrar a equipe. Foram convidados a prestar o processo seletivo normalmente como alunos de segundo semestre.

Sujeito 3: O resultado e a experiência na EDRON? Acho que foi bom para ver se a gente queria mesmo aquilo, e que no caso a gente foi dispensado, eles enfatizaram que a gente era muito bom na parte mecânica, tanto é que em um dos torneios a gente ganhou medalha de engenharia e tecnologia. A gente, também, viu que a gente trabalha bem em grupo e tal. O que mais? Nós fomos cortados, não foi culpa, tipo nossa, a gente teve a esperança do orientador da EDRON que a gente seria usado lá na EDRON, porque a gente já tinha a nossa experiência, mas nós, a gente largou mão de um monte de outras oportunidades, porque no caso o orientador pediu exclusividade para a gente. E aí, nós fomos cortados porque, principalmente porque a gente não passou por um processo seletivo convencional, em que no caso a gente estava passando na frente de outras pessoas e porque no caso a gente estava ainda no primeiro período. E chamar a gente assim, eu acho que atrapalhou a gente, um pouco, porque a gente poderia estar estudando mais para as nossas matérias, ter saído melhor nelas. No caso, a gente gastou tempo demais lá, e acabou esquecendo outros lados.

Depois de termos lido com atenção toda a fala do Sujeito 3, lamentamos que a beleza de um projeto de vanguarda de um professor visionário tenha contratempos em virtudes de uma universidade, cujas regras ainda atrapalham o crescimento e o avanço de uma ciência mais eficiente e produtiva. Para a universidade, alunos só podem se envolver com projetos de iniciação científica a partir do segundo semestre de curso. Em parte, entendemos quando esses alunos não vêm de uma cultura de projetos e incentivos à pesquisa, mas, nesse caso em

especial, esses alunos vêm sendo preparados em uma rede de aprendizagem desde o ensino médio para que na universidade fossem um diferencial, que dispensasse certos passos de formação científica e tecnológica. Esperamos que, no futuro, projetos como esse, do professor Rogério Sales, sejam a porta de acesso à universidade. Acreditamos que a universidade precisa se preparar para esse novo perfil de aluno, principalmente de competidores de robótica, que estão envolvidos cada vez mais cedo em trabalhos e ações coletivas que lhes permitem conhecer e viver acontecimentos de diferentes magnitudes. Vejamos a fala do Sujeito 4:

Sujeito 4: Compartilhar aquilo que foi compartilhado comigo, o que aprendi, passei para os meus colegas, para os meus, que fui mentor, fui técnico. Isso para mim foi muito importante, mas o mais importante para mim com esse tempo de robótica foram as amizades que com o tempo foram formadas, foi a rede de amigos que fizemos, tanto amigos mais novos quanto professor, amigos que estão mais na frente. Isso é muito bom, pois sempre que eu precisar de algum deles e vice-versa, porque são amizades verdadeiras de trabalho mesmo. Isso para mim foi muito importante.

Podemos perceber que, ao usar o termo “amizades”, esse sujeito da pesquisa está simplesmente se referindo a uma rede, “um conjunto de nós interconectados. Nó é o ponto no qual uma curva se entrecorta. Redes são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós desde que consigam comunicar-se entre a rede” (CASTELLS, 1999, p. 498). Suas amizades são sua rede de contatos e conhecimentos em robótica. Em sua visão, existe uma rede de conexões as quais podem mutuamente se ajudar desde que essa rede compartilhe do mesmo objetivo. Nesse processo, o que tem muito ajudado são as facilidades de comunicação na rede.

As tecnologias de rede podem propiciar diferentes formas de interação viabilizando o saber coletivo, pois durante uma participação em rede o indivíduo assume uma postura compartilhada, sua comunicação ganha contornos reticulares e o envolvimento com a atividade se dá na seara da cooperação. O sujeito precisa entender e ser entendido pelo outro, para que o somatório das diferenças, e a articulação dos diferentes níveis de desenvolvimento, contribuam para a realização dos objetivos do grupo (MELLO; TEIXEIRA, 2012, p. 8).

E como principal elemento, que permitiu a constituição da rede de amigos, de aprendizagem em robótica, foi simplesmente a internet. Começou com o Facebook na escola pesquisada, cada equipe que teve interesse criou seus grupos na rede social, como, por exemplo, as equipes RobotStorms, Wall-e, MoonyDroide. Até mesmo os professores criaram

seus grupos, como: “Robótica ‘Escola Pesquisada’: Construindo”, “Robótica ‘Escola Pesquisada’: Origem”. Esses grupos eram secretos, mas foram crescendo e se transformando à medida da necessidade. Como puderam perceber no decorrer do envolvimento dos sujeitos da pesquisa, de 2012 até fim de 2014, houve um crescimento e surgimento de vários grupos no Facebook. No ano de 2015, não surgiu nenhum grupo, o Facebook já ligava os amigos formados, ou seja, a rede estava consolidada. O que começou a surgir foi uma migração de espaço digital, saída do Facebook para o aplicativo WhatsApp⁴⁴. O que devemos ter em mente é que “na rede também nada se perde, tudo se transforma” (KREUTZ; BOLL, 2010, p. 5).

No livro *Sociedade em Rede*, Manuel Castells diz que “as novas tecnologias da informação estão integrando o mundo em redes globais de instrumentalidade. A comunidade mediada por computadores gera uma gama enorme de comunidades virtuais” (CASTELLS, 1999, p. 38-39). Um reflexo do projeto da robótica e a participação de jovens nesse processo foi a multiplicação de grupos no Facebook, e agora no aplicativo WhatsApp, diferentes formas de integrar e potencializar as conexões da rede de aprendizagem em robótica.

Aprender e produzir é melhor em rede, a forma como os sujeitos da pesquisa se conectam aos projetos, em constante movimento, estão sempre em condições de compartilhar e ajudar uns aos outros, mas aos poucos vemos que estão se encontrando em seus mundos. Aqueles que aprenderam com eles é que agora estão em movimento na rede de “amigos” da robótica, ou rede de aprendizagem.

Sujeito 1: Daqui para frente, ajudar as pessoas e ter a minha vida, construir o que eu quero, e sempre ajudar, porque se a gente é ajudado um dia, a gente mesmo que, não por obrigação, mas por gosto, ajuda outra pessoa, não porque ficou aquele peso. Eu aprendi agora que tenho que ensinar. Não porque, da oportunidade que eu tive de ensinar alguém, foi algo esplêndido, nó, estou ensinando alguém, algo que eu não esperava.

Na fala do Sujeito 1, temos um saber importante: o que ele aprendeu, ele julga importante ser repassado. Quando outros aprendem, outros ensinam, outros compartilham.

Durante esses quatro anos, esses jovens se envolvem numa busca constante para a constituição de uma rede sem uma centralização de um polo, com capacidade de se gerir. A respeito dessa descentralização, Levy (1993) esclarece dizendo que isso se trata de um princípio de mobilidade de centros:

A rede não tem centro, ou melhor, possui permanentemente diversos centros que são como pontas luminosas perpetuamente móveis, saltando de um nó a

⁴⁴ “WhatsApp Messenger é um aplicativo de mensagens multiplataforma que permite trocar mensagens pelo celular sem pagar por SMS”(WHATSAPP, 2016).

outro, trazendo ao redor de si uma ramificação infinita de pequenas raízes, de rizomas, finas linhas brancas esboçando por um instante um mapa qualquer com detalhes delicados, e depois correndo para desenhar mais à frente outras paisagens do sentido (LEVY, 1993, p.16).

Foi dessa forma que a rede se desenvolveu, se recordar a constituição dos mapas, a cada ano, o centro desse mapa estava em um determinado nó, ou seja, em certo momento na escola, nos sujeitos da pesquisa, nos grupos de pesquisa, na universidade e assim gradativamente se expandindo.

A rede de aprendizagem em robótica tem se formado e estruturado principalmente entre os alunos, entre as equipes, ganhando força para iniciarem as atitudes por eles mesmos. Alguns elementos, como espaço físico, material e subsídio de pessoas ainda estão na escola, mantendo assim, as pessoas da rede na escola. O envolvimento desses sujeitos da pesquisa nessas ações é uma forma também de estimular outros jovens e, principalmente, apostar que eles possam assumir a continuidade e a permanência do projeto de robótica em estâncias públicas. A rede é também um caminho para a construção da identidade do jovem, que, segundo Dayrell (2012, p.1), é “antes de tudo um processo relacional, ou seja, um indivíduo só toma consciência de si na relação com o outro”.

4.2 EIXO II – OS DIFERENTES PAPÉIS NOS ACONTECIMENTOS DE ROBÓTICA

“[...] cada torneio era uma lição de vida diferente [...]” (SUJEITO 1).

Os sujeitos da pesquisa são jovens que durante o processo de produção dos dados assumiram diferentes papéis, que lhes proporcionaram momentos de socialização e produção de saberes sobre o trabalho com robótica.

Dessa discussão, entendemos a juventude como parte de um processo mais amplo de constituição de sujeitos, mas que tem especificidades que marcam a vida de cada um. A juventude constitui um momento determinado, mas não se reduz a uma passagem; ela assume uma importância em si mesma. Todo esse processo é influenciado pelo meio social concreto no qual se desenvolve e pela qualidade das trocas que este proporciona (DAYRELL, 2003, p. 24).

Se a qualidade das trocas que vivem os sujeitos, os jovens, é importante, o trabalho com robótica permitiu-lhes vivenciar diferentes acontecimentos que neles deixaram marcas,

feridas responsáveis por transformar o jovem que entrou e participou das atividades. Para entender essas transformações ou especificidades que marcam e mudam os jovens, ou sujeitos desta pesquisa, é preciso conhecer os papéis que eles viveram, e é justamente isso que mostraremos neste eixo: os papéis e suas marcas.

4.2.1 “Lego, para mim, eram só aquelas pecinhas. Nem existiam essas outras.” : Aluno no projeto de robótica

Esse papel de aluno iniciou com as aulas da oficina, tanto que a introdução ao projeto de robótica deu-se com a apresentação da concepção e a definição de robótica e de robô, utilizando um diálogo descontraído e com uso de imagens para fazer as relações, além de vídeos que traziam fragmentos de filmes como *I Robot* e *O homem bicentenário*, que tinham origem no escritor Isaac Azimov, criador das leis da robótica e que popularizou o termo robótica.

A apresentação abordou futuros benefícios que a robótica pôde nos trazer, principalmente na medicina, sendo um exemplo disso o exoesqueleto que está em desenvolvimento, tendo sido exposto rapidamente na abertura da Copa do Mundo de 2014 realizada no Brasil, o qual é um grande passo para mudar a vida e a realidade daqueles que não possuem a mobilidade total do corpo.

A robótica nos tem possibilitado confortos e está presente em nossos lares, carros e até bolsos, de forma tão silenciosa que as pessoas só a entendem como uma tecnologia e não a identificam como robôs.

Na apresentação, dialogávamos com os alunos, buscávamos ter a participação deles, a opinião, as definições que eles tinham sobre o que era robô, se tinham robôs em casa. Houve participações tímidas, e percebíamos um conflito interno, principalmente quando as respostas dos colegas não coincidiam. Uma pergunta que causou dúvida foi: quantos anos tem a robótica? As respostas foram divididas e distantes umas das outras, não havia certeza. Se um número de alunos tivesse manifestado respostas comuns, possivelmente chegariam a um consenso. Considerando o desequilíbrio que estavam demonstrando, oferecemos mais desequilíbrio: imagens de catapultas, máquina de fiar mecanizada e o cavaleiro de Leonardo Da Vinci, por exemplo.

Essa volta no tempo tinha um propósito, mostrar que os primórdios da robótica não estavam nos últimos 100 anos, além de apresentar uma concepção do temos sobre o que é

robô, demonstrando que esses mecanismos dotados de roldanas e engrenagens não tinham dispositivos eletrônicos atrelados à sua estrutura, mas possuíam relação com a robótica.

Familiarizados com a definição e quão próximos estão dos robôs, apresentamos as duas modalidades de trabalho com robótica educacional que conhecíamos e já tínhamos trabalhado. Inicialmente, falamos da robótica livre, usando a definição de Cesar (2009), proveniente de seu artigo “Robótica pedagógica com tecnologias livres”. A partir dessa apresentação, mostramos nossos acontecimentos com esse tipo de trabalho e a construção do robô Beetlebot em anos anteriores.

Por fim, apresentamos o trabalho com robótica na educação e o uso do kit de robótica desenvolvido pela LEGO, mostrando os kits que são comercializados, além do kit que seria utilizado na oficina de robótica na escola. E, como motivação, levamos o vídeo de uma equipe de robótica brasileira que participou de um torneio de robótica da FIRST LEGO League (FLL)⁴⁵. O torneio tem esses níveis até chegar ao internacional. No site da FLL, tem-se a relação de países que fazem parte desse evento. Dos 191 países do globo, 64 fazem parte da FLL. Com isso, pode-se perceber a abrangência internacional desse evento.

Durante a exibição do vídeo⁴⁶, decidimos realizar uma pausa bem no auge para fazer um teste, um teste de confiança na nossa capacidade de fazer alguma coisa, uma demonstração do que o brasileiro é capaz, tendo em vista que a apresentação do vídeo era dos melhores momentos de uma equipe brasileira que conseguiu ir para a etapa internacional. Foi feita uma pergunta simples: o Brasil perde ou ganha? Vejam o resultado nessa transcrição desse episódio:

Fernando: O que vocês acham que vai ser o desfecho dessa história?

Alguns alunos: O Brasil perde!

Fernando: O Brasil perde? Levanta a mão quem é que vota que o Brasil perde.

Nesse momento, ninguém levanta a mão, voltam atrás. Uma pequena indagação do professor os coloca em cheque. As informações eram insuficientes. Era realmente uma questão de sorte, pois as informações eram insuficientes, mas não era esse o objetivo desse questionamento.

Aluno: Ah não, no vídeo, o início ele fala que o esforço valeu a pena... (Fala com certa dúvida).

⁴⁵ Disponível em: < <http://www.firstlegoleague.org/>>. Acesso em: 06 jan. 2013.

⁴⁶ Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=zYlpM3QWtU4>>. Acesso em: 14 de jul. 2014

Fernando: O esforço valeu a pena? Ah, pode ser, cheguei lá, viagem, fui na Dinamarca.

Aluna: Pode ser que ele ganha!

Fernando: Vamos fazer uma votação. Quem acha que ganha, levanta a mão.

Nesse momento, o aluno que disse não levantou a mão porque se lembrou do trecho do início. Os demais permaneceram sem se manifestar.

Segunda turma:

Fernando: Vocês acham que o Brasil perdeu ou ganhou?

Alunos: Perdeu.

Fernando: Oh, um disse que perdeu até o caminho de casa.

[...]

Aluno: Se os asiáticos participaram...

Fernando: China participou.

Aluno: O Brasil perdeu!

Fernando: Perdeu? Vamos ver o resultado.

(Transcrição do trecho da aula de apresentação em 12/04/2012).

Enfim, no vídeo, a participação brasileira resultou em vitória em uma das modalidades avaliadas pelo evento, que é a mesa de competição ou tapete. O robô tinha que pular um cercado, e a equipe brasileira, com toda criatividade, fez uma placa de LEGO com a mensagem “Go Brasil”, jogou sobre a barreira e fez o robô pular o cercado. Nesse mesmo vídeo, quem filmava registrou o juiz atônito com o resultado. Atônitos ficamos nós, ao ouvir de nossos alunos uma impressão pessimista quanto à nossa capacidade de fazermos algo e sermos capazes de vencer. Na segunda turma, quando mencionei que a China competia, a resposta foi firme: “O Brasil perdeu!”. Onde está nossa confiança? Quem somos? Que educação é essa?

A capacidade existe, mas nossa história tem contribuído e muito para interiorizarmos uma identidade de inferioridade. Hall (2006), ao discutir a identidade na pós-modernidade, aponta que na globalização

Tem, sim, o efeito de contestar e deslocar as identidades centradas e “fechadas” de uma cultura nacional. Ela tem um efeito pluralizante sobre as identidades, produzindo uma variedade de possibilidades e novas posições de identificação, e tornando as identidades mais posicionais, mais políticas, mais plurais e diversas; menos fixas, unificadas ou trans-históricas (HALL, 2006, p. 87).

Entendemos que existe um processo de descentralização e fragmentação da identidade atual, a qual deixa a impressão de ser um mecanismo de poder, buscando expandir e homogeneizar a relação de consumo e produção em todo o mundo. Um indivíduo sem uma identidade é um ser dócil e controlável. Hall (2006) alerta sobre problemas relativos a essa

descentralização, pois o indivíduo busca uma posição no mundo e acaba se apegando a um posicionamento, muitas vezes, radical e extremo.

Esses jovens, desacreditados em sua capacidade, fizeram um julgamento baseados em uma construção cultural implantada há décadas em nossa sociedade, de país subdesenvolvido e submisso. Os gênios são de outros países. Há uma falta de conhecimento em nossa própria história e crença em nossa capacidade. Acreditamos que uma reeducação venha a reverter esse quadro, mostrando que todos são capazes nesse mundo de produzir, de fazer. O que falta é um projeto de vida para cada sujeito. Ao final do vídeo, frisamos que capacidade nós temos, só nos resta a oportunidade para mostrá-la, e é nesse sentido que vamos trabalhar com a robótica, vamos produzir, colocar a mão na massa. O vídeo foi uma motivação, mostrando que os alunos da “Terradróide” foram capazes, então por que eles não seriam? De todo jeito, se o resultado do vídeo fosse só a experiência, ainda assim haveria espaço para motivar, estimular o aluno a buscar suas conquistas, a crer em sua capacidade em produzir. Esse mesmo pensamento é defendido. Basta trabalhar e a robótica tem a oferecer acontecimentos e experiências. Assim, após o vídeo os alunos tiveram conhecimento de alguns objetivos principais que encontrariam na oficina em termos de ação:

- a) desenvolver montagens com o kit de robótica LEGO NXT 9797;
- b) trabalhar com o *software* LEGO Digital Design;
- c) trabalhar com o *software* de programação da LEGO;
- d) duração de 3 semanas;
- e) em cada aula serão realizadas atividades em sala e deixadas atividades extraclasse para que os alunos tragam na aula seguinte;
- f) o curso será de 12 horas, sendo que 6 horas presenciais em sala de aula;
- g) a emissão dos certificados só serão feitas caso o aluno cumpra com as atividades de classe e extraclasse.

Como estamos falando de material e dos dispositivos robóticos, merece aqui uma descrição mais detalhada do que foi utilizado na pesquisa. A parte de *software* e *hardware* utilizada na pesquisa foi o kit de robótica educacional desenvolvido pela LEGO® Education, denominado Mindstorms NXT 9797, comprado da representante da LEGO no Brasil, a EDACom.. O kit de robótica, que teve no final de 2013 sua substituição por um modelo mais novo, era composto por 437 peças, sendo elas:

- a) um bloco lógico programável LEGO NXT;
- b) um sensor de luminosidade;
- c) um sensor de som;

- d) dois sensores de toque;
- e) um sensor de ultrassom;
- f) três servomotores com encoder's;
- g) sete cabos conectores (padrão RJ-12 polarizado à direita);
- h) peças LEGO, como: blocos de tamanhos diversos;
- i) lâmpadas (leds);
- j) elementos estruturais, como vigas (em L, retas e angulares) e pranchas;
- k) engrenagens (retas, cônicas e mistas, sistema “coroa-pinhão”);
- l) correias, buchas e polias;
- m) rodas, pneus e eixos de diversos tamanhos;
- n) conectores, conectores com inversão e conectores em ângulos;
- o) bateria recarregável de Íon-Lítio 1400mA;
- p) case de alta resistência para armazenagem das peças, com bandejas organizadoras.

Cada unidade desse kit (Figura 44), comercializada pelo valor de R\$ 2.490,00. Além do kit, adquirimos LEGO RESOURCE SET NXT ou almoxarifados, pelo valor de R\$ 790,00 cada, sendo peças sobressalentes para repor os kits ou realizar outras montagens que exigem mais peças. O almoxarifado para o NXT tinha 672 peças contendo: pranchas, vigas, eixos, conjunto com três modelos diferentes de rodas e pneus, buchas; engrenagens, polias, rosca sem-fim, coroas, pinhões, cremalheira; pivôs, caixa de redução, diferencial, gancho, excêntrico; junta universal, correias, esteiras, conexões; e outras técnicas e auxiliares.

Figura 44 – Kit Mindstorms 9797

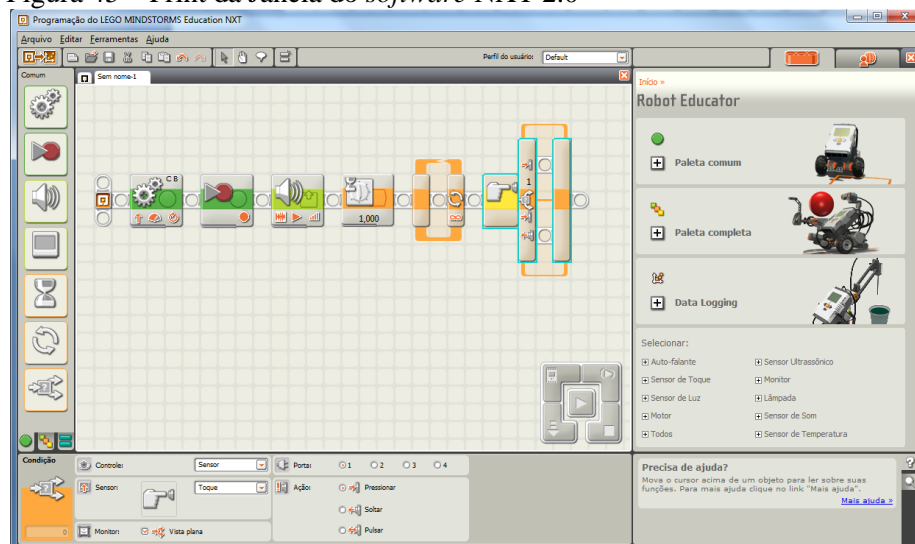


Fonte: <<http://goo.gl/lvLft1>>

Para controlar e ensinar o robô, utilizamos um *software* que foi desenvolvido pela própria empresa que fabrica o kit, o NXT 2.0 (Figura 45). Esse *software* foi comprado também em 2010 em uma versão site que pode ser instalado em **n** computadores. Seu custo na época foi de R\$ 980,00. A escolha do *software* foi pela facilidade em dar início à programação com os alunos, pois sua arquitetura é de blocos, onde o programador por meio de arrastar os recursos, construía a lógica de programação sem grandes dificuldades e dava seus primeiros passos na compreensão de como se constrói uma programação. No processo de

programar o robô, realizava ajustes nos motores e sensores e com um clique podia transferir e executar a programação. O bloco programável dava a opção de conexão com o computador por bluetooth ou cabo com porta USB.

Figura 45 – Print da Janela do *software* NXT 2.0



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Essa fase de acontecimentos foi destinada principalmente para exploração e conhecimento do kit. No primeiro contato, foi preciso dizer que as aulas de robótica não eram aulas de silêncio e muito menos de passividade, era preciso conversar e mexer com o material. Tanto que o professor precisou tirá-los de um estado de repouso para um de movimento, dando uma ordem de abrir os kits e mexer, pôr a mão, explorar. Acreditamos que ali quebramos uma prática da escola de só ouvir e copiar. Aqui, voltamos ao que falamos na introdução: a escola como vemos não é a escola como queremos, sentimos falta da curiosidade, da atitude investigativa que toda criança tem antes da escola. Investigativa de desmontar, de mexer, mesmo sem critério, sem rigor, muitas vezes sem chegar a lugar nenhum, mas querem saber. Esses alunos estavam ali parados frente ao kit, esperando pela aula.

A aula envolvia atividade e uso do kit. A rotina dos alunos foi mudada. Não era teoria e exercícios, era teoria, prática, exercícios e avaliação, praticamente tudo em um único acontecimento. As aulas começaram para explorar cada parte do kit, calmamente. Todavia, mesmo com esse objetivo, precisavam ser elaboradas de modo a explorar suas capacidades de resolver problemas. Explorar o kit de robótica foi uma experiência bem forte e nova para os alunos. Podemos ver isso principalmente nas seguintes falas sobre quando viram que era um kit da LEGO® Education. A reação com o trabalho com o kit da LEGO® Education expressou-se da seguinte forma:

Fernando: E quando você viu que era LEGO?

Sujeito 1: Achei diferente, porque eu nunca, LEGO eu nunca tive, só tive um brinquedo de LEGO, eu nem lembrava muito. Quando eu vi que era de LEGO, aí para mim foi um novo método de robótica, que eu não tinha experiência. Foi meio que um choque.

Sujeito 2: Nossa, foi muito legal, foi diferente, bem diferente para mim. LEGO, para mim, eram só aquelas pecinhas. Nem existiam essas outras, nem sabia que dava para funcionar. Foi bem diferente para mim.

Sujeito 3: Legal, é mais fácil que ficar juntando fiozinho.

Sujeito 4: Uai! Ehh, eu já imaginava que a gente ia mexer com robô e tal, mas... imaginava que a gente ia mexer com sucata e com tudo. **Só que aí, vieram uns kits bons, né? Que é da LEGO, que é bem bacana e têm vários sensores.**

A aceitação pelos sujeitos de pesquisa foi muito positiva, e as atividades propostas também, tanto que um dos sujeitos da pesquisa foi à aula inicialmente para ver como era, sem dar muito crédito. Vejamos:

Sujeito 1: Ah, primeiro assim e comecei entrando como uma oficina assim, para passar o tempo, para descobrir mesmo o que era robótica, e no começo eu pensei que fosse mais, tipo, eu levava mais na brincadeira no começo, mas depois eu fui vendo que era um negócio mais sério, num era um negócio, eu vou montar um robô hoje e vamos programar e no final da aula a gente desmonta e guarda. A gente começava, hoje a gente vai pegar, calcular, tal, fazer o robô, fazer tal coisa certinho e aí começou a ser um negócio meio que sério, porque a gente tinha um desafio e tinha aquela meio que competição entre os grupos, sempre a gente queria ser melhor, aí ficava com aquela atenção meio que sério assim.

Dessa forma, no primeiro momento, os sujeitos da pesquisa foram conquistados gradativamente pelas atividades, pelo material e, assim, conheceram o material de trabalho e as formas propostas para se trabalhar. Foi um momento que continuavam a ser alunos, mas de robótica. O diferencial nessa fase estava na forma como agiram e aprenderam. Ser aluno de robótica envolve uma postura mais ativa, estimulando-se a curiosidade, estando mais livre para testar. Mas não tão livres assim: as atividades eram objetivas, as soluções, assistidas, e recebiam orientação, quando necessário. O que se tornou uma novidade em termos de contexto de sua formação educativa.

4.2.2 “Eu senti meio que um peso nas costas. Agora eu sou um aluno monitor, agora vou ensinar.”: Monitores no projeto de robótica

Um segundo momento foi de mudança. Modificou sua realidade até então passiva de alunos, pois passaram a ser “Monitores do projeto de robótica”. O mesmo Sujeito 1 que entrou só para ver como era o curso, expressou que

Sujeito 1: O momento mais sério foi quando começou a passar da robótica 1 para robótica 2, quando os alunos começaram a, uns saíram, uns voltaram para a robótica 1, outros foram para robótica 2. Foi aí que a ver que o negócio já estava um pouco sério. Quando eu vi, o negócio já estava complicado, muito sério, que a gente se dedicava mais.

A robótica 2 à qual se refere é quando assumiram o papel de monitores. As responsabilidades não estavam apenas em sua aprendizagem, mas na dos outros integrantes do projeto de robótica. De todos os acontecimentos ligados à escola, uma marca significativa que visualizamos nesse processo foi a transposição de papéis, ou seja, de alunos, os sujeitos da pesquisa passaram a ser monitores. Para um sujeito da pesquisa, o impacto não foi intenso:

Fernando: O que você achou de ser monitora?

Sujeito 3: Ah, achei legal, mas é melhor a gente estar colocando a mão na massa.

Fernando: Prefere ser só aluna?

Sujeito 3: Ser monitora é legal também.

Fernando: Qual foi a sensação de ser monitora? O que você achou? O que seus colegas acharam?

Sujeito 3: Eu acho normal, só que, a única diferença é que a gente sabia um pouco mais do que quem estava lá, só isso.

Para outro sujeito, já foi mais interessante, vendo naquele acontecimento uma oportunidade de aprender mais. Podemos perceber isso na primeira fala, quando questionado sobre o que achou de ser monitor:

Sujeito 4: Foi bacana, porque você aprende, ensinando.

Fernando: O que você sentiu quando foi lá explicar pros seus colegas o que é a robótica?

Sujeito 4: É porque, às vezes, a dúvida deles também poderia ser a minha, e eu procurava resolver a dúvida e explicar pra eles e com isso eu aprendia também.

Dentre todos os sujeitos, a fala mais impactante, completa e que, infelizmente, cujo tom empregado em alguns momentos de sua fala não podem ser escritos, mas descritos como inflamados de sentimento, foi dado pelo Sujeito 1.

Fernando: Quando você passou de aluno a monitor, o que você sentiu?

Sujeito 1: Eu senti meio que um peso nas costas. Agora eu sou um aluno monitor, agora vou ensinar. Eu não fui com aquele pensamento: agora eu

que vou mandar, ajudar, botar ordem. Eu fui com o pensamento: eu vou ensinar o que eu aprendi, hoje estou ensinando, o que aprendi mais atrás eu estou ensinando para novas pessoas. Para mim isso foi, até hoje, para mim, isso aí é um valor que algo que não dá para descrever. Poder ver algo que você aprendeu assim foi bom, e poder repassar para alguém que não sabe, aí essa pessoa agradecer para você, muito obrigado por esclarecer minha dúvida, me ajudou bastante. Para mim, é algo sem valor.

Fernando: Você aprendeu mais com isso?

Sujeito 1: Aprendi, tanto no conhecimento como no meu caráter de ser.

Fernando: Como assim? Esclarece melhor.

Sujeito 1: Porque antigamente, eu pensava assim: eu quero ser a pessoa que fala assim e acabou, não, tipo, vai ser desse tipo e tal, não, agora eu tenho que procurar um modo de socializar com as pessoas e pegar a opinião delas não para detonar, mas modificar e melhorar, porque eu acho que tudo que a gente tiver na vida, mesmo que seja melhor que a gente, a gente tem que tentar, não naquele pensamento de que quero ser melhor que aquilo, mas pegar aquela ideia não só para você, mas para o própria pessoa que te ensinou, para o futuro que você for ensinar alguém e por aí vai.

Foi um acontecimento comum a três pessoas, mas experiências totalmente distintas. Larrosa (2014, p. 32) já falava isso: “o acontecimento é comum, mas a experiência é para cada qual sua, singular [...]”. Isso que me passa para o Sujeito 3 é que “sei mais”, tenho o saber. Já para o Sujeito 4, isso que me passa é que “não sei de tudo”, mas posso aprender quando tento ensinar, e, para o Sujeito 1, isso que me passa é que “sou responsável pela aprendizagem do outro” e que “o conhecimento que aprendi deve ser compartilhado, socializado”.

Nessa fase de acontecimentos, os sujeitos desta pesquisa tiveram seus momentos de professores, sentaram e ensinaram colegas, sentiram a responsabilidade de ajudar o outro a alcançar o mesmo nível de conhecimento que ele ou até mais. Nesse processo, eles aprendiam juntos, pois o ensinar é permeado de acontecimentos inesperados, que somente são superados, refletindo e estudando para produzir juntos. De certa forma, serem monitores foi uma forma de avaliar suas próprias capacidades e conhecimentos. Podemos dizer, também, uma oportunidade de aprender ensinando. A marca de ser monitor está em ser responsável pela aprendizagem do outro, ensinando a desenvolver sua própria aprendizagem e que, principalmente, o que aprendemos é para ser compartilhado, socializado.

Esse papel de monitor permitiu rever o que fizeram enquanto alunos e ensinar o que aprenderam. Algumas atividades foram modificadas, mas não fugiram do que tinham visto. Esse processo foi sendo superado gradativamente. Foi um momento a mais de interagir e mexer no kit, e, mesmo tendo um papel de professor, estavam junto com os outros alunos. Não era uma postura afastada, mas integrada às equipes. De certa forma, uma lição educativa, de que ensinar para eles é integrar-se aos alunos para juntos construírem uma aprendizagem.

4.2.3 “era uma experiência a mais, de participar de torneio, de participar de um projeto de robótica. Tudo é positivo.”: Equipe de competidores (papéis) da flil e obr

Além de serem alunos e monitores no projeto de robótica, também foram competidores. Contudo, esse papel era novo apenas no caráter de serem competidores de robótica, pois a escola tinha em sua cultura o incentivo a seus alunos para participação em olimpíadas de conhecimento. Colombo (2011), ao pesquisar a contribuição das Olimpíadas de Química para a formação dos alunos do ensino médio técnico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Curitiba, afirma que

A partir do instante que se tem um ensino de qualidade, considerando o censo comum de que a escola particular anotada é altamente qualificada, consegue-se aumentar a participação dos alunos nas olimpíadas escolares. O aumento considerável ao número de alunos que se matriculam nestas escolas particulares é também devido em grande parte à divulgação dos bons resultados que seus alunos de olimpíadas conseguiram. Conforme observado pelo Coordenador Geral das Olimpíadas Brasileiras de Química (Dr. Sérgio Maio Melo.), “o investimento possui retorno compensador” (COLOMBO, 2011, p. 87).

Por mais que o ponto de vista seja para instituições particulares, o mesmo podemos considerar para a escola pesquisada, que, durante sua caracterização na transcrição de uma reportagem, remete muito ao que Colombo falou, ou seja, a reputação da escola em sua qualidade de ensino e os resultados positivos em olimpíadas de conhecimento agregam valor à instituição e levam a filas de pais em busca de vaga para seus filhos. Na instituição, estar envolvido em competições é bem visto pelo corpo docente.

A competição sadia, leal e supervisionada possui papel fundamental no amadurecimento do aluno. Um viés interessante é o processo autodidata, pois o aluno incitado a tal competição passa a buscar informações em fontes diferenciadas de pesquisa, bem como, passa a digerir essas informações de maneira responsável, o que colaborará para a estruturação do seu raciocínio lógico (COLOMBO, 2011, p. 97).

Pensando nesse sentido, a inserção dos alunos em torneios de robótica seria um complementar no processo formativo e de amadurecimento do aluno. É um tipo de acontecimento até então não vivido por aqueles alunos. E, dos sujeitos que fazem parte desta pesquisa, um recebeu medalha na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e outro recebeu menção honrosa. Além disso, esse acontecimento, como descreve um dos

sujeitos da pesquisa ao dizer que o campeonato foi o que ele mais gostou e justifica da seguinte forma:

Sujeito 4: Porque a gente teve que levar mais a sério.

Os torneios são momentos de avaliação, de prova. Esse papel de competidor foi em dois acontecimentos, no Torneio FIRST LEGO League (FLL) e nas Olimpíadas Brasileiras de Robótica. Vejamos os resultados e o que eles aprenderam nesses acontecimentos

4.2.3.1 Torneio De Robótica Da First Lego League (Fll)

Assim, o primeiro torneio que os sujeitos de pesquisa vieram a participar foi o da FIRST LEGO League (FLL), um torneio de nível internacional, com processos seletivos divididos em etapas locais, regionais, nacionais e uma internacional. Nesse torneio, participamos da etapa regional do Estado de Minas Gerais.

O Torneio de Robótica da First LEGO League (FLL) é mais uma das modalidades de competição de robótica que existe no mundo. A participação nesse torneio foi uma situação do acaso, uma oportunidade. A princípio, tínhamos uma interpretação errada sobre ele, acreditávamos ser apenas para as escolas particulares que trabalhavam com a metodologia e o material de robótica da LEGO® Education. Só então tivemos conhecimento da amplitude do torneio, sua dimensão internacional e passível de participação de qualquer instituição de ensino fundamental ou médio. O torneio, segundo SESI, teve origem

em 1998 pela FIRST® em parceria com o Grupo LEGO, a competição propõe que estudantes sejam apresentados ao mundo da ciência e da tecnologia de forma divertida, por meio da construção de robôs feitos inteiramente com peças LEGO® e programados com a tecnologia LEGO® Mindstorms® NXT (SESI, 2014).

No mundo, segundo o site do Instituto Aprender Fazendo⁴⁷ que gerenciou e divulgou o torneio, existem mais de 56 países participando. No Brasil, a estatística de 2004 a 2011 apontava um impacto de 1989⁴⁸ times participando das etapas promovidas no país. Esse ano, a etapa estadual de Minas Gerais aconteceria em Uberlândia, no *campus* Educação Física da

⁴⁷ Disponível em: <aprenderfazendo.org.br>. Acesso em: 22 jan 13.

⁴⁸ Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/home/first/programasfirst/fll/impacto>. Acesso em: 22 jan. 13.

Universidade Federal de Uberlândia, segundo o site da organização e o Manual de Instrução. Era mais um motivo para inscrever uma equipe: o torneio seria “em casa”.

O site do Instituto Aprender Fazendo esclarece os principais pontos avaliados por um corpo de juízes e para os quais os alunos devem se preparar. Esses pontos são:

- a) Core Values: eles estão entre os elementos fundamentais que distinguem esse, de outros programas do gênero. Ao adotar os valores centrais, os participantes aprendem que competição amigável e ganho mútuo não são objetivos distintos e que ajudar um ao outro é o fundamento do trabalho em equipe (FAZENDO, 2012);
- b) desafio do robô: essa etapa consiste no *design*, na construção e na programação de um robô que desempenhará determinadas missões e deverá atender às regras para alcançar as pontuações determinadas no jogo. Entendê-las é importante para a construção do protótipo que irá encarar o desafio em uma mesa de competição padronizada e arquitetada conforme o tema da temporada (FAZENDO, 2012);
- c) projeto de pesquisa: essa etapa de incentivo à pesquisa científica consiste no levantamento de informações e elaboração de estudos referentes ao tema anual sugerido pela FIRST® e dá origem a soluções inovadoras desenvolvidas pelos jovens durante a participação no programa. A apresentação da conclusão da pesquisa aos jurados é um importante quesito de avaliação no torneio, contribuindo para que os jovens construam o pensamento crítico e desenvolvam habilidades de comunicação (FAZENDO, 2012).

Nas avaliações dos Core Values, analisam o comportamento da equipe. No desafio do robô, envolve a competição e o melhor protótipo de robô. Por fim, a partir da temática do torneio, apresenta um problema no qual as equipes precisam construir uma solução. As temáticas são o cerne do torneio, pois elas determinam praticamente todas as produções que as equipes devem fazer no torneio. No período de 2012 a 2013, o tema foi “*Senior Solutions*” ou soluções para idosos. As etapas regionais foram realizadas em 2012, e a nacional, em março de 2013 (FAZENDO, 2012, p. 5), e, posteriormente, a etapa internacional.

Compreendida a dimensão de tarefas que tínhamos que fazer, era preciso, então, compor a equipe.

Sua equipe FLL pode ter de 4 até dez (10) crianças, e todas devem ter a idade apropriada de acordo com os requisitos de cada região. Nos Estados Unidos, Canadá e México; os membros da equipe podem ter entre 9 a 14 anos. Em outros países, os membros da equipe podem ter de 9 a 16 anos. Verifique com seu Parceiro Operacional em caso de dúvidas sobre o limite de idade em sua região.

Para participar da temporada, o integrante deve ter 15 anos completos até o dia 31 de dezembro de 2012, ou seja, o integrante deverá ter, no máximo, 15 anos e 364 dias, até o último dia ano. Se o integrante, classificado em etapa regional, completar 16 a partir de 1º de janeiro de 2013 ele estará autorizado a participar do Nacional em Março de 2013. Lembre-se de que um membro pode participar somente de um time (FAZENDO, 2012, p. 13).

Segundo Fazenda (2012, p. 5), os valores que seriam investidos eram:

Figura 46 – Print da tabela de Valores para a temporada 2012-2013

DESCRIÇÃO	VALOR
Filiação*	R\$ 200,00
Inscrição Torneio Regional*	R\$ 580,00
Inscrição Torneio Nacional**	R\$ 790,00
Kit FLL® – Senior Solutions	R\$ 520,00
Kit LEGO® NXT Mindstorms®***	R\$ 1.980,00
NXT Mindstorms® Software***	R\$ 295,00
Kit LEGO® NXT Mindstorms® Almojarifado***	R\$ 685,00

* Valores por time.

**Válido somente para as equipes classificadas para a Etapa Nacional

*** Valores válidos somente para times filiados ao IAF

Fonte: Instituto Aprender Fazendo⁴⁹

Através do site do Instituto Aprender Fazendo é realizado todo o processo de inscrição. Os pagamentos de taxas são realizados no PagSeguro⁵⁰, o qual “é uma solução completa para pagamentos do UOL, a maior empresa brasileira de conteúdo e acesso à internet, para facilitar negociações entre compradores e vendedores dentro e fora da web” (PAGSEGURO, 2014). As formas de pagamento oferecidas são: boleto, cartão de crédito, transferência bancária ou carteira eletrônica. Dessas, optamos por boleto bancário, o qual ocasionaria uma taxa de um real sobre o valor.

O primeiro passo para inscrição foi a filiação obrigatória a FLL, tendo um gasto de R\$ 201,00. Só após a filiação poder-se-ia fazer a inscrição do time na etapa regional que foi realizada no dia 30 de outubro, no valor de R\$ 581,00. Feita a inscrição, é realizada a aquisição do tapete de competição no valor de R\$ 577,20. Nesse valor, há R\$ 57,20 de frete. Considerando que o kit de robótica, maleta almojarifado e o *software* da LEGO eram de

⁴⁹ Disponível em: < www.aprenderfazendo.org.br/>. Acesso em: 06 jan. 2012.

⁵⁰ Disponível em: <<https://pagseguro.uol.com.br/campanha/venda-com-pagseguro-promocional-cadastro.html?psid=1>>. Acesso em: 06 jan. 2012.

propriedade da UFU e estavam à disposição da pesquisa e dos alunos, não houve a necessidade de comprá-los.

O tapete de competição era uma malha de lona com as missões que os robôs deveriam realizar. Junto ao tapete vinha o conjunto de peças LEGO que iriam montar os desafios. No entanto, os gastos não se encerraram. Para montar o tapete, era necessária uma mesa específica para treino que foi adquirida no valor de R\$ 500,00. A mesa é feita de compensado e deve ter medidas 2,38m de comprimento X 1,14m de largura X 7,7cm de altura (FAZENDO, 2012, p. 2-3).

Até o momento, essa apresentação em detalhes do torneio é para expor que no papel de competidores, uma equipe interessada em participar de um evento dessa categoria possui a necessidade de fazer um investimento, que nesse caso específico, para alunos de escola pública, é um valor que gera dificuldades em ser adquirido rapidamente. A equipe construída era uma empresa de investimento, que assim podemos considerar. Em um momento desta tese, foi comparada a formação das equipes às equipes de corrida de Fórmula 1. Como uma equipe competidora de torneio, participar envolve gastos tanto para ingressar no evento como em materiais, até o dia do evento.

Investir em material e na formação da equipe são passos iniciais para começar a participação de um torneio, mas é preciso se preparar, pois o torneio avalia um projeto de pesquisa, a competição no tapete e os *core values*. Todos esses três, digamos, produtos, foram sendo construídos ao longo do mês de novembro e alguns dias de dezembro. O projeto de pesquisa teve uma demora em sua construção. Uma das razões estava principalmente na motivação que os desafios do tapete de competição proporcionavam. Mesmo assim, era necessário construir um projeto de pesquisa. Para recordar, o projeto de pesquisa cuja temática era soluções para idosos, instruía que deveria:

- Encontrar um parceiro idoso
- Identificar e aprender sobre um problema enfrentado pelos idosos
- Criar uma solução inovadora para o problema que você identificou
- Compartilhar seu problema e solução com os outros (FAZENDO, 2012, p. 2).

A primeira instrução não foi seguida à risca, tanto que os primeiros projetos tinham origem nas experiências dos integrantes da equipe. Inicialmente, uma das ideias veio com a questão do fogão, deixar a chama acesa, vaziar gás. Essa ideia veio a partir de relatos de integrantes da equipe com seus respectivos avós. Mas, antes de dar continuidade, era preciso realizar uma pesquisa e ver se ninguém mais já havia pensado nesse problema. Em uma

pesquisa, encontramos estudantes do curso de robótica do Serviço Social da Indústria (SESI) de Sertãozinho (SP), que desenvolveram um dispositivo que corta a passagem do gás de cozinha no fogão assim que o alimento começa a queimar na panela (FRANCA, 2012).

Outro problema que foi levantado é como um idoso, ao sofrer uma queda, pode avisar ou pedir socorro, caso ele more sozinho. Para situações desse tipo, os alunos pensaram em um dispositivo, um colar que pudesse ser acionado, comunicando a família ou chamando a emergência. A partir das discussões iniciadas na escola, foi feito até um *post* no grupo do Facebook explicando uma ideia:

Tive uma ideia e queria postar para vocês verem, o que vocês acham de um objeto que possui 2 Botões um de fácil acesso (para emergências) e encima que seria o botão emergencial secundário, mais isso não é a grande coisa que eu pensei. Ele vem com um dispositivo de gravidade que mede a oscilação do ponto de gravidade como os celulares que reconhecem quando eles estão para baixo ou para cima. Quando tive algumas conversas com o Luís ele falou que os idosos não conseguiriam apertar o botão, então ele cairia no chão... O que vem de revolucionário quando ele cai no chão seja passando mal ou por um acidente, o sensor irá detectar isso e automaticamente ligará para emergência, ele possui também os botões de emergência no caso de acontecer um acidente como a casa pegando fogo, uma explosão, entre outros. E uma coisa que achei muito legal foi que o projeto que eu fiz é pequeno e não é caro, no caso feito para todos idosos, ele pode ser carregado no pescoço junto com a sua corrente no pescoço, no caso se o idoso usasse marca-passo isso não terá problema pois este aparelho cabe no bolso e no amarrado no pulso, eu desenvolvi ele para ser a prova de água, pois os idosos de hoje sofrem bastante acidente escorregando nos banheiro ao tomar banho (**Post** no grupo do Facebook feito por Sujeito 1 em 23/12/2012).

Não contente com sua explicação, o integrante da equipe ainda realizou um desenho do protótipo de colar de emergência (Figura 47), no *software Paint*, presente no sistema operacional Windows. Segundo o *post* do membro da equipe, foi feito durante a madrugada. Na explicação dele, teria botões de emergência, maior resistência à quebra, resistente à água e sensor de gravidade que detectasse uma queda.

Figura 47 – Protótipo de dispositivo de emergência



Fonte: Próprio autor.

Foi mais uma ideia criativa, contudo já existia. Durante a pesquisa, encontramos uma empresa cujo dono fez de um problema familiar um negócio⁵¹, criando dispositivos que avisam a uma central que imediatamente notifica familiares ou encaminha ajuda profissional, dependendo da gravidade.

Acaba surgindo uma frustração, nesse caminhar. O tempo se esgotava e as ideias que eram pensadas já tinham sido colocadas em prática por outras pessoas. No entanto, o esforço da equipe estava sendo em buscar os problemas em suas experiências pessoais, familiares e na internet. E, a partir desses, construir as soluções, sendo que o torneio, além de um manual que instruíra o processo, tinha outros manuais, como o que sugeria à equipe um diálogo com outras pessoas que tinham uma relação profissional com os idosos, cuidam de idosos. Era importante nesse processo também conhecer um profissional, como ele se preparou, como é cuidar de um idoso. As instruções em Fazendo (2012) sobre o projeto de pesquisa orientavam a equipe a entender a realidade do idoso sobre duas perspectivas: a do próprio idoso e de quem convive e cuida dele, e em cada olhar há instruções de como fazer essa abordagem, quais tipos de questões podem ser perguntadas. A preparação, antes, é um ensinamento de como ser um pesquisador. Além disso, para familiarizar a equipe com termos muito relacionados à vida de um idoso no que se refere à saúde, acessórios que fazem uso, tinha-se um glossário no qual a equipe poderia resumidamente entender e conhecer um pouco mais do que poderiam ouvir e ver.

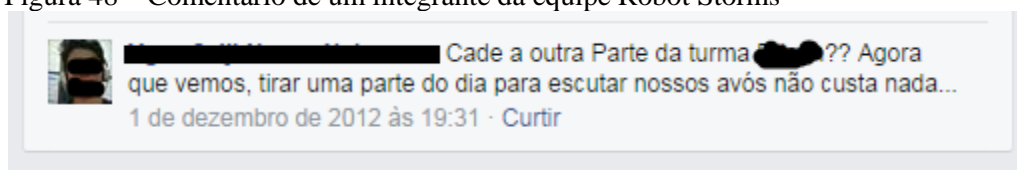
Mesmo com os esforços da equipe em encontrar problemas e determinar soluções, um erro estava sendo cometido: não seguir o principal indicador para construção do projeto que é inserir-se na realidade daquele público a ser pesquisado. É um elemento muito debatido

⁵¹ Disponível em: < <http://www.telehelp.com.br/>>. Acesso em: 25 nov.2012.

quando o assunto é buscar melhorar o ensino, fazer o ensino contextualizado, conectado à realidade do aluno. O projeto de pesquisa estava fazendo exatamente isso, conectando o aluno no seu processo formativo a uma realidade, e, percebendo essa importância, veio a ideia do professor e mentor da equipe de fazer uma atividade já realizada pela escola por outro professor, fazer uma visita a um abrigo para idosos da cidade. Assim, todos os elementos sugeridos na pesquisa seriam contemplados com o contato com diferentes idosos, diferentes situações, problemas e podendo dialogar com um profissional.

Buscando formular o projeto, decidiu-se sair da escola. Foi agendada uma visita a um abrigo para idoso chamado Fundação de Ação Social Evangélica (FASE) “Rev. Adão Bontempo”. Foi justamente nessa visita que reconhecemos um problema real, uma necessidade mais humana do que máquina. Essa visita nos permitiu perceber que a necessidade ali era uma questão de diversão, atividade física, ocupacional e calor humano. No grupo do Facebook, sintetizamos essa ideia pelas palavras (Figura 48) de um sujeito da pesquisa e integrante da equipe.

Figura 48 – Comentário de um integrante da equipe Robot Storms



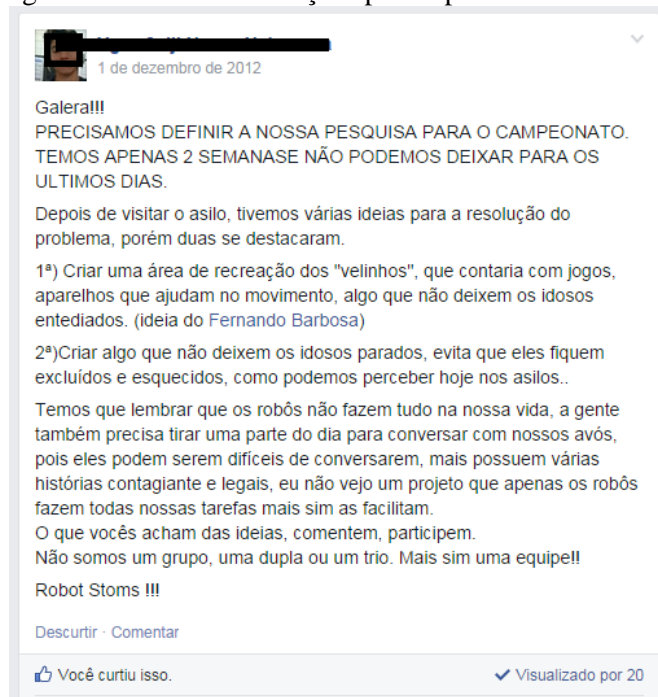
Fonte: Próprio autor.

Alguns integrantes da equipe não puderam ir, mas o principal desse dia foi o impacto e a reflexão desse sujeito. Foi preciso mergulhar em uma realidade que muitos não sentiam, podiam até saber que existia, mas seus sentidos não absorviam a ponto de internamente levar ao choque e marcar sua formação. É muito diferente ir e viver a experiência do que ler, ouvir, assistir imagens e vídeos.

Esse mesmo sujeito resumiu mais tarde as ideias (Figura 49) que poderiam ser desenvolvidas para o projeto. Ao discutirmos, sugerimos a questão de recreação, vimos o problema, ajudamos um pouco, oferecendo opções. Mas a continuação e construção final dessas ideias seriam apenas deles. Apontar o rumo, todos podem fazer, mas decidir, cabe a eles. O nosso papel enquanto professor e parte da equipe Robot Storms em certos momentos se misturaram, nos sentíamos da equipe, contudo recuávamos quando necessário, mas intervínhamos com questionamentos quando as escolhas deles não iriam ter resultados positivos. Nessa síntese de ideias que resolvessem o problema dos idosos daquele abrigo ou até mesmo

de outros, a sensibilidade do sujeito da pesquisa volta a aflorar. Ele agora tecia um maior respeito aos seus próprios avós.

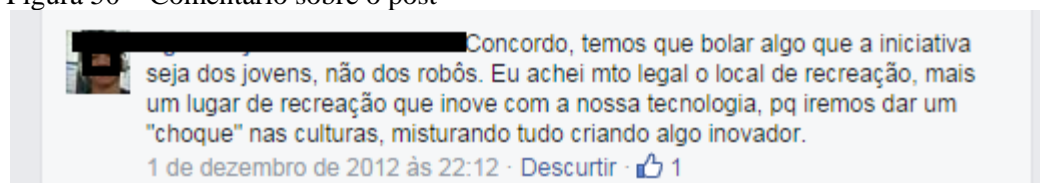
Figura 49 – Post com soluções para o problema de recreação



Fonte: Próprio autor.

Sua preocupação não era só com a tecnologia, ele via que certas coisas são tarefas humanas, mas, em um comentário sobre o seu *post* (Figura 50), em resposta aos questionamentos do integrante de apoio, ele salienta a importância de mesclar a “nossa tecnologia” com a cultura dos idosos, realizar um choque cultural.

Figura 50 – Comentário sobre o post



Fonte: Próprio autor

No Manual do Técnico, na parte “Construindo uma temporada”, uma instrução é dada no assunto “Solucionando problemas”.

Apresente o método KISS, “Keep It Simple, Silly” para a sua equipe. No mundo da engenharia, soluções simples, mas efetivas são muito melhores do que soluções complexas. Uma solução complicada tem muito mais chances de falhar, é de difícil manutenção, tem um custo mais alto e sua operação é menos intuitiva (FAZENDO, 2012, p. 9).

Em outras palavras, faça algo simples que será transformador. Alguns elementos na constituição do projeto de pesquisa impediam a total constituição da ideia de um centro de recreação. A ideia não era descartar, mas trabalhar com o que podíamos fazer acontecer naquele momento. Tanto que unimos alguns materiais adquiridos pelo PIBID para um projeto de jogos lógicos, de raciocínio, e retornamos ao abrigo no dia 8 de dezembro e desenvolvemos os jogos com alguns idosos interessados, tentando atender às necessidades deles e começar a pôr em prática o projeto de recreação.

Percebam, nessa descrição detalhada, que no papel de competidor existem particularidades de outros papéis incorporados pelos alunos. Ao buscar desenvolver um projeto de pesquisa, estavam agindo como engenheiros, buscando construir soluções para os problemas do mundo. A explicação do Fazendo (2012) método KISS já apresentou um papel deles nessa fase. Como parte de um produto de engenharia, existe uma parte de validação, antes que seja vendido em massa. Essa fase foi pôr em prática a proposta, tendo se constituído em um momento totalmente lúdico, com jogo de damas (Figura 51), que envolve raciocínio e estratégia. Além disso, foi levado torre de Hanói (Figura 52), Liga Liga (Figura 53), entre outros.

Figura 51 – Jogo de damas



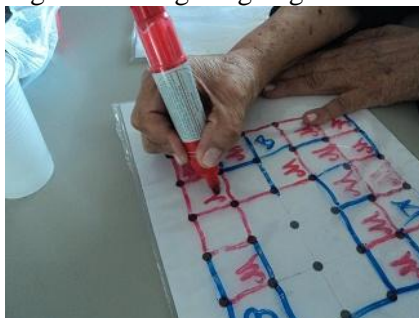
Fonte:Próprio autor.

Figura 52 – Torre de Hanói



Fonte: Próprio autor.

Figura 53 – Jogo Liga liga

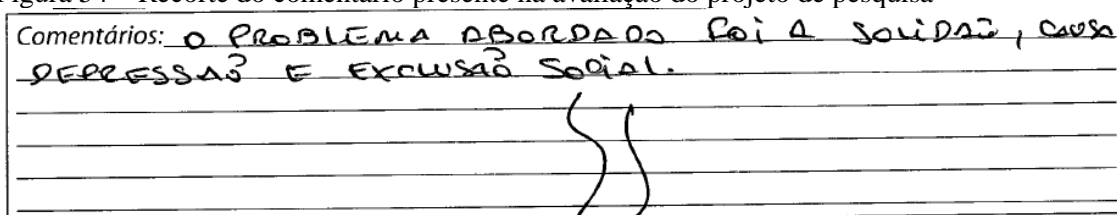


Fonte: Próprio autor.

Foi um resgate lúdico, pois eram jogos que talvez esses idosos já tivessem aprendido quando jovens. O jogo de damas foi o mais empolgante. A lucidez do idoso que se interessou em jogar era maior, tanto que ele mencionou que fazia tempo que não jogava. Se é um abrigo, um lugar de repouso, porque atividades lúdicas acabam no esquecimento? Adultos também brincam!

Toda a ideia em propor um espaço de recreação foi publicado em um *blog*⁵², como parte da tarefa do projeto de pesquisa. Para complementar o projeto de divulgação, foram feitos *banners* da visita ao abrigo (Anexo G) e do projeto de pesquisa (Anexo H). Esses materiais seriam necessários para montar o estande no dia do evento e fazer a apresentação aos jurados. Já falando em avaliação (Anexo I), no quesito processo de pesquisa, o projeto foi considerado claro em sua maioria, possuía três informações, fontes e referências, a análise do problema e a revisão das soluções foram consideradas suficientes. Em termos de nível⁵³ essas avaliações estavam em “Finalizado” e receberam um comentário (Figura 54).

Figura 54 – Recorte do comentário presente na avaliação do projeto de pesquisa



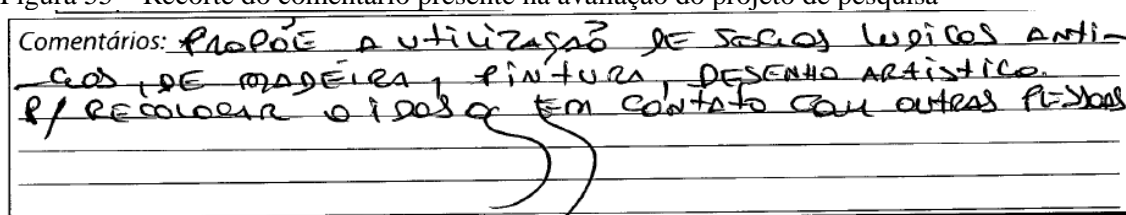
Fonte: Próprio autor.

Quanto à avaliação no quesito solução inovadora, a equipe recebeu apenas um comentário (Figura 55), ressaltando os elementos do projeto.

⁵² Disponível em: < <http://www.robotstorms.blogspot.com.br/>>. Acesso em 20 de jan 12.

⁵³ Havia quatro níveis: Início, Em desenvolvimento, Finalizado e Exemplar.

Figura 55 – Recorte do comentário presente na avaliação do projeto de pesquisa



Fonte: Próprio autor.

E, no último quesito, Apresentação do Projeto, a equipe foi considerada clara na sua apresentação, teve um nível em desenvolvimento no critério criatividade, considerado finalizado no critério Compartilhamento do Projeto. No geral, foi considerada uma boa apresentação. Divulgar, compartilhar, publicar é parte de outro papel que a equipe acabou vivendo, mas de forma natural. Os recursos de divulgação, apresentação do projeto de pesquisa ou produto solução para um problema dos idosos é parte do marketing de uma empresa. Desenvolveram a comunicação, foram publicitários, outra particularidade de um papel vivido pelos sujeitos da pesquisa.

Além do projeto de pesquisa, a equipe tinha que produzir um robô, destinado ao tapete de competição, que foi montado nos dias 6 e 8 de novembro. Desde aqueles dias, a equipe realizou um esforço maior sobre a construção de robôs e programação para a resolução dos desafios do tapete. Essa fase envolve dois produtos que serão avaliados no torneio na categoria “Projeto de Robô: o robô e a programação”. A competição no tapete é pontuada, mas é uma validação do trabalho. Percebiam novamente que a equipe exerceu uma função de engenheiro e programador.

O tapete de competição possui desafio ou missões que o robô da equipe precisa resolver em 2,5 minutos. No manual Desafio do Robô, temos:

- A missão é um ou mais objetivos/ resultados alcançáveis que valem pontos, conforme detalhado na página “Missões”.
- Você decide a ordem na qual executar as missões, e quantas executar com cada programa no robô.
- Você não precisa executar todas as missões.
- Você pode voltar a executar as missões quando for possível, mas o campo não é remontado para tal efeito. Exemplo: Se uma missão é para o robô derrubar uma pilha para o leste, e o robô não a alcança, você pode tentar novamente mais tarde, uma vez que a pilha não é perturbada. Porém, se o robô ativo derruba a pilha para o oeste, é impossível tentar de novo a missão, pois a pilha não é remontada (FAZENDO, 2012, p. 4).

Para resolver essas missões, nasceu o robô Cataegis, batizado com esse nome no dia 29 de novembro. O significado tem origem no latim e é “furacão”. A versão do Cataegis foi sendo construída ao longo dos dias. No dia 9 de novembro de 2012, quando iniciamos o treinamento no tapete, fizemos uma versão (Figura 56) que tentava resolver o desafio da missão 01 dos “Animais em serviço”.

Figura 56 – Cataegis primeira versão



Fonte: Próprio autor.

Com o passar dos dias, com soluções para os desafios construiu-se um novo robô. O Cataegis tinha uma pá, braços flexíveis, braço rígido, garra/catapulta e alavanca para cumprir as missões. Os itens braço rígido e alavanca eram trocados, e os demais permaneciam na estrutura desde início até o final das missões. Para compor a estrutura do Cataegis (Figura 57), ele tinha três motores, dois sensores de luz, um para-choque traseiro para encostar nas paredes da mesa e alinhar, um bloco programável com bateria modelo 9797, além de itens da LEGO que vieram no tapete e foram incorporados à estrutura. As regras estipulavam que tinham que ser usados somente produtos da LEGO® e LEGO ® Education.

Figura 57– Cataegis



Fonte: Próprio autor

Em 4 de dezembro 2012, essa versão do robô estava pronta. Desse dia até o dia 14 de dezembro, os esforços estavam em ajustar a programação. A expectativa com a avaliação do robô e até desempenho dele no tapete eram animadores. Na véspera, no dia 14, o robô foi levado para casa para as últimas calibrações e, por um azar do destino, esse se desmanchou dentro do carro. Não saberemos o que o Cataegis podia ter feito no torneio, só sabíamos o que ele tinha feito nos treinos e em sua criação. Em menos de 24 horas, nasce outro Cataegis (Figura 58), mais simples, mais robusto e disposto a arriscar tudo no tapete, ou seja, era tudo ou nada. A equipe demonstrou nesse momento ser flexível às adversidades.

Figura 58 – Cataegis nova versão



Fonte: Próprio autor.

Com essa nova estrutura, a estratégia original teve muita coisa descartada, dentre elas, o exercício de força. O robô foi calibrado no dia do campeonato, durante alguns minutos disponíveis e com nosso tapete no chão. Não havia nada nas regras que proibisse o uso de seu próprio tapete. Quando falamos de regras, podemos pensar em leis. A leitura e interpretação das regras são feitas em uma empresa pelo departamento jurídico. No papel de competidores, os sujeitos da pesquisa tiveram também um pouco de estudiosos das leis ou regras. Conhecer bem as regras era uma forma de criar estratégias e saber o que fazer no torneio de acordo com a situação.

Para evitar atrito com o evento ou outras equipes, fizemos uso do nosso tapete bem discretamente. No início das atividades de robótica, uma ideia foi plantada. As equipes seriam iguais às equipes de Fórmula 1, no entanto, para uma equipe de Fórmula 1 faltou um carro reserva. Só depois do acidente é que vimos a importância disso, mas era impossível, as peças de todos os kits foram usadas, não dava para montar uma segunda versão. Estávamos em desvantagem material. Ao questionar um dos sujeitos da pesquisa sobre o kit, ele fez uma descrição com reclamação.

Sujeito 1: Referente aos kits que a gente usou, já estavam uns kits muito desgastados, e eu não sei se isso prejudicou ou ajudou, [...] Mas o único

ponto negativo dos kits assim foi o problema da bateria, que um dia a gente programava e no outro dia estava tudo ruim (Entrevista 1).

Além disso, em conversa com eles durante o torneio, detectaram uma diferença que pode parecer pequena, mas relevante, e que procuramos lembrar na entrevista após o torneio.

Sujeito 1: Há, havia sim, os kits das outras escolas, a maioria era tudo novo, praticamente tirado da caixa, e o nosso não, e isso aí dá uma diferença bastante, porque usar um negócio mais usado, mais desgastado comparado a um novo, que acabou de ser tirado não tem nem comparação (Entrevista 1).

Em termos de material, nossos kits tinham maiores horas de trabalho. Infelizmente, o investimento só para a inscrição já havia sido muito grande, era impossível comprar novos materiais. Vemos muita semelhança com uma equipe de corrida iniciante, estão na competição, muitas vezes, com equipamentos com menor qualidade do que a melhor equipe, mas estão lá, lutando, fazendo o seu melhor para crescer.

Apesar dos contratempos, a estrutura física foi avaliada (Anexo K) e considerada pelos juízes na avaliação de Design Mecânico referente à durabilidade, um robô na categoria “Exemplar” e em eficácia mecânica e mecanização foi tido como finalizado. Na avaliação do robô, também é avaliada a Programação, que em termos de qualidade foi considerada finalizada, ou seja, obtinha resultados repetidamente, mas a escrita do código avaliada no critério Rendimento de Programação foi tida como ineficiente e confusa, ou seja, em desenvolvimento. A avaliação da programação em termos de autonomia, foi considerado finalizada, tendo poucas intervenções humanas. Por fim, é avaliada a Estratégia e Inovação, em que os critérios - processo de *design*, missão estratégica e inovação - foram considerados em desenvolvimento. A avaliação foi coerente, já que o robô tinha sido projetado e programado algumas horas antes do evento.

Já que estamos falando do tapete e do robô, o resultado da equipe na competição do tapete (Anexo L) foram os seguintes:

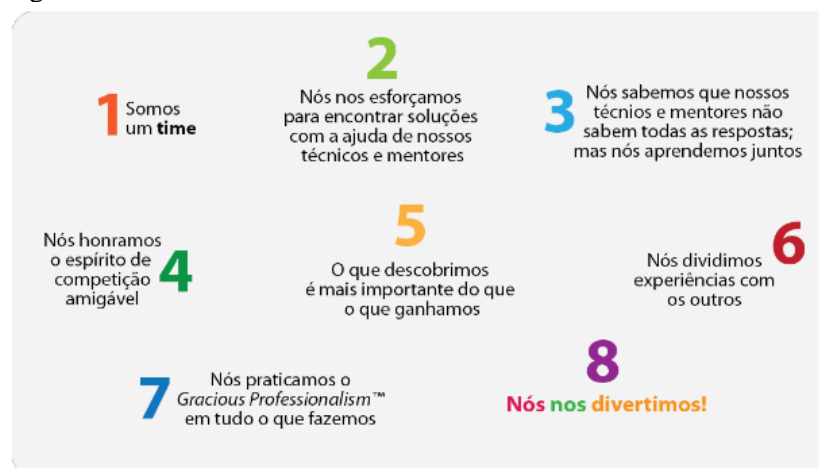
- a) 1º round realizado dia 15/12: 155 pontos;
- b) 2º round realizado dia 16/12: 145 pontos;
- c) 3º round realizado dia 16/12: 220 pontos.

Das três tentativas, prevalece a maior nota. Em relação às 49 equipes que estavam competindo, a equipe Robot Storms ficou em 25º no tapete. A classificação geral não foi

publicada, apenas a listagem dos classificados para a etapa nacional. Considerando que não era o robô construído e preparado pelos alunos durante dias, o resultado ainda foi muito bom.

Além do projeto de pesquisa, robô e torneio, tinha também a avaliação dos Core Values (Figura 59). São princípios importantes na formação e no trabalho em equipe.

Figura 59 – Valores FLL



Fonte: FAZENDO, 2012.

Os valores de 1 a 3 - a importância de ser uma equipe - são fáceis de ser incorporados, tanto que eles sabiam que só conseguiriam participar se trabalhassem em equipe. Podiam tomar decisões coletivas e distribuir as tarefas, mas não conseguiriam fazer as coisas sozinhos. Agora, o valor 4 é um tanto quanto complexo de ser incorporado, é um valor que precisa de muito tempo para ser trabalhado, por exemplo, ajudar uma outra equipe em uma situação-problema, é considerado um princípio de competição amigável. Inicialmente, competição já implica em conflito, pode haver respeito, mas cada equipe no seu lugar. Não recordamos de nenhuma equipe de Fórmula 1 emprestando pneus a outra equipe concorrente, mas já vimos pessoas de diferentes equipes correr para ajudar outro corredor em um acidente que atente contra a vida. Esse valor é, ao nosso entender, uma declaração de que acima de tudo somos humanos, estamos aqui para ajudar uns aos outros, aprender e ensinar juntos. Participar de um torneio FLL é desenvolver talentos, produzir ideias que podem ser comercializadas e incentivar o competidor a um futuro empreendedorismo. Uma competição amigável.

Retomando os valores, os demais são até bem trabalhados, principalmente no que se refere irmos para nos divertir e aprender com os outros. Esses foram bem trabalhados, pois era o primeiro torneio deles, o primeiro ano de robótica, e estavam ali para enfrentar equipes mais experientes. Tivemos o cuidado de discutir e falar da realidade, que entramos para competir

faltando pouco mais que um mês para o torneio. Além disso, era nossa primeira experiência, que iríamos nos esforçar ao máximo e fazer o melhor, mas o importante era ir para aprender, sentir. Se a vitória fosse conseguida, seria bem-vinda. Se não fosse, tudo bem. O importante era o que vivemos, ou como diz Roberto Carlos em sua música “Emoções”, “se chorei ou se sorri, o importante é que emoções eu vivi”. Emoções são marcas, e marcas para Larrosa (2014) são experiências. E o termo experiência foi usado pelos sujeitos da pesquisa quando entrevistados sobre os pontos positivos de terem participado do torneio.

Sujeito 3: era uma experiência a mais, de participar de torneio, de participar de um projeto de robótica, tudo é positivo (Entrevista 1).

O Sujeito 3 parece expressar pouco o sentido de experiência, já o Sujeito 1, durante a entrevista, expressa o sentimento e o que o acontecimento e a participação no torneio permitiram-lhe sentir, viver e que decisão deve-se tomar diante das situações que, muitas vezes, são desagradáveis.

Sujeito 1: Diversão, experiência e saber trabalhar em tempos que mesmo a gente tenha, porque a gente teve a notícia, que a gente viu que o robô não funcionou direito, no primeiro dia a gente saiu de lá, **ah**, não, não quero mais voltar para robótica amanhã, porque todo o trabalho de um mês foi para o ralo, mas só a pesquisa que continuou. No outro dia, a gente sentou, colocou o tapete no lugar mais separado, assim, e começou a trabalhar. Mesmo que acontece uma coisa muito ruim com você, você pode recuperar, só você querer e ter atitude e iniciativa. Para mim, robótica é feita de iniciativa. Ponto de vista bom é isso, iniciativa, aprender, que nunca, assim, a gente pode ganhar, saber respeitar a outra equipe, trabalhar em grupo, discutir opiniões e apresentação de trabalhos como se deve comportar, como é o melhor jeito de falar, de agir, de pensar, de tudo, para mim (Entrevista 1).

A participação em um torneio de robótica também trouxe ensinamentos, e um dos integrantes da equipe atribui que são para toda a vida. Questionado sobre que tipo de aprendizagem ele teve com sua participação no torneio da FLL, ele diz:

Integrante da equipe: Montagem, é participação em grupo, conviver com pessoas diferentes, de tudo um pouco.

Já um dos sujeitos da pesquisa, durante a entrevista pós-torneio, menciona a aprendizagem com o outro, a possibilidade de conhecer as ideias dos outros colegas no que se refere a robô. Podemos observar isso na fala do Sujeito 4.

Sujeito 4: Ah. Os positivos foram: ter participado, ter visto o robô de outras pessoas, ter interagido com outras pessoas. Aprendendo tudo também (Entrevista 1).

Integrar-se com outras pessoas, com seu próprio grupo, foi para esse sujeito da pesquisa um momento importante, ou seja, participar do torneio, de eventos é um bem rico na formação do indivíduo. A integração da equipe foi um pouco complicada, pois metade da equipe era de outra escola e as reuniões só aconteciam aos sábados. Durante as entrevistas, alguns sujeitos da pesquisa fizeram apontamentos quanto a essa dificuldade de integração da equipe.

Sujeito 4: Ah, pela falta de acesso, porque a gente tinha um acesso melhor. Porque as oficinas estavam acontecendo na nossa escola e o tapete tava na nossa escola. A mesa estava na nossa escola. Aí ficou mais fácil pra nossa escola participar... é estar participando mais. Agora, a outra escola era mais longe, não tinha tanto... transporte, não tinha... não tinha coisa acessível para os alunos lá (Entrevista 1).

As dificuldades dos membros todos estarem no mesmo espaço sempre foi um problema. Outro apontamento veio na questão do foco, a idade e a capacidade de se relacionar. Além disso, durante a entrevista, a presença dos outros alunos foi entendida por alguns sujeitos da pesquisa como positiva.

Sujeito 3: Porque eles precisavam daquela experiência, eu acho.
Sujeito 4: Eu achei que os outros meninos aprenderam também e isso foi muito importante, só que, por um lado, atrapalhou a equipe que já estava, porque a gente já estava mais preparado, e a outra equipe... parte da nossa equipe não estava tão preparada quanto a gente, e foi isso (Entrevista 1).

Esses viram a importância do conhecimento compartilhado, da experiência para aqueles alunos e, no entanto, viram um peso no processo, pois os alunos estavam em nível de aprendizagem inicial, como mencionado por um dos entrevistados: “igual a gente no começo do ano”. Mesmo assim, a equipe se ajustou. Segundo avaliação (Anexo M) dos juízes no critério Inspiração, que avalia a Instrução (ênfase equilibrada nos aspectos robô, projeto e valores) e também Espírito de Equipe (expressão entusiasmada e divertida da identidade da equipe) tiveram resultado considerado finalizado, e já na Interação (aplicação dos valores FLL e valores fora da FLL) foram considerados em desenvolvimento.

Outro critério avaliado é o Trabalho em Equipe, que tem Eficácia (processos de resolução de problemas e tomadas de decisões ajudam a equipe a atingir seus objetivos),

Rendimento (recursos usados relacionados com o que a equipe realiza) e As crianças fazem o trabalho (equilíbrio adequado entre a responsabilidade da equipe e orientação do mentor), recebem resultado como finalizado, que diz, respectivamente:

- a) Eficácia: objetivos e processos da equipe estão claros;
- b) Rendimento: gerenciamento de tempo e definição de funções excelentes, permitem que a equipe obtenha a maior parte dos objetivos;
- c) As crianças fazem o trabalho: bom equilíbrio entre a responsabilidade da equipe e orientação do mentor.

Apesar de haver certa crítica à presença dos alunos do ensino fundamental na equipe, os alunos do ensino médio também aprenderam com eles. Um dos membros, que fazia parte dos alunos do ensino fundamental, tinha algo a ensinar a todos da equipe e até professores: como se comportar em apresentação, por uma razão muito especial, estava fazendo curso preparatório para ingressar no Colégio Naval da Marinha Brasileira.

Por fim, o último critério é *Gracious Professionalism*, que “é parte da filosofia da FIRST LEGO League. É uma maneira de fazer coisas que incentivam um trabalho de alta qualidade, enfatiza o valor do próximo e respeita o indivíduo e a comunidade” (FAZENDO, 2012, p. 4). Nesse critério, três pontos são analisados: Inclusão (consideração e apreciação para contribuições, ideias e habilidades de todos os membros da equipe, com envolvimento equilibrado), Respeito (os membros da equipe agem e falam com integridade, de forma que os outros sintam o valor especialmente mediante a resolução de problema ou conflitos) e *Gracious Professionalism* (a equipe compete com espírito competitivo amigável e coopera com outros). Em termos de Inclusão e *Gracious Professionalism*, atingiram o nível de finalizado, e exemplar no que se refere a Respeito. Um comentário dos juízes merece destaque (Figura 60).

Figura 60 – Comentário dos juízes

Comentários:
- focaram no aprendizado da ex-
periência e na diversidade

Fonte: Próprio autor.

O comentário qualitativo dessa avaliação nos permite pensar que os alunos transmitiram uma imagem aos juízes que estavam lá para aprender, constituir saberes, saberes

esses resultantes de uma marca, de uma experiência. O aprendizado referido pode ser visto como o saber da experiência, que é

um saber que não pode separar-se do indivíduo concreto em quem encarna. Não está como o conhecimento científico, fora de nós, mas somente tem sentido no modo como configura uma personalidade, um caráter, uma sensibilidade ou, em definitivo, uma forma humana singular de estar no mundo, que é por sua vez uma ética (um modo de conduzir-se) e uma estética (um estilo) (LARROSA, 2014, p. 32).

Se pensarmos nessa ótica, os sujeitos da pesquisa apontaram em suas entrevistas como saberes dessa experiência: trabalhar em grupo e ser sensível aos problemas do mundo ou das pessoas, ter atenção ao que acontece no mundo, respeitar, estudar. O trabalhar em grupo envolve desde respeitar a opinião dos outros a se organizar, a conversar, a debater e a chegar a uma conclusão. Ser sensível ao mundo é parar para observar o outro, o mundo, os problemas, propondo soluções e as pondo em prática. Aprender a respeitar as diversidades, estudar para conhecer e saber agir no mundo e aprender com os outros. Podemos ver isso na seguinte fala sobre os pontos positivos de ter participado de um torneio:

Sujeito 4: Ah, os positivos foram: ter participado, ter visto o robô de outras pessoas, ter interagido com outras pessoas. Aprendendo tudo também.

Poder participar e, nesse processo, aprender com outras equipes, observar as construções dos robôs dos outros é um processo também de aprendizagem. Só é possível a quem vive o acontecimento de ir e participar. Participar de um torneio foi importante também para perceber o quanto a relação de uma equipe é, nas palavras do sujeito 4 da pesquisa, fundamental.

Sujeito 4: Ah, eu aprendi, uma das coisas foi que o trabalho em equipe é fundamental, porque lá eles não olhavam só o tapete, quando o robô tava funcionando. Eles olhavam o trabalho em equipe. Inclusive foi um dos pontos que a gente perdeu, que a gente... a equipe não era muito unida. Tinha metade de uma escola e metade da outra e quase a gente não se encontrava. E eu aprendi que, da próxima vez, tem que ter mais interação dentro do grupo.

Esse sujeito da pesquisa, ao falar do que ganhou com a robótica, resume bem, quando diz: “O que eu ganhei? Experiência. Experiência. Raciocínio”. O termo experiência também é retomado por outro sujeito da pesquisa ao descrever a sensação de quando soube que iam participar de um torneio: “Sujeito 1: tipo, ah, foi meio que, foi bom a notícia. a robótica a gente ganha experiência [...]”.

Agora essa experiência só foi mais nítida na segunda entrevista, quando ele recordou o quão importante foi participar de um torneio de robótica. Até aqui, participar, aprender com os outros, conhecer outras pessoas foram elementos que a experiência permitiu acontecer. Vejamos a resposta na entrevista 2 sobre que tipo de conhecimento ele ganhou:

Sujeito 1: conhecimento, conhecimento ético, da LEGO, dos idosos, porque eu não tinha aquela visão, ah, uma pessoa mora no asilo, é um ambiente feliz, capaz! porque eu nunca tinha ido, eu fui lá ver e vi como é que é, como era a tristeza de pegar uma pessoa e botar num asilo. Chega até ser desumano deixar uma pessoa sozinha lá, uma pessoa que criou você, te educou, mesmo assim depois de te criar, chega no final da vida você vai ter coragem de botar num lugar isolado? Isso é uma coisa e já que você tem que pensar direito o que que as pessoas estão fazendo. Te levar num ambiente triste, um ambiente solitário, isso eu aprendi porque eu não tinha uma visão dessa. E, quando a gente foi lá visitar, eu pelo menos me coloquei no lugar dele, desde aquela época que a gente foi até agora, eu vi o que a gente aprendeu não foi algo momentâneo, que eu fui lá, visitei um asilo, tá, aprendi umas coisas, não, eu acho que se a gente pegar desde aquela época refleti hoje, você parar, nossa, é muita coisa que eu aprendi, como teve essa parte dos idosos.

Nesse trecho de sua resposta, ele demonstra uma sensibilidade que só o torneio permitiu aflorar, inserindo-o em uma realidade que muitos desconhecem, apenas fantasiam, mas não sentem o que realmente é até que se vive o acontecimento. Uma educação que busque uma conexão com o cotidiano, esquece muitas vezes desse elemento simples, inserir o aluno em sua própria comunidade. Não é preciso ir longe para se ensinar e aprender. A experiência de conhecer um abrigo para idoso, um asilo é por si só marcante e triste, tanto que tocou o sujeito da pesquisa, transformando sua forma de pensar e até agir com futuros idosos em seu próprio meio familiar.

A tecnologia deve ser um elemento importante em proporcionar o conforto, mas deve ser construída pensando em equilíbrio com a natureza, não gerando distâncias entre as pessoas. O torneio de robótica cujo tema foi *Senior Solutions*, em nosso entendimento, destacou que a relação com outro humano é mais rica e importante do que com uma máquina.

O envolvimento dos sujeitos desta pesquisa desde o início das atividades na escola perpassou por alunos, monitores e competidores. As experiências, da forma como foi apresentada aos alunos, permitiram que esses sentissem experiências múltiplas. A proposta das atividades em investigações e desafios ofereceu espaço para o desenvolvimento de sua autonomia, sua criatividade, autoria, exploração, resolução de problemas, aprendizagem com

os erros, envolvimento com as tecnologias e espaço para diversão. Quando esses alunos se envolveram, assumiram responsabilidades de ajudar outros, estavam cooperando e colaborando no seu desenvolvimento e de seus colegas, pois compartilhar do conhecimento é uma forma de recuperar o que aprendeu e aprender mais.

Ser aluno, monitor e competidor é um caminho na constituição de saberes da experiência, os quais podemos considerar como sendo: autonomia, criatividade, autoria, resolução de problemas, aprendizagem com erros, apropriação das tecnologias, cooperação, colaboração, formação, compartilhamento de conhecimento. Zilli (2004) menciona algumas dessas marcas, mas vendo essas como competências e habilidades.

Voltando ao comentário do juiz quanto à equipe, o valor da diversão, ou seja, não podemos esquecer que a competição, o torneio é uma situação lúdica, um campeonato, um jogo. Como já defendido por autores como Soares (2008), Santos (2010) e Kishimoto (2002), o lúdico também é uma forma de aprendizagem e convívio humano.

Através de uma situação lúdica e divertida como é um torneio de robótica, o papel de competidor acaba ampliando o leque de viver diferentes funções de outros papéis. Os produtos que as equipes precisam produzir são resultados de diferentes particularidades de outros papéis. Entre os sujeitos da pesquisa, existe o papel principal, o de competidor, e esse papel abre-se para outras experiências superficiais de outros papéis, mas que não são vivenciados em sua totalidade. Acabam por exercer apenas pequenas funções desses papéis macros em nossa sociedade.

As funções de outros papéis como já mencionamos anteriormente são despertadas oportunamente no decorrer do processo para o torneio. É justamente na construção dos produtos que a equipe expressa seus novos papéis:

- a) conhecimento das regras: área administrativa e jurídica;
- b) construção do robô: área de engenharia e tecnologia;
- c) programação do robô: área de computação;
- d) projeto de pesquisa: área engenharia, área financeira, área de pesquisa de mercado, área de marketing;
- e) *blog* da equipe: área de marketing;
- f) camisetas: área de marketing e financeira;
- g) *folder*: área de marketing e financeira;
- h) estande: área administrativa, marketing e financeira;
- i) organização e pessoal: área administrativa, recursos humanos e executiva;
- j) custos para participar do torneio: área administrativa e financeira;

k) liderança: área administrativa e executiva.

Esses papéis são parte de uma estrutura empresarial, ou seja, na maioria das empresas temos os seguintes setores:

- **Setor Técnico:** responsável pela transformação dos insumos em produtos, os quais serão ofertados ao mercado consumidor.
- **Setor Financeiro ou Contábil:** tem como principal objetivo a obtenção de capital para que a empresa se mantenha, analisa lucros e riscos, controla todo o patrimônio da empresa, emite relatórios tanto à direção como aos órgãos do governo e instituições, faz orçamentos e levantamento de custos de tudo o que a empresa usufrui ou precisa como, por exemplo, aluguel, salários, matéria-prima, compras em geral, etc.
- **Setor Comercial ou de Marketing:** visa oferecer produtos aos clientes buscando satisfazer suas necessidades, traça estratégias de divulgação tanto da empresa como de seus produtos e/ou serviços, prospecta novos clientes e busca fidelizar os já conquistados.
- **Setor de Gestão de Pessoas:** responsável pelo recrutamento, seleção, contratação e treinamento dos colaboradores. Visa também a melhoria das relações internas e o crescimento do funcionário.
- **Setor Administrativo:** cuida de várias ferramentas de controle da empresa, sendo responsável pelo estoque, compras, bem como pelo planejamento estratégico.
- **Setor Executivo:** Composto por diretores, gerentes e supervisores que têm como missão transmitir aos colaboradores os planos dos superiores, coordenando as ações e orientando os colaboradores (AFINS, 2014).

Durante a preparação para o torneio, os alunos acabam exercendo funções desses papéis de uma empresa, sem que tenham consciência disso. Orientados pelo mentor e técnico, vão enumerando os produtos necessários a serem produzidos e criando estratégias para chegar ao produto final. Nesse processo, todos fazem parte e executam funções superficiais de papéis, as decisões são coletivas, mas, muitas vezes, um membro da equipe acaba assumindo ou se identificando mais com uma função no grupo. As funções entre eles se misturam e existe uma rotatividade. Todos sabem um pouco de cada coisa, mas cada um acaba se especializando em algo. A necessidade de conhecer o todo é para eventuais problemas com desfalque da equipe por diversas razões.

Em 2011, tentamos construir as funções desses papéis ao propor o trabalho do “Aprendiz de Robótica” (BARBOSA, 2011), no qual cada equipe tinha que construir um robô com uma aplicação e vender sua ideia, mas não ganhou tanta força e naturalidade quanto foi no torneio. No torneio, existem outros focos, que acabam por buscar uma filosofia de cooperação, colaboração, compartilhamento de conhecimento, produção de produtos para a sociedade e debate de temas atuais.

A função mais exercida pelos alunos na construção dos produtos é a de engenharia e tecnologia, pois está envolvida diretamente em dois produtos fundamentais: o projeto de pesquisa e o robô. O projeto de pesquisa resulta em um produto, um objetivo que exige planejamento, conhecimento para a sua construção e utilização nas reais necessidades do usuário final.

Recordando do trabalho de mestrado de Pereira (2004), ele menciona que o ensino da maioria das universidades tem enfatizado o conteúdo teórico e ficando a desejar no que diz respeito à prática. Segundo seu trabalho, os profissionais de engenharia e computação são capazes de realizar análises complexas, mas há pouca habilidade prática em trabalhar com os problemas do mundo real.

Dagnino e Novaes (2008), ao falarem do papel do engenheiro na sociedade, mencionam que a submissão desse profissional aos interesses do capital o faz sempre responder a quem detém os interesses do capital, produzindo soluções que atendam ao interesse das pessoas, sendo “frequentemente, desastrosas para o resto da sociedade, e para os trabalhadores” (DAGNINO; NOVAES, 2008, p. 99).

Um dos valores formativos dos engenheiros, segundo Dagnino e Novaes (2008), é o individualismo. Contudo, esse valor não é realçado na equipe do torneio, sendo estimulado o trabalho coletivo, o trabalho em equipe, muito mencionado nas entrevistas. A execução prática das tarefas acaba sendo distribuída. Além disso, o processo formativo de um engenheiro tem sido informativo, sendo que deveria, conforme Shnaid, Barbosa e Timm, (2001) um ensino mais formativo, que instrumentasse o engenheiro com curiosidade, uma busca saudável pelo conhecimento e a construção de soluções criativas e preocupadas com as reais necessidades das pessoas, dos usuários finais.

O grande desafio é a necessidade de uma formação básica adequada que sirva de alicerce à formação continuada, à atitude do autoaprendizado, do olhar criativo e flexível, da curiosidade e do prazer pela busca do conhecimento, de si mesmo e do mundo (SHNAID; BARBOSA; TIMM, 2001, p. 95).

Um elemento que entendemos ser importante é o conhecimento de si mesmo e do mundo. Esse conhecimento é possível com as experiências, com a transposição dos limites da escola, com sua inserção no mundo, nos problemas, onde é despertada a sensibilidade de reconhecer e sentir o que é necessário no desenvolvimento da qualidade da vida das pessoas.

Quando os alunos foram ao abrigo de idosos, os seus sentidos foram despertados, criando relações com as informações observadas. A obrigatoriedade de visitar ambientes e

conversar com profissionais da área é uma forma mais intensa de debater temas considerados transversais na educação. É uma marca diferente de um vídeo, uma foto, pois certas marcas são feitas quando se misturam com os sentidos. Em um vídeo, existe um *zoom* sobre, enquanto você pessoalmente no ambiente pode olhar para tudo e todos, sentir os cheiros, os sons e cada sensação irá marcar aquela experiência. Como podem ser desenvolvedores de produtos se eles nem sabem como e qual é a real necessidade daquelas pessoas? Somente vivendo e olhando para um futuro para todos foi possível estabelecer uma proposta de solução para aquelas pessoas do abrigo, da mesma forma que o dispositivo para pedir socorro foi inventado, ou seja, a partir de uma experiência que o desenvolvedor teve em sua família.

Os problemas estão perto, podem começar em nossas próprias residências, ampliando gradativamente até que contemple o mundo todo. Formar pessoas que reconheçam esses problemas, e saibam buscá-los e solucioná-los, é um desafio ao modelo educativo que ainda trabalha muito a informação.

A participação nesse torneio foi um investimento de tempo e dinheiro. Financeiramente, é possível fazer um balanço. Vejam na tabela seguinte os itens e seus respectivos valores:

Tabela 1 – Custos da participação do Torneio FLL

Material	Custo
Filiação FLL	R\$ 201,00
Inscrição torneio regional	R\$ 581,00
Kit FLL Senior Solutions	R\$ 577,20
Mesa de competição	R\$ 500,00
12 Camisetas	R\$ 300,00
Papelaria	R\$ 50,00
Total	R\$ 2209,20

Fonte: Próprio autor.

Nesse cálculo, não foram incluídos almoços para a equipe nos encontros aos sábados e no dia do evento. Como patrocínio, recebemos R\$ 500,00 da empresa “Recanto Guaritá”, R\$ 350,00 da empresa “Grupo Ativa Business Center” e R\$ 500,00 do Coordenador do NUPEME em 2012, professor Arlindo José de Souza Júnior. Esses apoios acabaram cobrindo parte do investimento e o restante ficou na responsabilidade do pesquisador. Expor esses valores e gastos é somente para constar como informação.

Até então, os sujeitos da pesquisa perpassaram por diferentes papéis nos principais acontecimentos vividos por eles, sendo o torneio o que mais ofereceu conexão com funções de outros papéis sociais. Vejamos em outros acontecimentos que tipos de papéis foram possíveis ser vividos.

4.2.3.2 Olimpíada Brasileira De Robótica (OBR)

Esse momento de experiência dos sujeitos da pesquisa ocorreu no ano de 2013, como já mencionado anteriormente, a partir da contemplação de um projeto da “Chamada CNPq/VALE S.A. N ° 05/2012 – Forma-Engenharia”, pela Engenharia Mecânica e Mecatrônica, que visava trabalhar com alunos do ensino médio de forma a estimulá-los a cursar alguma engenharia. Especificamente, essa chamada tinha o seguinte objetivo:

selecionar propostas que visem estimular a formação de engenheiros no Brasil, combatendo a evasão dos graduandos nos primeiros anos do curso e despertando o interesse dos alunos de ensino médio/técnico pela profissão de engenheiro (CNPq, 2012, p. 1).

Esse projeto foi enviado em 2012, condicionado à existência de uma escola coexecutora do projeto. Em sua proposta, visava trabalhar robótica com os alunos e participar de torneios de robótica na modalidade Resgate e Futebol de Robôs. A modalidade de resgate faz parte da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) que é

uma das olimpíadas científicas brasileiras apoiadas pelo CNPq que utiliza-se da temática da robótica – tradicionalmente de grande aceitação junto aos jovens – para estimulá-los às carreiras científico-tecnológicas, identificar jovens talentosos e promover debates e atualizações no processo de ensino-aprendizagem brasileiro. A OBR possui duas modalidades que procuram adequar-se tanto ao público que nunca viu robótica quanto ao público de escolas que já têm contato com a robótica educacional. Anualmente a OBR elabora e gere a aplicação de provas teóricas e práticas em todo o Brasil utilizando essa temática. A OBR destina-se a todos os alunos de qualquer escola pública ou privada do ensino fundamental, médio ou técnico em todo o território nacional, e é uma iniciativa pública, gratuita e sem fins lucrativos (OBR, 2014).

Como descrito, a OBR possui uma modalidade teórica, onde todas as escolas públicas ou particulares podem inscrever-se e realizar as provas, mesmo não tendo projeto de robótica na instituição. Na avaliação teórica, os alunos são submetidos a avaliações de conhecimentos científicos e robótica de acordo com o nível escolar que cursam.

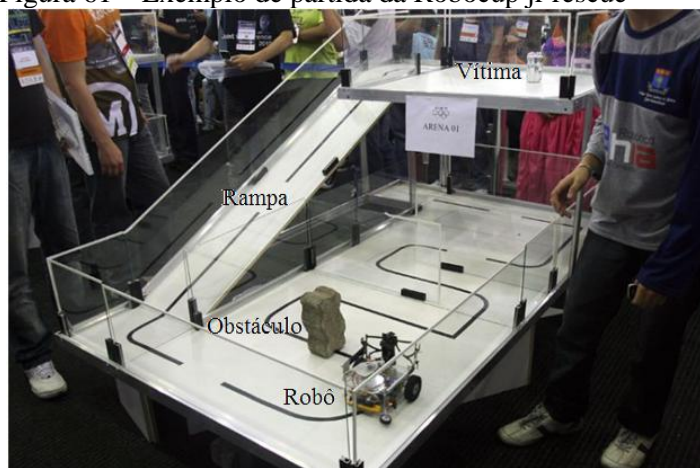
E a outra modalidade é a prática. Ela é independente da teórica, mas os alunos podem inscrever-se em ambas. Na modalidade prática, segundo OBR (2014) os alunos devem construir um robô que resolva uma tarefa e o material pode ser a critério da equipe. A modalidade teórica tem uma fase regional e uma nacional onde a competição será entre as melhores equipes regionais e a realização dessa fase acontecerá em conjunto com a Competição Brasileira de Robótica.

A tarefa da modalidade prática ou RoboCup Júnior possui uma missão, que é caracterizada:

por simular um ambiente de desastre em mundo real onde o resgate de vítimas precisa ser feito por robôs. Em um ambiente hostil, o robô precisa ser completamente autônomo para cumprir sua missão de seguir uma trilha cheia de obstáculos e desafios. O robô terá que ser ágil para superar terreno hostil (reduzidores de velocidade) sem ficar preso; atravessar terrenos desconhecidos (gaps na linha) onde a trilha não pode ser reconhecida; desviar de escombros (obstáculos) e subir montanhas (rampa) para conseguir salvar a vítima (lata de refrigerante), transportando-a para uma área segura (ponto de evacuação) onde os humanos podem assumir os cuidados da vítima (OBR, 2014).

Esse desafio é realizado em três níveis ou salas (OBR, 2014). No primeiro nível, o robô deve percorrer uma linha demarcada no piso, desviar de obstáculos, identificar o caminho a seguir quando deparar com encruzilhadas. No segundo nível ou sala, deve subir uma rampa para um nível acima ou última sala, onde deve localizar a vítima e salvá-la. Logo, os três níveis ou salas são: térreo, rampa e andar superior. Toda a estrutura (Figura 61) é construída em madeira, a linha é demarcada com fita adesiva escura. Cada sala tem suas pontuações, a cada nova tentativa o robô deve iniciar no ponto inicial da sala, tendo um limite máximo de três tentativas. Todo o desafio é realizado em no máximo cinco minutos.

Figura 61 – Exemplo de partida da Robocup jr rescue



Fonte: GONÇALVES, 2012.

Para fazer parte, a composição da equipe segue os seguintes critérios:

- As equipes devem ser compostas por grupos de no máximo 4 alunos;
- Equipes devem ser compostas por alunos de um mesmo nível;
- Cada aluno só pode fazer parte de uma equipe.
- Cada equipe deve ter um nome (será necessário para sua inscrição);
- A instituição da equipe será a mesma do professor/tutor cadastrado pela equipe;
- O professor tutor da equipe deve ser de uma escola ou de alguma ONG com fins educacionais;
- Aceitam-se alunos de escolas diferentes em uma única equipe, desde que o aluno autorize sua participação por outra escola que não a sua (OBR, 2014).

Nesse sentido, fez-se necessário o vínculo de um professor da escola dos alunos para apoiar, acompanhar e principalmente, realizar a inscrição dos mesmos, pois somente as escolas podem aderir. Considerando o máximo de integrantes, o projeto na universidade acabou por permitir que todos os alunos selecionados fossem fazer parte dessa competição.

Ao escolher um nome para a equipe, os alunos decidiram por manter o mesmo nome da equipe que tinham construído na escola. A equipe “Robot Storms”, agora menor, retomava os trabalhos com robótica, mas em um outro nível. Para esse momento de experiência, foi reformulado o logotipo da equipe (Figura 62), permanecendo características do antigo, mas com mais tratamento de imagem.

Figura 62 – Logotipo e logomarca da equipe



Fonte: Próprio autor.

Para acompanhar todo esse trabalho, foi construído um novo grupo no Facebook, chamado “**Robótica (Nome da escola pesquisada) na UFU**”. Nesse grupo, eram postadas todas as discussões, compartilhados os relatórios semanais e até o final (Anexo O). O Facebook até então tem contribuído para comunicar, compartilhar e interagir com os alunos.

Em termos de material, os alunos utilizaram o kit de robótica desenvolvido pela LEGO® Education, o mesmo que trabalharam na escola. O que mudou foi a programação,

linguagem em C e C++, utilizando o *software* Bricx Command Center⁵⁴, uma linguagem de programação em linha, diferente da programação em bloco. Conhecer o kit foi um fator a favor, permitindo, assim, investir mais na programação nova, mas agregar novos saberes quanto à montagem e ressignificar os antigos.

Nesse processo de trabalho, enquanto aprendiam programação e construíam robôs, houve um momento em que os trabalhos foram dedicados à competição de robótica da OBR. Para tal, foi necessário confeccionar o cenário todo em madeira. Os próprios sujeitos de pesquisa cortaram, moldaram e, seguindo o manual do torneio, construíram o espaço de treino (Figura 63). No relatório final, é mencionado o dia 9 de abril de 2013 como o momento em que iniciaram a montagem, o corte do MDF (*Medium-Density Fiberboard*) ou placa de fibra de GRITE, madeira de média densidade.

Figura 63 – Arena de treino na universidade



Fonte: Próprio autor.

O cenário possui medidas pré-estabelecidas, mas os trajetos e barreiras não são disponibilizados. É possível apenas saber que tipo de caminho, que tipo de situação podem encontrar no dia do torneio, mas o caminho real da tarefa só será visto no dia do evento. O robô precisa ter uma autonomia maior no processo e a equipe deve desenvolver uma programação capaz de lidar com as diferentes situações, como, por exemplo, a encruzilhada (Figura 64) determinada por um círculo verde e que, dependendo da decisão do robô, ele pode ficar seguindo uma linha em círculo.

⁵⁴ Disponível em: <<http://bricxcc.sourceforge.net/>>. Acesso em: 25 nov. 2012

Figura 64 – Encruzilhada



Fonte: Próprio autor.

Para enfrentar esses desafios-surpresa no dia do evento, foi construído um robô, com os seguintes acessórios: dois sensores de cor, um sensor espectro, três motores, uma garra e um sensor ultrassônico, bloco programável e vigas, conectores, entre outras peças do kit de robótica. Os elementos principais que do robô eram muitos sensores, os quais ajudam na autonomia da máquina, analisam o ambiente e, assim, ativam as programações certas para cada situação.

No dia do evento, a equipe teve três rodadas de 5 minutos, mas, antes de cada rodada, tinha dois minutos de treino. A organização desse evento foi realizada pela Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, havendo equipes de diferentes regiões do país, mas, em relação ao torneio FLL, eram poucas. A equipe Robot Storms estava competindo com outras nove, no mesmo nível, sendo que obteve as seguintes notas e tempos nas três rodadas:

Tabela 2- Pontuação na OBR

	1º Rodada	2º Rodada	3º Rodada
Pontos	120	120	190
Tempo	5:00	3:00	4:31

Fonte: Próprio autor.

O resultado final (Figura 65) é a soma dos pontos das duas melhores rodadas, sendo assim, a equipe Robot Storms ficou com 310 pontos e sexto lugar entre as equipes.

Figura 65 – Fotografia da tela de resultados

	EQUIPE	INSTITUIÇÃO	Pts	Tp	Ratio
1	Café-com-Byte I	Escola Estadual Afonso Pena Júnior	490	0,2	0,06806
2	Café-com-Byte II	Escola Estadual Afonso Pena Júnior	440	0,4	0,08403
3	Café-com-Byte III	Escola Estadual Afonso Pena Júnior	380	0,4	0,08403
4	Techname	Instituto Presbiteriano Gammon	360	0,4	0,10139
5	Airom	0	330	0,5	0,16111
6	robotstorms	0	310	0,5	0,125
7	D-ALMS	I de Educação, Ciência e Tecnologia	230	0,6	0,16806
8	ROBOCOT	COL COTEMIG BARROCA	120	0,6	0,18056
9	Robótica Zezão	Colégio Cenecista Dr. José Ferreira	70	0,6	0,20833
10	ERROR 404	I de Educação, Ciência e Tecnologia	0	0,6	0,20833

Fonte: Próprio autor.

Apesar do resultado, foi considerada e premiada como a melhor equipe estreante do evento. No relatório, os sujeitos da pesquisa descrevem sua participação da seguinte forma:

O resultado em si foi bom, pois foi o primeiro campeonato desse estilo mais “sério” que participamos e aprendemos muito do robô, tivemos 7 meses para aprender a programar em C (Bricxs), criar uma programação para a competição e montar um robô para ela, e no fim do torneio ficamos em sexto lugar, e ganhamos medalha de melhor equipe estreante (Relatório Final).

Esse aspecto de mais “sério” se deve ao contexto. Diferentemente do torneio FLL, não teve danças, confraternização, animação. Quando questionados sobre a preferência, alguns sujeitos da pesquisa preferiam o torneio da FLL, por ser mais divertido. Fizeram uma associação à diversão. A objetividade da atividade da OBR parece que ocultou, na interpretação dos alunos, a questão lúdica.

O projeto realizado na universidade, na Engenharia, permitiu apenas que os alunos participassem de um torneio. Para a RoboCup Soccer Júnior ou Futebol de Robô, restou apenas uma preparação e treinamento que foram exibidos a outros alunos do ensino médio na escola em que eles estudavam.

Nessa participação, é nítida que a complexidade dos acontecimentos fez com que voltassem a ser alunos e depois, competidores novamente. Quando foram competidores, as funções foram menores, ou seja, foram engenheiros, programadores e cuidaram da parte financeira com patrocinadores para participação do evento. No entanto, viver esses papéis no decorrer desses anos tende a ganhar significado. Tanto é, que novamente foram alunos, mas

não tinham as mesmas aulas, eram novos conhecimentos, novas formas de aprender e organizar o pensamento. A competição não foi do mesmo nível que o primeiro torneio que participaram. Nessa fase, o papel de competidor foi muito mais intenso. Vejamos as falas dos Sujeitos 3 e 4:

Sujeito 3: Foi aquela parte que a gente tipo, passou para um nível diferente, que mudou a programação, a gente aprendeu a, começou a aprender noções de C, que aí a gente já ia começar agora na universidade, isso também já abriu as portas para a gente conseguir o processo de *trainner* aqui na EDRON e no caso, e nas competições, quando se trata da universidade são bem diferentes das do ensino médio, no ensino médio tem uma coisa, que parece mais diversão, uma coisa para você, tipo, conectar com as outras pessoas, num sei, mas já quando parte para parte de ligado um pouco à universidade fica bem mais sério, tudo muito competitivo, está mais para ganhar do que, pra, pra participar, num sei. A questão da competição, né?

Sujeito 4: Bom, a robótica lá é diferente porque a gente tinha metas a cumprir, a gente já entrou lá sabendo dos campeonatos, o que é que a gente tinha que fazer, e a gente teve que aprender muita coisa sozinhos lá, tinha o apoio da EDRON que é a equipe lá que ajudava a gente, sempre focado no campeonato e a gente tinha que chegar no campeonato para ganhar, essa era a pressão que a gente tinha, não podia ser mal. Então, sempre trabalhando para ganhar o campeonato.

Trabalhar na EDRON e participar do torneio da OBR foi uma cobrança maior, tiveram que se dedicar mais. Além disso, estavam sendo ensinados a comportar-se como graduandos, tendo mais responsabilidade. Percebemos nessas falas que a competição era o foco principal, eles tinham um objetivo bem definido e organizado em sua dinâmica de trabalho. Foi um avanço muito rápido, de um ambiente da escola em que tinham mais diversão, menos pressão.

Sujeito 1: Eu preferia o da LEGO, porque, vamos dizer assim, que na OBR fomos muito mais preparados, muito mais equipados, a gente está preparado para esse torneio, só que não teve, não foi aquele torneio assim, porque acho que torneio você vai para divertir e para ganhar e aprender mais. No torneio da LEGO, a gente aprendeu demais, a gente se divertiu demais, a gente brincou demais e aprendeu também o que era trabalho em equipe. Já no torneio da OBR, a gente não foi com intenção de brincar, não foi minha intenção de entender, de aprender, foi com intenção de ganhar, porque a gente tinha que ganhar, devido à pressão que a gente tinha, segundo que o professor colocava em cima da gente, colocava muita expectativa na gente e chegou, trabalhou muito, só que chegar no primeiro campeonato já de uma vez assim ganhar praticamente quase impossível, só se a gente for evoluído. Mas nosso sentimento foi bom, saímos como a melhor equipe estreante. Só que, no torneio da LEGO que aconteceu, quem participou mesmo, quem está lá vai levar para o resto da vida, porque, cara, tudo começou, isso é uma história bem legal de falar, começou numa escola assim, que é, foi uns alunos e um professor antigo e isso daí começou lá como se fosse uma brincadeira, superdiferente legal assim que, abriu um novo mundo

praticamente assim para nós, e, acho que, ah, vamos evoluir mais, evoluir mais até que chegou. Eu não acreditava que a gente ia participar de uma competição de nível desse tamanho assim, a gente chegou, participou, trabalhou, aí teve aquele acidente que o robô desmontou, aí chegou lá no campeonato da LEGO o que aconteceu, eu acho que **ninguém levou** raiva do robô ter estragado, porque eu acho que, é campeonato, é bom, é ótimo, não tem comparação, só que, o que a gente aprendeu tanto na pesquisa, seja mesmo que nossa pesquisa não foi uma pesquisa revolucionária, eu acho que a gente mais aprendeu na pesquisa uma ética maior que, que pontos? Que que eu acho, ética, a mais fácil, a gente julgar o que a gente perdeu do que julgar o que a gente aprendeu, porque é fácil falar assim, essa matéria é difícil, esse tema é ruim, mas quase ninguém fala o que eu aprendi nisso, quase ninguém fala sobre isso. E, cara, o negócio da LEGO, vamos lá, vamos para a primeira pista, vamos lá, primeiro o robô não fez nada, o (integrante) fez o robô de última hora, por causa do acidente, aí ele não fez nada, mas muita gente ficou com raiva, certo? Mas aqueles treinos que a gente fez escondido atrás da Eseba, nossa, a galera empenhada em tentar arrumar um robô, foi algo que não tem valor, e ver mesmo o que era o trabalho em equipe, porque muitas equipes lá brigaram entre uns e outros e eu acho que o nosso da LEGO não brigou, diverti demais lá, aprendeu muita coisa sem comparação e esse campeonato da LEGO abriu portas, sem falar o que abriu para a gente, a gente veio parar na faculdade, fazer projeto na faculdade, numa área, e assim, a gente nunca ganhou o campeonato em primeiro lugar, só que eu pelo menos, na minha parte, eu ganhei em conhecimento, ética, dignidade e ganhei em tudo, todos os pontos positivos. Que eu acho que uma medalha não tem um valor quanto um conhecimento ou sentimento.

A fala do Sujeito 1 faz uma comparação entre os torneios até então vividos por ele, percebemos em sua fala a importância de um e outro. A questão da pressão, da competição e da cobrança estava na fase da engenharia. Em contrapartida, a diversão no torneio da FLL e atividades na escola. O importante nesses dois processos, pelo que menciona esse sujeito da pesquisa, são os conhecimentos que ele adquiriu, a ética, dignidade e sentimento. Ao falar dos campeonatos, ele fala de aprendizagem, os papéis aluno e competidor andam juntos. Parece que vivem um ciclo de três papéis, aluno, competidor e monitor, mas a cada vez que vivem esses papéis são agregados novos conhecimentos. Deve estar se perguntando quando foram monitores nessa fase. A resposta virá nos próximos subcapítulos.

4.2.4 “nós fomos técnicos. Então, foi, tipo, foi o começo da gente aprender como é que, a gente saiu de competir para meio que treinadores de competidores.”: Técnicos de equipes

4.2.4.1 Torneio Mineiro de Robótica do ano de 2013

No mesmo ano em que os sujeitos de pesquisa desenvolveram seus estudos e participaram da competição da OBR, esses assumiram o papel de técnicos de equipe do Torneio Mineiro de Robótica (TMR) de 2013. Participaram, mas seus papéis mudaram. Agora, eram técnicos de equipe. O que iriam assistir não é o resultado direto de suas escolhas e ações, mas dos seus ensinamentos a outras equipes. O TMR é

uma iniciativa da empresa P&P Programas Assessoria e Treinamento, que, além de ofertar uma modalidade própria de evento de cunho educativo-científico-tecnológico, objetiva preparar crianças, jovens e adultos para atuarem de diferentes modos na pluralidade de torneios científicos e tecnológicos, bem como aqueles de robótica (ROBÓTICA, 2013).

Esse torneio possuía semelhanças com o torneio da FLL, pois trabalhava com os mesmos princípios e possuía temas de pesquisa e competição no tapete. No ano de 2013, o tema do torneio foi “Planeta Terra – Ação e Reação”, cujo projeto de pesquisa tinha como tarefa pesquisar

sobre os eventos naturais que podem causar um desastre natural e/ou desperdício da água em sua comunidade. Então identifique um problema específico e descubra o que tem sido feito para solucioná-lo. Durante a pesquisa em busca destes problemas, a equipe deve registrar os diversos problemas encontrados e justificar a escolha do problema a ser pesquisado (ROBÓTICA, 2013, p. 2).

Além do projeto de pesquisa que é avaliado em Mérito Científico, também eram avaliados, semelhante ao torneio FLL, a Organização e Método, Tecnologia e Engenharia e como novidade, o Desenvolvimento Humano. As três equipes orientadas para esse torneio foram:

- a) MM: equipe iniciante em robótica e parte da primeira escola municipal de Uberlândia, localizada no bairro Tocantins, a adquirir o kit de robótica da LEGO via projeto Mais Educação;

- b) GA: equipe formada por alunos de ensino fundamental de uma escola municipal, que já faziam oficinas de robótica pelo PIBID de Matemática da UFU, *campus* Santa Mônica;
- c) P1: equipe formada por alunos de uma instituição particular que possui em sua grade a disciplina de robótica.

Essas três equipes foram orientadas, respectivamente, por Sujeito 1, Sujeito 3 e Sujeito 4, sujeitos desta pesquisa. Independente de assumirem ser técnicos de uma das equipes, ajudaram uns aos outros. Os projetos de pesquisa das equipes foram os seguintes:

- a) MM: um controlador de temperatura de água para chuveiros que tem aquecimento da água por meio de placas solares. Esse controlador seria capaz de realizar a mistura exata estabelecida pelo usuário, sem gerar desperdício de água. Em Anexo P, o *banner*;
- b) GA: semelhante à equipe MM, desenvolveu um chuveiro para os alunos da escola, com base em dados de pesquisa feita na escola, que determinou o tempo médio de um banho pelos alunos e a sugestão de banho médio a partir de pesquisas feitas na internet. Com base nisso, pensou-se em um chuveiro inteligente, que desligasse automaticamente após um período, educando o usuário e buscando diminuir o gasto em água. Em Anexo Q, o *banner*.
- c) P1: desenvolveu um projeto que propõe o uso de um drone para identificar focos de incêndio em uma propriedade rural e ajudar no processo de combate desse tipo de incidente. Em anexo R, o *banner* 18.

O desempenho das equipes P1, MM e GA em cada quesito pode ser visto na imagem seguinte (Figura 66). No projeto de pesquisa, as propostas não agradaram os juízes, pois as equipes “P1” e “MM” ficaram empatadas em 5º lugar, enquanto a equipe GA ficou com o 4º lugar. No quesito Organização e Método, a equipe GA permaneceu no 4º lugar, enquanto as demais ficaram em 6º e 7º lugar.

Figura 66 – Fotografia do Resultado do torneio

ROUND 1	ROUND 2	ROUND 3	MELHOR ROUND	MÉRITO CIENTÍFICO	ORGANIZAÇÃO & MÉTODO	TECNOLOGIA & ENGENHARIA	TOTAL
102	25	60	102	347,8	439,4	391,3	1280,5
0	0	0	0	0	0	0	0,0
45	185	190	190	304,3	313,1	391,3	1198,7
65	65	95	95	268,1	439	396,1	1198,2
115	270	135	270	343	454,5	379,2	1446,7
85	145	165	165	304,3	404	384,1	1257,4
80	110	65	110	304,3	300,5	425,1	1139,9
110	145	170	170	333,3	376,3	449,3	1328,9
160	95	120	160	384,1	313,1	442	1299,2
7	65	75	75	355,1	368,7	388,9	1187,7

Fonte: Torneio Mineiro de Robótica de 2013.

O desafio prático nesse torneio tinha menos missões que o torneio FLL, mas não significa que seja fácil, as dificuldades de cada tapete são diferentes, não sendo possível fazer uma comparação. Nesse torneio, o tempo é menor, logo, há menos missões. E, no desafio prático⁵⁵ ou competição no tapete, as equipes tiveram bons resultados. A equipe “P1” ficou em 2º lugar e a “GA” em 3º. Apesar desses resultados, o que realmente foi relevante acabou sendo o quesito “Tecnologia e Engenharia”.

Desde que começamos a participar do torneio de robótica, até então só obtivemos medalhas de participação e melhor equipe estreante. No entanto, esse ano de 2013, mesmo os sujeitos de pesquisa na condição de técnicos, ensinando seus conhecimentos, permitiu que muitas crianças vivessem sua primeira experiência em torneio de robótica, garantindo a uma das equipes um troféu de reconhecimento sobre a construção e programação do robô. O Sujeito 3, ao comentar sobre essa fase, diz:

Sujeito 3: nós fomos técnicos. Então, foi, tipo, foi o começo da gente aprender como é que a gente saiu de competir para meio que treinadores de competidores. Foi, eu achei legal, a gente começou a aprender como é que é o seu caso, você treinar a gente e tal, assim, não é tão fácil, as pessoas têm que ter bastante disciplina também. É a mesma coisa para 2014 e 2015. Em 2013, tivemos o sucesso de ganhar o troféu de engenharia e tecnologia e 2014 já teve o sucesso de passar para o nacional, a gente passou para o nacional, e aí ficou muito melhor, sei lá. Já dá a oportunidade de a gente conhecer coisas novas, lugares novos. 2015 a gente teve o mesmo sucesso de passar para o nacional.

⁵⁵ Disponível em: < http://media.wix.com/ugd/7ad809_5906e6d0d175c01b5735412374ccc575.pdf>. Acesso em: 12 de out. 2014.

Esse robô vencedor possuía justamente as características construídas a partir da experiência na Engenharia. As contribuições do papel de técnico ou monitor das equipes estavam precisamente na construção e programação dos robôs. Desde o início deles no projeto na Engenharia, o que aprenderam nesse período de tempo, ensinaram e ajudaram outros jovens, alguns iniciantes, a construir e a programar.

O importante foi justamente a experiência na Engenharia, que possibilitou a construção de um robô sem grande quantidade de acessórios, tendo uma estrutura única, com chassi, e em caso de necessidade de troca do bloco programável, não é preciso desmontar todo o robô. Essa fase foi marcante para os sujeitos da pesquisa. Vejamos na fala do Sujeito 1:

Sujeito 1: Torneio mineiro de 2013, ah, nossa eu adorei essa época, foi quando a gente, foi quando acho que podia dizer que o ciclo se encerrou, o ciclo nosso se encerrou de participantes, e iniciou uma nova história, de como professores, a gente trocou o lugar, vamos dizer assim, de aluno a gente virou, de receptor de informação a gente virou a pessoa que cede a informação, esqueci o nome, tem o receptor e, não sei, mas a pessoa que transmite o conhecimento, a gente virou esse tipo de pessoa e é muito bom, porque a gente vê quando a gente aprende, a gente não dá muito valor na pessoa que ensinou a gente, de um modo quando a gente ensina a gente aprende muito mais, aprende muito mais a ser uma pessoa melhor do que a gente era antigamente, a gente aprende a conviver melhor. No torneio mineiro, aprendi isso, e é ótimo ser professor, ensinar as pessoas, ensinar o que a gente tem de conhecimento, repassar para um dia pensar que talvez eles poderão repassar o nosso conhecimento que a gente passou para ele. Foi isso.

Podemos perceber que o papel de monitor foi o ponto forte desse torneio. Como menciona o sujeito, foi um encerramento de um ciclo, continuam sendo competidores, mas em uma esfera de orientar equipes. No ano de 2013, os sujeitos da pesquisa exerceram novamente três papéis: aluno e competidor, enquanto ligados ao projeto na UFU, e monitor/técnico no torneio TMR 2013.

Todas as equipes tiveram alguns patrocínios, sendo dois comuns a todos: NUPEME e Robot Storms. Os integrantes do NUPEME da UFU sempre apoiaram as equipes e os técnicos que foram integrantes da equipe Robot Storms de 2012, no Torneio FLL, e em 2013, na OBR estavam ali como patrocinadores intelectuais dos alunos.

4.2.4.2 Torneio Mineiro de Robótica e Torneio Brasil de Robótica de 2014-2015

O ano seguinte era o último no ensino médio dos participantes desta pesquisa, mesmo assim, tiveram tempo para apoiar novamente outras equipes na participação de um novo torneio. Houve algumas mudanças na composição e na origem das equipes.

O torneio do qual participaram foi o Torneio Mineiro de Robótica de 2014, o mesmo do ano anterior, tendo dessa vez três etapas: local, regional e a nacional. Era obrigatório que toda equipe passasse por cada etapa, eram classificatórias. A etapa local de que as nossas equipes participaram foi no Colégio Batista Mineiro, local de origem de uma das equipes. Os princípios do torneio essencialmente não sofreram mudanças.

As equipes constituídas para esse torneio foram:

- a) MM: equipe formada por alunos de uma escola municipal do bairro Tocantins, é o segundo torneio do grupo e tendo como apoio técnico o Sujeito 1;
- b) P2: equipe formada por alunos de uma escola particular, sendo alguns originários da equipe “P1” do ano anterior. Alguns integrantes migraram para nova equipe, composta de integrantes mais velhos. Também não são novatos na competição. Foram acompanhadas pelo Sujeito 4;
- c) Robot Storms Jr: equipe de alunos de duas escolas municipais do bairro Morumbi que frequentam, no contraturno de suas aulas, a Organização Não Governamental (ONG) Ação Moradia⁵⁶ para participar de atividades extracurriculares. Esses mesmos alunos, no ano de 2014, foram participantes de uma oficina de robótica oferecida por um projeto da Universidade Federal de Uberlândia, via projeto de extensão “Artes, Tecnologias Digitais e Educação Popular: (Inter)ações para o Empoderamento Social”. Com esses alunos, que fizeram parte da oficina de robótica, foi formada uma equipe para participar de um torneio, considerando a Sujeito 3 como técnica. Ao escolherem o nome da equipe, resgataram a denominação Robot Storms, de origem da técnica. Essa era a equipe mais nova a participar.

O torneio, como mencionamos, teve três etapas. Na etapa local, em uma escola particular de Uberlândia, as equipes participantes conseguiram se classificar para a etapa regional. Mesmo a equipe estreante conseguiu uma classificação, sendo que trabalharam

⁵⁶ A ONG Ação Moradia é uma instituição sem fins lucrativos que surgiu para contribuir para o desenvolvimento de comunidades de baixa renda e um de seus trabalhos é um projeto pensado para acolher crianças e adolescentes em período extraescolar, possibilitando a diminuição do envolvimento de jovens em casos de violência, e no uso e distribuição de drogas (MORADIA, 2015).

pouco menos de três meses. No **regional**, que ocorreu na Universidade de Uberaba (UNIUBE), *campus* de Uberlândia, por volta de novembro, essas equipes classificadas competiram com outras equipes da cidade e região para uma classificação para o nacional.

O tema trabalhado nesse ano de 2014 foi “Agricultura Sustentável”, sendo que a equipe, ao desenvolver o projeto, deve:

- Identificar um problema relacionado ao tema;
 - Criar uma solução inovadora que resolva ou minimize o problema escolhido;
 - Realizar a pesquisa científica conforme as normas da ABNT;
 - Compartilhar o problema escolhido e sua solução com a comunidade;
 - Apresentar a pesquisa no dia do torneio a uma banca de jurados;
- (ROBÓTICA, 2014, p. 2).

Na construção desse projeto, as equipes tinham de buscar problemas relacionados ao tema e, dentre eles, escolher um e justificar sua escolha, mas o que nos chama a atenção é uma preocupação importante na construção da solução do problema:

Após o estudo do problema escolhido, a equipe deverá criar uma solução inovadora ou aperfeiçoar alguma solução já existente, que melhore a vida da comunidade impactada, prevenindo ou remediando os problemas (ROBÓTICA, 2014, p. 3).

Destacamos, principalmente, a questão da melhoria de vida da comunidade. Novamente, os projetos de pesquisa inseriram os alunos na sociedade, relacionando uma temática importante ao crescimento populacional, ao consumo, ao desperdício. Nesse sentido, cada equipe buscou construir seus projetos. Seguem os projetos de cada equipe:

- a) MM: a equipe optou por trabalhar a questão do lixo doméstico, transformá-lo em adubo, propondo a construção de uma composteira com dispositivos mecânicos para acelerar o processo, produzindo adubos naturais para a produção de alimentos saudáveis;
- b) P2: o projeto visava diminuir o uso de agrotóxicos e água nas plantações. A ideia propunha que, ao invés de tirar totalmente as árvores nas zonas de plantio, alguns exemplares permaneceriam para servirem de alimentos às pragas. Além disso, pretendia inserir sensores climáticos que mediam a umidade da terra para não irrigar nem pouco e nem muito, apenas o necessário às plantações. Outras medidas também envolviam plantar sem arar e aproveitar a própria vegetação ou resíduos das plantas para adubação;

- c) Robot Storms Jr: a equipe novata optou por um projeto mais local. A partir de observações dentro da própria ONG Ação Moradia, os alunos decidiram reativar a horta, criando um ciclo produtivo fechado, capaz de produzir para alimentação da ONG e replantar. Além disso, a partir dos restos de alimentos da cozinha, produzir adubos.

Além do mérito científico, são avaliados organização e método, engenharia e tecnologia e a competição no tapete. Nesses quesitos todos, na etapa regional, a equipe MM ficou com prêmio de melhor equipe em organização e método, e a equipe P2 com a premiação de melhor projeto de pesquisa. Já a equipe Robot Storms Jr conseguiu sua classificação para a etapa nacional. Sendo uma equipe estreante, alcançou em menos de seis meses a classificação para a última etapa do torneio.

Nesse ano, haveria mudanças. Na etapa regional, em novembro de 2014, estava se despedindo o nome Torneio Mineiro de Robótica. O evento passaria a se chamar Torneio Brasil de Robótica (TBR). Assim, as equipes classificadas no TMR de 2014 estavam classificadas para o TBR, que aconteceu em março de **2015**, na cidade do Rio de Janeiro.

Os resultados (Figura 67) das avaliações nesse ano não foram suficientes para que as equipes fossem vitoriosas em nenhum critério de avaliação. A equipe Robot Storms Jr, no quesito “Tecnologia e Engenharia”, avaliado pelo torneio, teve um desempenho abaixo do esperado por não ter confeccionado um manual do robô. Nesse ponto, a equipe teve uma penalização muito grande, fazendo com que a nota não fosse melhor. Para uma equipe novata em torneios, seu melhor resultado foi no projeto de pesquisa. Agora analisando a equipe veterana MM, seu melhor resultado foi em “Organização e Método”. Comparando-se com os resultados do TMR de 2013, foi uma evolução. A equipe P2 foi uma fusão de integrantes da “P1” com a “P2” de 2013. Sendo assim, não dá para fazer uma comparação, apenas que “Tecnologia e Engenharia” passou a ser a categoria forte da equipe.

Figura 67 – Resultados das equipes TBR 2014/2015

 **Pontuação Geral - etapa Nacional 2014/2015**

TIME	ROUND TESTE	ROUND 1	ROUND 2	ROUND 3	MELHOR ROUND	MÉRITO CIENTÍFICO	ORGANIZAÇÃO & MÉTODO	TECNOLOGIA & ENGENHARIA	TOTAL
	70	200	146	122	200	393,72	366,16	280,19	1240,07
	72	115	20	175	175	362,32	381,31	461,35	1379,98
	161	84	84	127	127	195,65	361,11	338,16	1021,92
	72	182	281	274	281	355,07	416,67	384,06	1436,80
	0	44	34	133	133	304,35	315,66	376,81	1129,82
	124	97	92	254	254	364,73	401,52	340,58	1360,83
	177	220	171	158	220	367,15	373,74	444,44	1405,33
	99	166	119	247	247	297,10	353,54	393,72	1291,36
	149	157	217	242	242	86,96	310,61	376,81	1016,38
P2	123	197	161	151	197	292,27	371,21	384,06	1244,54
	276	134	105	304	304	400,97	398,99	461,35	1565,31
	146	183	265	296	296	241,55	338,38	422,71	1298,64
Robot Storms Jr	52	134	130	159	159	374,40	356,06	352,66	1242,12
	22	0	133	82	133	275,36	371,21	347,83	1127,40
MM	74	52	140	153	153	299,52	381,31	338,16	1171,99
	90	68	52	163	163	309,18	373,74	415,46	1261,38
	75	45	0	108	108	449,28	383,84	439,61	1380,73
	0	0	114	164	164	444,44	388,89	410,63	1407,96
	97	190	143	159	190	219,81	351,01	359,90	1120,72
	115	117	91	214	214	410,63	409,09	449,28	1483,00
	67	84	190	323	323	403,38	348,48	403,38	1478,24
	30	64	0	206	206	446,86	391,41	403,38	1447,65
	163	119	145	193	193	408,21	391,41	388,89	1381,51
	0	0	0	144	144	326,09	353,54	376,81	1200,44

Fonte: Torneio Brasil de Robótica etapa Nacional 2014-2015

Em cada torneio, as orientações dos sujeitos da pesquisa destacaram-se em diferentes categorias das avaliações. Nesse ano, os saberes no que se refere à construção do robô e programação não foram suficientes para garantir uma vitória. Mesmo assim, as equipes “MM” e “Robot Storms Jr” foram vitoriosas em viver a primeira experiência de um torneio de nível nacional, também a primeira dos sujeitos da pesquisa.

O que permitiu ir ao evento no Rio de Janeiro foi a ligação da equipe Robot Storms Jr a um projeto da Universidade Federal de Uberlândia. Foi, então, possível conseguir transporte para as três equipes aqui mencionadas. Essas equipes, mesmo de instituições diferentes, tinham técnicos com a mesma origem, a equipe Robot Storms de 2012. Mais que isso, a relação entre eles era de amigos e companheiros de torneio.

O TBR tinha origem no TMR, e sua política é:

- ☐ Fomentar o desenvolvimento socioeducacional
- ☐ Favorecer a inovação e o desenvolvimento tecnológico como instrumentos de alavancagem regional
- ☐ Contribuir para o fortalecimento dos vínculos de família e em sociedade
- ☐ Favorecer a formação escolar (ROBÓTICA, 2015).

O cunho educacional desse evento é mais explícito que o FLL. Ambos oferecem espaços de aprendizagem, mas o TMR e TBR pensam em uma formação científica,

preocupam-se com a formação educacional dos envolvidos. Não é um só campeonato: é um ambiente de aprendizagem, de compartilhamento de conhecimento, de relações humanas, ou seja, onde diferentes equipes compartilham não só o espaço, mas o material, se ajudam. É um princípio trabalhado em todo evento: ser solícito com os outros colegas na competição. Todos se ajudam, todos aprendem. Para os técnicos, foi a oportunidade de compartilhar o que aprenderam, mas aprender mais; que nenhum conhecimento é para si, mas para toda humanidade. Dessa forma, ensinar os outros é também oferecer condições para que os outros cresçam como eles cresceram. A equipe Robot Storms Jr é um exemplo disso; a cada etapa bem orientada, estava ganhando autonomia e avançando, chegando à etapa nacional. As equipes MM e P2 também avançaram, aprenderam com as experiências anteriores, por isso cresceram.

Essas três equipes tinham bons mentores, técnicos mais polidos, experientes de outros torneios. A cada torneio, eles aprendiam a identificar o que faltou e o que precisava para ser maiores. Talvez não percebam ainda, mas o que eles fizeram pelos outros foi grandioso. Para a equipe Robot Storms Junior é a primeira vez de muitas coisas, como: viagem pela Universidade; viagem sem os pais; hospedagem em um hotel com piscina no terraço; ver o mar pela primeira vez, o mar de Copacabana (Figura 120); a primeira vez no Rio de Janeiro; o primeiro torneio de robótica da vida deles; a primeira vez em um metrô; a primeira vez que conheceu e conversou com tanta gente desconhecida em um mesmo lugar; a primeira vez que comeu camarão; a primeira vez que o sonho deixou de ser jogador de futebol. É um novo despertar para novas experiências. Nesse ano, os sujeitos da pesquisa apenas foram orientadores de equipes. Mais do que isso, foi marcante por um acontecimento, na fala do Sujeito 3, anteriormente citada “Em 2013 tivemos o sucesso de ganhar o troféu de engenharia e tecnologia e 2014 já teve o sucesso de passar para o nacional, a gente passou para o nacional, e aí ficou muito melhor, sei lá. Teve a oportunidade de conhecermos coisas novas, lugares novos”. Agora vejam a fala do Sujeito 1:

Sujeito 1: TBR foi muito bom, a gente sempre esperava viajar, e aí a gente conseguiu viajar, sempre esperava, um dia a gente chega lá, segundo lugar, terceiro lugar ou primeiro, a gente vai ser classificado para ir para o nacional. Sempre foi o nosso sonho da equipe, a gente conseguiu viajar, mas não era mais competidores, éramos professores na época, isso que mudou muito, nossa, o que a gente aprendeu na época não conseguiu classificar, o que a gente ensinou eles conseguiram se classificar, isso foi muito bom, a gente viu o que a gente ensinou deu resultado. Isso, para quem ensina é algo especial, para quem ensinou mais ainda, gerou muita coisa. Viajar, viajar para o Rio de Janeiro é bom, conhece novos lugares e tal, e vê realmente que a gente não é uma equipe muito boa, porque chegamos no nacional, as

equipes do nacional são bem, mas o nível de competição é bem mais elevado. É igual achar no ensino médio, é igual na faculdade, a gente toma um choque. Mais é isso, mais a parte da viagem, viajar com a equipe é excepcional, não tem palavras para descrever.

Essa conquista é simplesmente a realização de um sonho de uma equipe através de seus pupilos. O sujeito 1 diz que não são mais competidores, mas sim, professores. Mesmo assim, estavam lá realizando um sonho que eles almejavam e não conseguiram quando eram competidores. Foram justamente seus alunos que lhes permitiram essa conquista.

4.2.4.3 Universidade e Torneio Brasil de Robótica de 2015-2016

A participação dos sujeitos da pesquisa não para em 2014. Novos acontecimentos e experiências iriam dar novos rumos a suas vidas. Desde o ano anterior, os sujeitos dessa pesquisa estavam passando por processos seletivos de acesso ao ensino superior. Em um dos processos, ficaram na lista de espera do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Em 2015, iriam fazer o processo seletivo da Universidade Federal de Uberlândia, chamado vestibular. Mesmo tendo o ENEM, a UFU oferece essa opção, que envolve duas fases de avaliação: uma, com questões objetivas e outra, apenas com questões abertas.

Mesmo em processo preparativo para o vestibular, os técnicos tiveram tempo para ajudar suas respectivas equipes e ir ao torneio na etapa nacional. Começava então, no segundo semestre de 2015, uma nova fase da vida desse jovens engenheiros. O Sujeito 1 foi o único que se decidiu por um novo tipo de Engenharia, em entrevista ao final do projeto, ele menciona:

Sujeito 1: programação na Engenharia, nós aprendemos, nossa ! Acho que foi, foi aí que eu descobri que eu não queria fazer Engenharia, mas Engenharia da Computação. Que, eu não sou bom em Física, não é ser bom em Física, é não gostar da matéria, eu tive professor que fez eu odiar a matéria. E programação para mim, nossa, programação para mim é tipo você entrar em paz,...é igual quando você vai mexer em programação, nossa, agora eu vou programar, é tipo a sensação melhor da vida programar, não tem coisa melhor, programar. E na EDRON eu aprendi muita coisa nova, aprendi mesmo o que é programação, o que é digitar, porque eu sempre quis aprender. Eu lembro que um dia lá no meio desses, a gente mexeu com essa programação, só que a gente não sabia, não tinha nenhuma base, quando a gente chegou aqui, eu falei: nossa, eu já vi essa programação! Pra mim foi como ganhar um vídeo game novo, mexer com aquela programação nova. (Entrevista 2 com Sujeito 1).

Difícil descrever a sensação, mas as palavras talvez expressem o que saiu em seu tom de voz, o amor ao falar da programação. O que vemos é uma verdade descoberta interna de um sujeito. O sujeito 1 estava seguindo oportunidades e numa dessas, que ele pensava ser o futuro de sua profissão, a Engenharia Mecânica, ele se encontrou, reconheceu qual o seu projeto de vida, que seu verdadeiro amor estava na programação. Esse não seria mais um jovem que entra em um curso de ensino superior e desiste, pois não era o que imaginava, não era o seu sonho.

A certeza de uma escolha profissional é um despertar muito subjetivo, mas as experiências é que vão lapidando as dúvidas e realçando o verdadeiro objetivo ou projeto de vida de cada pessoa. Os sujeitos 3 e 4, por sua vez, reafirmaram o interesse pela Engenharia Mecânica. O ano de 2015 foi de muitas emoções. Na primeira vez em que nossas equipes participaram de uma etapa nacional de um torneio de robótica, três dos sujeitos da pesquisa ingressaram na Universidade e um entrou para o mercado de trabalho e uma carreira independente na internet, desenvolvendo trabalhos como os YouTubers⁵⁷.

Esse nova fase de experiência para esses sujeitos de pesquisa começa no segundo semestre de 2015. Agora, oficialmente alunos da Universidade Federal de Uberlândia, esses sujeitos começam seus trabalhos não mais como convidados, mas como alunos da instituição. Uma das primeiras atitudes, quando souberam de sua aprovação, foi enviar um *e-mail* ao professor orientador deles na Engenharia, informando e agradecendo. Essa atitude para os dois novos alunos da Engenharia Mecânica repercutiu positivamente, pois no *e-mail* enviado, questionam se tem algo para eles fazerem, recebendo um convite para se juntar à equipe EDRON no início do semestre.

Tornarem-se alunos da universidade era uma nova experiência, uma nova marca. Na condição de universitários retornaram à EDRON para um período de Trainners, ou seja, foram aprender mais sobre montagem e programação. Além da vida ativa na universidade, esses jovens ainda dedicaram tempo para algumas contribuições às equipes das quais eram técnicos. Dessa vez, as atividades e o pouco tempo dificultaram. Mesmo assim, ajudaram as suas equipes a participar de duas etapas do Torneio Brasil de Robótica de 2015, cuja temática era “Energia”. Nessa nova contribuição, a equipe P2 conseguiu a premiação de Engenharia e Tecnologia. Percebemos aqui que os papéis com robótica - de alunos, competidores e

⁵⁷ Segundo a Nogueira (2015), “Os YouTubers (famosos por criar vídeos para a plataforma do Google) são a nova ‘turma de amigos’ de crianças e adolescentes. E trilham um caminho bem comum hoje em dia: saíram da internet para as livrarias, para a TV aberta e até para os cinemas”.

monitores/técnicos - retornava. Em 2014, tivemos apenas o de monitor. Podemos simplificar em duas categorias: “Aprendiz” e “Mestre”.

- a) aprendiz: papel em que desempenham as funções de pesquisar, estudar, criar, testar, ser testado e avaliado. Esse papel vai e volta constantemente a cada novo acontecimento;
- b) mestre: papel em que ensinam outras equipes, pessoas e podem avaliar suas respectivas evoluções. É um papel que expressa o que aprenderam, ensinam seus saberes, mas também aprendem com seus pupilos.

Esses papéis se complementam, são exercidos praticamente juntos, à medida que aprendem, também ensinam e vice-versa. Parecem ser os mesmos papéis, mas no fundo, a cada ano, a cada torneio, a cada momento são papéis ressignificados. O primeiro papel, de aluno, foi na escola. Quando voltaram a ser alunos estavam em um nível de aprendizagem diferente: novas informações, novos conhecimentos. Todos esses papéis estavam sendo vividos de uma forma em espiral ascendente, pois, à medida que passavam por acontecimentos, vivenciando seus papéis, eles ampliavam seu mundo.

Todos esses papéis têm algumas palavras-chave que simbolizam o que de importante ocorreu ou viveram, impressões que tiveram, e foi possível visualizar em sua linguagem sobre as participações nos acontecimentos do trabalho de robótica. Vejamos a seguir no quadro.

Quadro 3 – Acontecimentos, papéis e suas marcas no sujeito.

Ano	Acontecimento	Papéis	Marcas no sujeito
2012	Escola	Aluno	Novidade, diversão, desafios
		Monitor	Responsabilidade, aprender ensinando
	Torneio FLL	Competidores	Desconhecido, teste ao limite, diversão, desastre, choque de realidade, sair da escola
2013	UFU	Aluno	Entusiasmo, organização, cronograma, competição, vencer, perfeição
		Competidor	
	TMR 2013	Técnicos	Resgate, diversão, conquista
2014	TMR 2014/TBR 2015	Técnicos	Realização, nacional, viagem
2015	Universidade/TBR 2015-2016	Alunos	Retomada de projeto, emoções, decepção
		Técnicos	Mais uma conquista

Fonte: Próprio autor.

Essa tabela é mais que a reunião de impressões das falas dos sujeitos de pesquisa, traz as marcas que esses jovens tiveram com o decorrer dos acontecimentos de robótica. Voltemos a Larrosa (2014), que diz que experiência “isso que me passa”, mas isso que me passa o deixa ferido, marcado, o faz sentir. Assim, a partir das entrevistas, nas falas dos sujeitos, reconhecemos as marcas, as experiências.

Todos os acontecimentos permitiram o exercícios de três papéis principais pelos sujeitos dessa pesquisa (Aluno, Competidor e Monitor/Técnico), trabalhando com atitudes e funções de outros papéis e profissões. É uma oportunidade de reconhecerem seus caminhos de interesse frente às atividade que mais os estimulam e, principalmente, que lhes são prazerosas. Vivenciar esses acontecimentos e trabalhar essas funções são elementos acumulativos agregados à construção da personalidade e identidade desses sujeitos. Quando reconhecem a importância dos papéis, de suas funções e participações, desenvolvem saberes, como respondeu o Sujeito 1 em uma conversa pelo Facebook sobre o que o marcou e porque participava dos torneios, disse que são oportunidades de “lições para a vida”. Vejamos no diálogo:

Sujeito 1: ..., eu posso falar um texto ou uma palavra. vou falar os dois, porque aí fica legal. Em uma palavra é que cada torneio era uma lição de vida diferente

Fernando: Que lição de vida?

Sujeito 1: Eu participava das competições porque primeiro era muito legal e acabava sendo uma “fuga” da escola ,e consequentemente, aprendi a me tornar uma pessoa melhor, com lições de vidas, eu via as competições como um desafio a ser encarado, porque lá éramos testados ao máximo, desde trabalho em equipe à convivência pessoal, então, a partir de um tempo, as competições não viraram só “teste”, mas sim, lições de vida e momentos marcantes em minha vida.

Fernando: Quais momentos marcantes?

Sujeito 1: Lições de vida, seria como tratar uma pessoa (que eu não sabia muito bem como lidar), acreditar que tudo pode acontecer, saber que podemos confiar em nossos amigos. E que sempre, quando precisar, eles estarão prontos para ajudar, me ajudou ser alguém melhor..

Quando o robô quebrou na primeira competição, acordando 6h para ir programar, passando os sábados trabalhando, ficando na escola sem energia para arrumar o robô, as conversas épicas que tivemos na época da FLL, quando viramos professores, quando conseguimos ir para o campeonato nacional, as conversas no “rived”, as dificuldades que passamos, sabe, é difícil olhar para trás e não se emocionar com a nossa história.

As lições estão nos acontecimentos que vivemos. Essas, são constituídas a partir das marcas que recebemos. Como já mencionamos, experiência é isso que me passa, fica, marca, transforma. O sujeito é, sem dúvida, um ser que sente, sofre, vive, e se modifica em relação às diferentes marcas. As mudanças podem ser positivas ou negativas. Cada papel contribui nesse

sentido. O mais explícito está no papel de aluno da Engenharia para o Sujeito 1, que, após essas marcas nesse período, reconhece seu verdadeiro interesse profissional. Percebemos que o projeto de robótica apresenta-se como uma oportunidade de formação educativa de um cidadão decidido, ativo, com atitude e sensibilidade crítica às necessidades do mundo.

É nesse processo, permeado de descobertas, emoções, ambivalências e conflitos, que o jovem se defronta com perguntas como: “quem sou eu?”, “para onde vou?”, “qual rumo devo dar à minha vida?” (DAYRELL, 2012, p. 1). Nessa vivência de papéis é que ele se conhece, forma sua identidade. Esse mesmo autor ainda diz que isso somente é possível na relação com o outro. As experiências é que definirão seus interesses, seus objetivos de vida.

Para Dayrell (2012), a sociedade clama por pessoas capazes de tomar decisões e saber lidar com suas consequências. Para isso, precisam ter uma identidade, e isso só é possível quando ele “experimenta as suas potencialidades individuais, descobre suas preferências, aquilo que sente prazer em fazer, maior será a sua capacidade de elaborar o seu projeto” (DAYRELL, 2012, p.1). Durante esse período, envolvidos e participando dos acontecimentos da robótica, esses jovens viveram e desenvolveram suas experiências, tiveram suas marcas desde a decepção até a realização, divertiram-se, trabalharam sem ter sabor, frustração, encontraram-se e decidiram o que fariam de suas vidas.

Podemos perceber que esses papéis exercidos pelos sujeitos da pesquisa estavam correlacionados à interação. Dentro das teorias de aprendizagem, temos Vygotsky, que fala que aprendizagem é fruto das interações sociais. Em suas pesquisas e concepção de teoria sobre o desenvolvimento das crianças, ele disse que “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam” (VYGOTSKY, 2007, p. 100).

Não distante disso, mas com um olhar na subjetividade, temos Fernando Rey, que também vê na interação um caminho para aprendizagem, ou seja, na interação existe a produção de sentimentos, reflexões e que “se produz um momento ativo de construção ou reconstrução do conhecimento” (REY, 1995, p. 12). Esses papéis desenvolvidos são permeados de interação com o outro, de diálogo, e

O diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens; o diálogo é, pois, uma necessidade existencial (FREIRE, 1980, p. 42).

Nesse processo de interação dos sujeitos, entre eles e com os outros, temos o caminho da construção de suas identidades, pois lhes é exigido, nos diferentes papéis vivenciados, posicionamentos diferentes a cada papel, a cada acontecimento. Esses posicionamentos marcam o sujeito, são experiências sendo construídas. E, quanto mais marcas, mais o jovem/estudante/sujeito da pesquisa se conhece, viaja, vive diferentes acontecimentos, exerce diferentes papéis, mais rica se torna sua identidade e, conseqüentemente, mais rica de saberes fica a rede que por ele navegou.

4.3 EIXO III – EXPERIÊNCIAS EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA

“foi aquela parte que a gente tipo, passou para um nível diferente, que mudou a programação, a gente aprendeu a, começou a aprender noções de C, que aí a gente já ia começar agora na universidade” (SUJEITO 3).

Ao analisarmos as experiências dos sujeitos da pesquisa sobre o que produziram no trabalho com robótica, passamos a discutir o processo de produção de conhecimento com tecnologias. As descobertas e inventos são acumulados e servem de background para outros inventos” (DOMINGUES, 1997, p. 15).

A invenção das máquinas percorreu caminhos, começando pelas máquinas musculares, máquinas capazes de ampliar a força e exercer movimentos. Essas máquinas, segundo Santaella (1997), vieram com a Revolução Industrial. Posteriormente, o que faltava a essas máquinas era inteligência, isso, o computador permitiu, e que essas fossem então controladas, surgindo assim um novo tipo de máquina. “Antes do advento do computador, as máquinas não passavam de robôs acéfalos, puramente musculares” (SANTAELLA, 1997, p. 36).

Mas a presença do computador não se deu diretamente, salienta Santaella (1997). Foi preciso o surgimento de um novo tipo de máquina chamada de “sensórias”. O próprio nome já nos remete a sentidos como os nossos, ou seja, as novas máquinas buscavam captar informações, usando sentidos como visão e audição. Através dessas máquinas, houve a mediação entre as máquinas musculares e as cerebrais, que conhecemos como computadores.

Essa evolução das máquinas e integração delas levou ao surgimento do robô. Dez anos depois, Oliveira (2007, p. 49) propôs “que se trata de características humanas introduzidas em máquinas”. Essas características perpassam pela evolução das máquinas, Segundo Santaella (1997) houve a união das máquinas musculares, sensórias e cerebrais. E justamente nesse eixo trataremos especificamente de um resultado produtivo com essa máquina que chamamos hoje de robô.

Como já mencionamos anteriormente nos eixos I e II, sobre os acontecimentos que viveram os sujeitos da pesquisa, perpassando atividades na escola, em torneios, na universidade, percebemos que existiu uma marca, uma experiência com os dispositivos robóticos que eles construíram e programaram. Desde o princípio das suas participações nos acontecimentos de robótica, residia um interesse interno de mexer, de tocar, de controlar

aqueles dispositivos. Percebemos isso em suas falas na primeira entrevista após as atividades na escola. Vejamos:

Sujeito 1: Eu fui fazer robótica assim, primeira quando eu fui fazer robótica, porque era o senhor que estava dando aula, mas ia participar porque eu sempre achei legal, lá na ESEBA eu já **mexia com um pouco de programação** com Venilton, aí despertei interesse quando o professor passou avisando que ia ter robótica, aí eu e o (integrante) animou. Ah, vou fazer porque a gente estava acostumado a ficar tipo aulas complementares lá na ESEBA, aí a gente ia fazer mesmo assim. Foi mais assim, um passatempo para ver se gostava ou não.

Sujeito 2: Sei lá, porque eu acho legal esse negócio de robô, **esse negócio de programação**, eu via bastante filme, gostava bastante, eu sentia essa curiosidade, eu sou muito curiosa. Sentia curiosidade de saber como fazia, decidi entrar quando fiquei sabendo na escola.

Sujeito 3: Na verdade, antes de eu entrar no (Escola Pesquisada), **eu vi lá as fotinhas deles mexendo com robozinho**, eu achei legal e também por gostar de Matemática.

Fernando: Qual era sua expectativa?

Sujeito 3: Acho que era só **montar robô, saber programar** eles.

Sujeito 4:... Eu já imaginava que a gente ia **mexer com Robô** e tal, mas.... imaginava que a gente ia mexer com sucata e com tudo. Só que aí, veio uns kits bons, né? Que é da LEGO, que é bem bacana e tem vários sensores.

Se observarmos os destaques nas falas dos sujeitos da pesquisa logo acima, veremos essencialmente que eles buscavam nas aulas de robótica era “mexer”. Isso pode ser entendido em duas óticas: mexer com a parte física dos robôs e mexer com a programação ou controlar o robô. Eram anseios fortes, mas, principalmente, mais imaginável no quesito montar robôs. Durante a primeira entrevista realizada com os sujeitos da pesquisa quanto à expectativa da robótica, tivemos de um dos entrevistados as seguintes respostas:

Sujeito 1: Antes de entrar? Esperava ver aqueles robozinhos feitos em, mais baseado em *hardware*, mais em, como é que chama? Placa de circuito, essas coisas assim, **solda, aquela robótica mais bruta mesmo** (Destaque do pesquisador)

Sujeito 2: Não, nunca imaginei, mas imaginei outro tipo de robô. Robô feito com outro tipo de peça, **tipo o Wall-e, mesmo,... com parafuso e tudo**, esse tipo de robô eu estava imaginando no começo (Destaque do pesquisador).

Sujeito 2: Ah, **luta de robô**, num tem outra coisa, sempre achava que era isso, você ia lá e construir um robô, um robô, aqueles robô tipo parafuso mesmo e ia forçando a andar, por controle remoto mesmo, fazer as coisas para você, esse é meu pensamento de robô (Destaque do pesquisador).

A expectativa dos sujeitos da pesquisa com projeto de robótica educacional na escola tinha relação com imaginação e concepção de robótica, em que robôs são compostos de

carcaças, fios e parafusos. E não apenas peças de conectar, plásticas e aparentemente frágeis, que mais dão um aspecto de brinquedo como são os kits de robótica da LEGO ® Education. Mais um sujeito da pesquisa também demonstra expectativa em materiais mais livres, mas sua expectativa está em já ter vivido uma experiência com robótica pedagógica livre. Todos tinham em mente montagem, o SUJEITO 4 como em sua fala já anteriormente apresentada, menciona um robô de sucata. Quando questionado do porquê de sucata, houve, então, um resgate da memória e da experiência com robótica que esse sujeito teve em sua antiga escola.

Sujeito 4: Ah, porque eu já havia mexido antes, né? Com o projeto que eu fiz lá na ESEBA, com o prof. Fernando, e aí a gente mexeu com sucata lá. Fez o Beetlebot, que é uma joaninha. Ai eu achei que ia ser mais ou menos igual.

A experiência desse sujeito (Figura 68) merece aqui uma caracterização digna, pois também foi a minha primeira experiência construtiva de um robô. Esse robô produzido por esse aluno e seus colegas foi sua primeira experiência com robótica educacional e do tipo livre. Anos mais tarde, após construir seu primeiro robô feito de sucata, inicia uma nova sequência de acontecimentos com robótica.

Figura 68 – Primeira montagem de robótica



Fonte: BARBOSA, SOUZA JR, TAKAHASHI, 2010, p. 7.

Possivelmente, estão se perguntando por que, ao me referir ao acontecimento de trabalhar com robótica livre com o Sujeito 4, usei experiência. Se entendemos como Larrosa (2014) diz, se é “isso que me passa”, quando esse sujeito argumentou e recordou do que ele viveu, simplesmente mostrou a marca que tinha ganhado. A montagem era o elemento principal, a programação para o Sujeito 1 já estava em seu imaginário. Para os outros, ainda precisava ser despertado.

Quando foi apresentado o kit da LEGO® Education, apesar da expectativa de trabalhar com sucata, solda, montagem, uma imagem construída pela mídia com filmes como

Transformers, Wall-e, entre outros, a reação com o trabalho com o kit da LEGO® Education expressou-se da seguinte forma:

Fernando: E quando você viu que era LEGO?

Sujeito 1: Achei diferente, porque eu nunca, LEGO⁵⁸ eu nunca tive, só tive um brinquedo de LEGO, eu nem lembrava muito, quando eu vi que era de LEGO, aí para mim foi um novo método de robótica, que eu não tinha experiência, foi meio que um choque.

Sujeito 2: Nossa, foi muito legal, foi diferente, bem diferente para mim, LEGO para mim era só aquelas pecinhas; nem existiam essas outras, nem sabia que dava para funcionar, foi bem diferente para mim.

Sujeito 3: Legal, é mais fácil que ficar juntando fiozinho.

Sujeito 4: Uai! Ehh, eu já imaginava que a gente ia mexer com Robô e tal, mas... imaginava que a gente ia mexer com sucata e com tudo. **Só que aí vieram uns kits bons, né? Que é da LEGO, que é bem bacana e tem vários sensores.**

Difícil explicar a sensação. Não acreditamos que seja apenas em jovens, adultos também reagem ao mesmo acontecimento de conhecer o kit, de ver, de pegar, de tocar. Olhem a primeira imagem do kit (Figura 69).

Figura 69 – Fotografia do kit após retirada a tampa



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Se essa é a primeira imagem, com olhos (sensor ultrassônico), ver o que pode ser feito, é impactante, de causar euforia e encanto ao conhecer as demais as peças, as vigas, os sensores, os motores e todas as peças que compõem o kit. Mesmo que internamente eles pensassem em trabalhar com outra vertente, acabaram encantados pelo novo, pelo diferente, pelo não imaginável que existia.

A facilidade do kit impressiona a princípio, e a conectividade dos sensores, dos motores, ajuda no processo de montagem. O aspecto visual e a possibilidade de construir robôs usando materiais de uma empresa, cuja imagem se relaciona à construção de brinquedos

⁵⁸ Essa referência é ao kit de robótica.

de encaixar, acaba sendo uma surpresa. Ironicamente, parece que é um tipo de brincadeira, mas os recursos ali apresentados, com valores que consideramos ainda elevados, eram para ensinar e trabalhar com robótica.

Nas aulas, sempre buscaram levar montagens. Como era uma novidade, era preciso começar do básico. Começamos por ensinar o robô a andar, mesmo que fossem passos apenas para frente e para trás. Para esse fim, utilizamos a montagem de um modelo de robô denominado “Castor Bot⁵⁹” (Figura 70), retirado de um site de montagens livres chamado “nxtprograms.com”⁶⁰. Esse site possui diferentes montagens gratuitas, para os modelos de kit de robótica LEGO MINDSTORMS NXT.

Figura 70 – “Castor Bot” feito por um grupo



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

O robô escolhido tinha uma facilidade de montagem. Considerando que era a primeira vez que os alunos iriam realizar uma montagem, partimos de um modelo mais rápido e fácil de montar. Tivemos uma expectativa de que o tempo seria insuficiente, mas só vivendo o acontecimento seria possível ver se os alunos iriam rapidamente se familiarizar com o material. No início da montagem, surgiu um pequeno problema. Uma das peças sugeridas pela sequência de montagem não constava na maleta do kit 9797, estava presente no almoxarifado. Outras peças foram também solicitadas e o modelo que estava sendo reproduzido não utilizava bateria, mas pilhas. Essa diferença altera toda a estrutura do robô, pois a bateria ocupa um maior espaço no bloco central. Para esse tipo de situação, deixamos a cargo dos alunos encontrar suas soluções. É um problema, estabelecer nova estratégia de trabalho, de construção, de lógica de programação e de preferência rápida; é um processo de

⁵⁹NXTPROGRAMS.COM. Castor Bot. 2012. Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/castor_bot/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012.

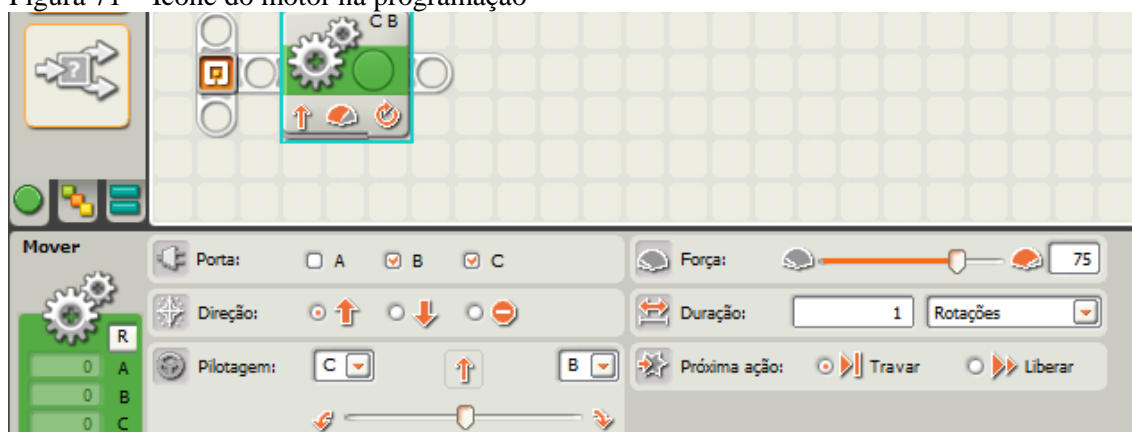
⁶⁰NXTPROGRAMS.COM. Castor Bot. 2012. Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/castor_bot/index.html>. Acesso em: 29 mar. 2012.

aprendizagem. Uma aula com problema para os estudantes, onde poderiam testar hipóteses, estimularia o raciocínio, a construção e consolidação de conhecimentos. Em uma aula de informática, precisariam testar todos os recursos. Nessa aula, escolhemos a montagem com base em critérios como facilidade, rapidez, estrutura básica, tipos de peças usadas e intenção de andar para frente e para trás. Só restou ver se as peças eram do mesmo comprimento.

Esse primeiro dia foi repleto de surpresas: a atividade proposta foi atingida, no entanto a curiosidade foi superior, a velocidade de montagem e execução da atividade foi mais rápida que esperávamos. Uma flexibilidade do professor em resolver os problemas de uma aula de robótica é comparável com um dia de aula no laboratório de informática. Surgem problemas, alguns alunos atrasam, outros adiantam, nesse caso, praticamente todos adiantaram. Havia uma proposta sequencial de atividades, que visavam conhecer cada elemento do kit, cada sensor, no entanto, a primeira aula foi como um furacão: consumiu quase tudo que tinha no kit. Segurar a vontade de conhecer seria uma ação negativa. Se há tempo e vontade, siga em frente, e foi assim que fizemos. De certa forma, estávamos estimulando a autonomia dos alunos e respeitando suas curiosidades.

Para programar esse robô da atividade, era necessário apenas o uso do ícone do motor da programação (Figura 71), em que se configurariam as portas, a força, a direção, o número de rotações. Com dois ícones dos motores em série poder-se-ia fazer com que o robô fosse para frente e em seguida voltasse.

Figura 71 – Ícone do motor na programação



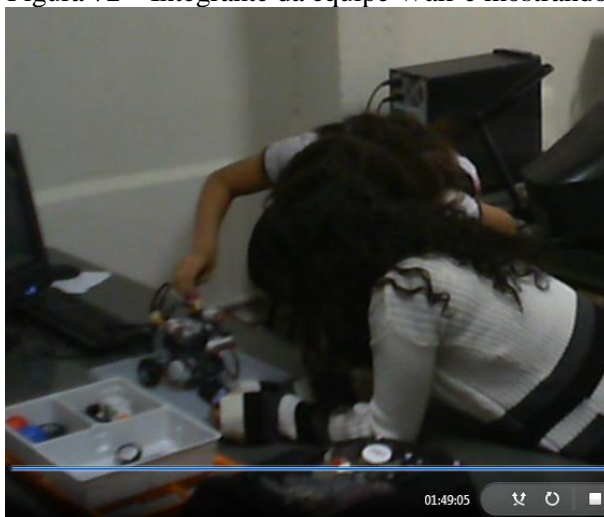
Fonte: Próprio autor.

A programação era simples de ser feita, com uma introdução, e os demais ícones seriam explorados posteriormente nas aulas seguintes. Doce ilusão dos professores! Superados os desafios de montagem, os alunos concluíram a atividade proposta em um tempo

menor que o estimado. Começou com uma equipe, que, ao finalizar a atividade, solicitou permissão para explorar mais o kit. Logo, as outras equipes também procuraram conhecer mais os recursos disponíveis do kit. Um desejo deles, uma vontade partida deles e que autorizamos. Quando há vontade, há uma condição mais propícia a aprender. Nosso papel naquele momento foi o de orientadores, subsidiando suas dúvidas e apontando novos caminhos.

A equipe Wall-e ressignificou o “Castor Bot”. Em um momento dessa manhã, a aluna pediu para mostrar (Figura 72) o robô construído pela sua equipe.

Figura 72 – Integrante da equipe Wall-e mostrando sua cocriação



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Essa demonstração de autoria, de entusiasmo é melhor percebida na transcrição desse episódio ou diálogo entre as meninas:

Integrante Wall-e: Professor, posso mostrar o robô para Luiza?
 Fernando: Pode!
 Integrante Wall-e: Esse é nosso robô.
 Luiza: Que gracinha.
 Integrante Wall-e: Vou ativar a programação. Temos que arrumar ele para andar, ele só está batendo palma.
 Luiza: Que bonitinho!
 Integrante Wall-e: Viu, professor....tem que desmontar?
 Fernando: Sim.
 Integrante Wall-e: que maldade...
 (Ela sai e volta com outra colega)
 Integrante Wall-e: Tem que desmontar ele, foi difícil montar, agora tem que desmontar ele, olha o que ele faz. Ele bate palma.
 Integrante Wall-e2: E aí, o que a gente vai fazer agora?
 Integrante Wall-e: Vai ter que desmontar, mas não quero desmontar, porque meu bichinho está montado.

Integrante Wall-e2: Vamos desmontar.
 Integrante Wall-e: Não, não, deixa nosso robô montado.
 Integrante Wall-e2: É para desmontar?
 Fernando: É, mas temos mais alguns minutinhos.
 Integrante Wall-e1: Não, agora não.
 (Transcrição Vídeo 19/04/2012, de 1:48:41 à 1:50:10).

O robô (Figura 73) construído tinha mais uma estética. Já andou, mas os objetivos agregados ao robô foram modificados, eles conseguiram colocá-lo para emitir sons de palmas. Isso era a primeira aula, a primeira experiência, a primeira prática com o kit. Essa foi a primeira criação dessa equipe. No diálogo anterior, uma integrante da equipe apresentou o robô, que ela ajudou a montar, a uma colega de escola. A decepção evidente foi quando soube que tinha de desmontar, destruir sua obra de arte, sua criação. Por mais que uma foto registre e immortalize aquela construção, aquele momento, não é possível no trabalho com robótica ter o mesmo valor que o próprio robô, em um momento de exposição aos outros. Infelizmente, o kit ainda é um material de uso coletivo. Quem dera cada aluno pudesse levar seu robô para casa, apreciar, testar, modificar até que se cansasse e aceitasse com mais naturalidade desmontá-lo e fazer outro a partir do que tem. “Na paixão, o sujeito apaixonado não possui o objeto amado, mas é possuído por ele” (LARROSA, 2014, p.29). Vejam que a experiência é algo que nos acontece, a experiência é uma paixão, segundo Larrosa, que expressão mais clara é essa de paixão, que a dor por desfazer e desmontar.

Figura 73 – Robô construído pela equipe Wall-e



Fonte: Próprio autor.

Parece fácil, mas, mesmo assim, reside em nós um desejo de colecionador, guardar cada criação, cada evolução, simplesmente uma paixão por um objeto. Apesar desse sentimento desagradável de desmontar uma produção pessoal, acreditamos que todo esse contexto tem sua contribuição na educação desses jovens. Entendemos que o uso do kit é coletivo, os alunos são inseridos em espaços de relação humana, onde todos aprendem juntos,

pois, como nos ensina Paulo Freire (1981, p.79): “Ninguém educa ninguém, ninguém se educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”.

Uma outra equipe, com nome de Robot Storms, foi além, conseguindo resolver a atividade proposta e, em seguida, pediu para conhecer mais o kit, proporcionando ao final da aula um novo robô (Figura 74), com mais autonomia.

Figura 74 – Robô equipe RobotStorms



Fonte: Próprio autor.

Essa autonomia também foi conseguida porque dois dos integrantes da equipe, antes mesmo das atividades começarem, já estavam estudando na internet sobre o kit e sobre a programação. Nesse sentido, a equipe cresceu quando houve o compartilhamento de informação, a possibilidade de fazerem mais. De uma atividade que visava usar apenas os motores, a equipe se apropriou do sensor ultrassônico (Figura 75) e sensor de toque (Figura 76).

Figura 75 – Sensor ultrassônico



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 76 – Sensor de toque



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia da autonomia*, já dizia que é preciso respeito ao educando, “o respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros” (FREIRE, 2002, p.25). Faz parte de nossa natureza buscar desenvolver essa autonomia e no processo educativo na escola é uma exigência de um educador diferenciado, cujas práticas estimulem essa autonomia.

Freire (2002) menciona que, no processo de construção dessa autonomia, a liberdade tende a ganhar espaço internamente na pessoa no que antes era ocupado pela dependência. À medida que o educando assume responsabilidades em seu processo de desenvolvimento, ele favorece a construção de sua autonomia enquanto ser. “Ninguém é autônomo primeiro para depois decidir. A autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas” (FREIRE, 2002, p. 41).

Na robótica, temos espaços para esse processo de desenvolvimento. A atitude dos alunos em querer saber mais e do professor em apoiar e estimular a curiosidade dele é um princípio do estímulo à constituição da sua autonomia.

A autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser. Não ocorre em data marcada. É neste sentido que uma pedagogia da autonomia tem de estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitosas da liberdade (FREIRE, 2002, p. 41).

Um aluno autônomo é também independente, capaz de buscar em diferentes meios as informações necessárias e transformá-las em conhecimento. Quando tiveram a atitude de pedir para mexer mais no kit, provavelmente, com receio de receber uma negação habitual da escola, estavam superando as expectativas e construindo aprendizagens e conhecimentos. Percebemos isso em um dos registros de vídeo da aula. Temos o aluno explicando a lógica e funcionamento do robô que eles projetaram.

Integrante Robot Storms: Vai ser o seguinte, ele vai andar, e a hora que tiver alguma coisa a 20 centímetros ele vai parar e vai dar a ré. A hora que ele encostar na parede, ele vai girar.

Fernando: Legal, gostei. Pode pensar em um *loop*, toda vez que ele encontrar um objeto, igual, ele virou agora e encontrou a parede, voltar de novo, dá uma ré, encontra um objeto, desviar (Transcrição vídeo 19/08/2012, M2U00022)..

Nessa descrição, há a interferência do professor, sugerindo que aquela sequência de ações tenha o acréscimo de uma ação infinita (*Loop* na linguagem de programação). Desde o princípio, o professor estimulou novas descobertas. Se os alunos tivessem sido barrados, essas

descobertas só seriam feitas uma ou duas aulas depois. A partir da sugestão do professor, temos em um segundo vídeo do robô seu ganho de autonomia de movimento, como podemos ver na seguinte transcrição:

Integrante Robot Storms: Agora ele vai achar alguma coisa, espera 3 segundos, volta, você viu que tem 40 centímetros?

Integrante Robot Storms2: Você colocou de 40?

Integrante Robot Storms: Aí ele bate na parede, o sensor aciona, ele dá uma viradinha, vai achar a parede e não vai bater (Transcrição vídeo 19/08/2012, M2U00023).

Para completar o discurso, uma descrição do que ocorreu no vídeo. O robô anda até reconhecer um objeto, para ao achar o objeto, dá uma ré até bater em outro objeto, segue em frente, fazendo uma curva para a direita, até que encontre uma barreira e começa novamente a dar uma ré e refazer a programação. Tudo isso podemos associar também às palavras de um dos sujeitos da pesquisa: “Para mim, robótica é feita de iniciativa. Ponto de vista bom é isso, iniciativa, aprender...” (SUJEITO 1, 2012). As iniciativas desse primeiro dia trouxeram alegrias nas descobertas, mas dor ao ver sua criação ser desmanchada.

Terminadas as atividades da manhã, no período da tarde, os alunos não ficaram apenas no modelo de robô proposto: procuraram modificar o robô por livre iniciativa, conhecer as funcionalidade das outras peças do kit de robótica. Exploraram o kit além do esperado, mesmo comportamento de quando crianças abrem um presente: enquanto não descobrem todas as funcionalidades, não param de experimentar.

Assim, o modelo de robô proposto foi o modelo que vem no kit. Outras versões foram surgindo, como já viram anteriormente, e como essa versão de moto (Figura 77), elaborada por uma equipe - que “empinava” e por meio do sensor de som (Figura 78) o robô, quando reconhecia um som com certo volume, tinha como resposta a execução de um arquivo de som que simulava a ação de bater palmas.

Figura 77 – Robô Moto do Batman



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 78 – Sensor de som



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

No *software* que acompanha o kit, a programação foi construída em uma sequência de ícones conectados. Considerando as funcionalidades da proposta da programação, essa, necessitou usar quatro ícones de motor, um sensor de som, um sensor de toque e um ícone de emitir som. O robô anterior ficou no final com a seguinte programação (Figura 79).

Figura 79 – Programação do Robô Moto



Fonte: Arquivo do próprio autor.

A programação anterior configura os motores para que girem 1150 graus, fazendo o robô andar para a frente, mesmo com sentido na programação indicando para trás. Isso acontece, pois os motores foram montados no robô com sentido invertido. Dessa forma, para fazer o robô andar para a frente, seria necessário inverter o sentido na programação. Continuando, após andar para a frente, dá uma pequena ré de 1 segundo, depois motores giram novamente 1150 graus e o robô anda para a frente. Quando o sensor de som detectar um som maior que 49 unidades de som, o robô iria emitir sons de palmas. Por fim, quando o sensor de toque fosse acionado, o robô iria dar uma ré equivalente a uma rotação.

Uma outra montagem foi da roda-gigante. No PIBIC JUNIOR de 2010, trabalhamos com ela; aqui novamente voltamos a construí-la. Ela foi construída pelos alunos com um motor ligado ao eixo de rotação da estrutura hexagonal. Era uma versão miniatura, estávamos trabalhando uma estrutura do mundo real, um micromundo, uma versão miniatura de um objeto do cotidiano de quem já viu uma roda-gigante em algum parque de diversão. Furletti (2010, p. 22) relaciona o objeto roda-gigante a um artefato robótico, no qual ele trabalhou e agregou as concepções de micromundo. Nesse momento, apropriamo-nos da seguinte interpretação:

Embora um micromundo tenha a capacidade de executar a simulação de um fenômeno, ele se difere dos simuladores, pois não se limita a determinação de parâmetros pelo aluno e à observação do fenômeno decorrente das parametrizações. A semântica de um micromundo, ou seja, sua linguagem de programação, permite a construção de estruturas através dos objetos primitivos e sequências convenientemente agrupadas de procedimentos ou instruções, que quando executadas possibilitam a representação de um fenômeno (ACCIOLI, 2005, p. 8).

Nesse sentido, buscamos desenvolver a atividade, buscando explorar o fenômeno, ou seja, a funcionalidade da roda-gigante em um parque de diversão. Nesse processo, não deixamos de trabalhar os sensores. Só estabelecemos uma nova estratégia e que pudesse ser mais interessante, propondo a montagem de uma roda-gigante, trabalhando com ela o sensor de toque (rever Figura 82) por meio de desafio:

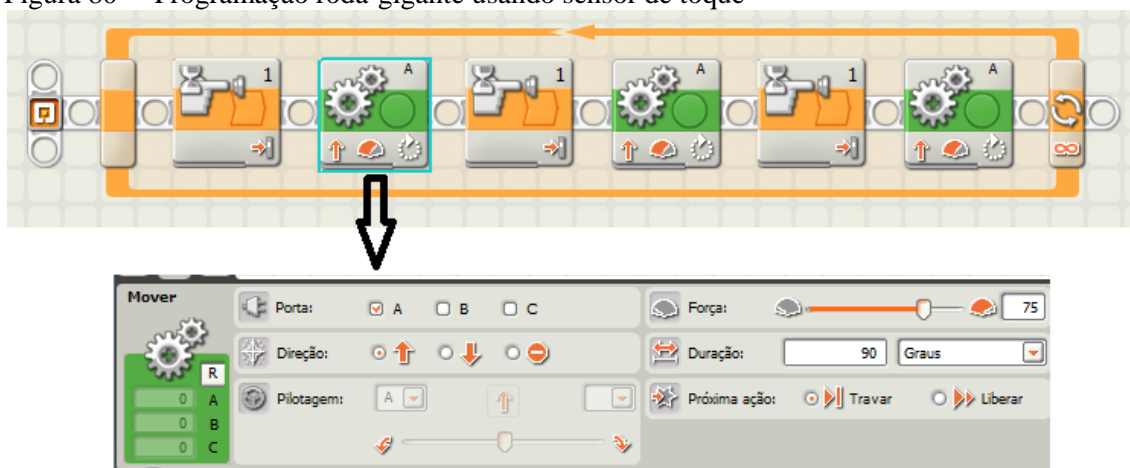
Desafio

Programar roda-gigante com um sensor de toque para, ao tocar, girar sem parar até que seja feito outro toque.

Programar roda-gigante para que pare em um ponto fixo cada cadeira, simulando o ato de subir ou descer.

Ambos os desafios foram completados. O primeiro desafio pode ser traduzido pela programação (Figura 80) de uma das equipes.

Figura 80 – Programação roda-gigante usando sensor de toque



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Nessa programação, ao clicar o sensor de toque, a roda-gigante girava, o motor estava com a seguinte programação expressa na Figura 86, com força 75, e rotação em graus, definidas para serem 90° a cada toque. Além disso, tem-se um Loop, que torna a programação infinita. O Loop é o que envolve toda a linha do programa elaborado acima. E pode ser

Figura 83 – Programação roda-gigante desafio 2



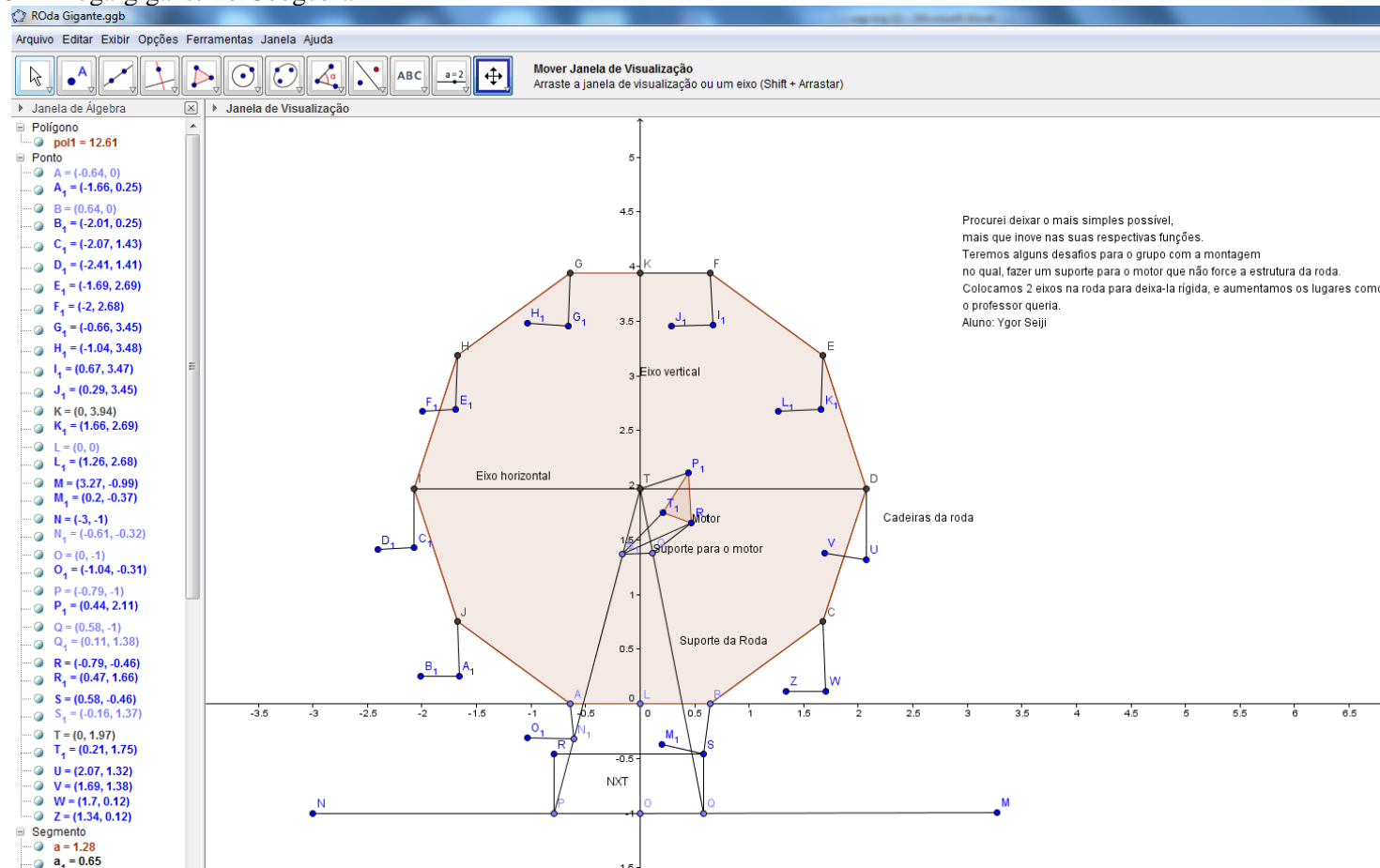
Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Como atividade para casa relacionada à roda-gigante, ficaram as seguintes missões:

- Desenvolver outra roda-gigante com maior capacidade de passageiros.
- É possível nessa mesma roda-gigante colocar mais lugares? Explique.
- Desenhar o projeto da roda-gigante e explicar a montagem em um arquivo digital ou manuscrito.
- Fazer a versão da nova roda gigante no LEGO Digital Design.
- Postar nos seus grupos do Facebook.
- Pesquisar uma montagem livre para o final do minicurso.

A versão de roda-gigante hexagonal deve-se, principalmente, à quantidade de vigas disponíveis. Não havia mais vigas para poder ampliar o raio da roda-gigante. Essa atividade para casa obteve resultados: a tarefa foi realizada por alguns alunos, no entanto “a atividade para casa da roda-gigante apresentou problemas de ser construída no LEGO Digital Design (LDD), havia limitação de peças no *software*, como alternativa, sugeri o uso do *software* Geogebra. O aluno (Sujeito 1), do grupo Robot Storms, em diálogo no Facebook (Anexo D), manifestou suas dúvidas quanto à tarefa e à forma de resolver. A falta de medo e vontade de aprender me surpreendeu, expliquei superficialmente o que era o *software* Geogebra e o aluno logo procurou usá-lo. Era um desafio, ver até onde ele era capaz, tendo um resultado positivo, uma roda-gigante (Figura 84) com 12 lugares, em uma estrutura de um polígono regular” (NOTA DE CAMPO DE 07/05/2012).

Figura 84 – Roga-gigante no Geogebra



Fonte: Arquivo do autor.

Essa montagem, para o autor, segundo sua interpretação, tinha mais relação com a Matemática. Durante a primeira entrevista, ele menciona essa montagem e argumenta sobre o uso do Geogebra. Vejam:

Fernando: Nas montagens, a Matemática foi importante?

Sujeito 1: Acho que quando eu vi mais Matemática em todas as montagens, acho que foi na roda-gigante, porque eu lembro que tive muito trabalho para montar a roda-gigante, primeiro foi, não lembro qual programa a gente usava para montar, acho que era nxt.

Fernando: LEGO digital design.

Sujeito 1: Isso, eu não conseguia porque primeiro eu fui no “olhômetro”, eu vou fazer assim com tal ângulo assim, qualquer um, aí no começo não funcionou, aí eu já comecei, já fui lá, vou criar uma roda de quantos lados, já fui lá, computador procurei, um pentágono, queria uma roda-gigante com 5 lados, fui lá na internet e peguei, pesquisei na internet, aí comecei a montar mais perfeitamente, mas ajudou bastante, foi onde eu mais vi Matemática mesmo

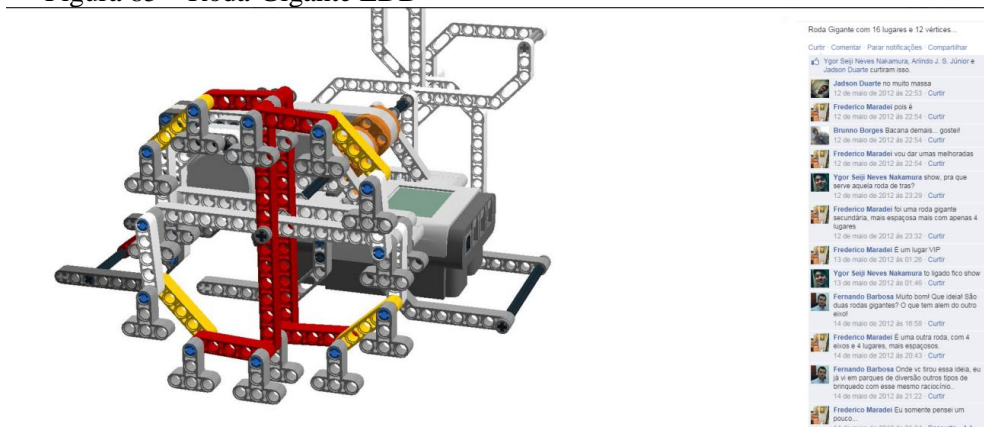
Fernando: Depois você fez no Geogebra?

Sujeito 1: Foi, Geogebra facilitou minha vida (Entrevista 1).

Analisando suas exposições acerca da montagem, podemos ver que há no discurso dele uma relação com elementos da Matemática ao utilizar figuras geométricas para construir e estruturar uma roda-gigante. E o Geogebra permitiu que ele testasse, construísse polígonos regulares com mais facilidade, permitindo testar suas ideias até chegar em um modelo de roda-gigante que atendesse a seus interesses e contemplasse a atividade. Um detalhe interessante dessa construção é o quanto o *software* Geogebra foi intuitivo, o sujeito 1 não apresentou dificuldades em manuseá-lo. Superficialmente, ele brincou com elementos da Matemática, como ângulos, polígonos, formas geométricas. Só por isso ele acredita que tenha realmente visto Matemática. Ver, ele viu, mas era preciso aprofundar mais: a atividade marcou mais pelo seu caráter lúdico, divertido, de controlar suas rotações e paradas, do que propriamente pela importância da Matemática na sua construção estrutural e programação.

Além dessa proposta de roda-gigante, uma segunda foi construída no LDD (Figura 85). O aluno não fugiu das especificações, mas apresentou outro tipo de solução. O que podemos observar nessa nova construção novamente é a forma como cada um resolve um mesmo problema. Isso nos mostra principalmente que um professor, ao formular um desafio ou problema, precisa conhecer muito e dominar a linguagem para formular a pergunta.

Figura 85 – Roda-Gigante LDD



Fonte: Arquivo do autor.

Essa roda-gigante elaborada por um integrante da equipe Robot Storms tinha 16 lugares e 12 vértices de um lado. Nos comentários dos colegas e do professor, o autor da roda-gigante esclarece alguns detalhes da estrutura, que destacamos:

Sujeito 1: Show, para que serve aquela roda de trás?

Frederico: Foi uma roda-gigante secundária, mais espaçosa, mas com apenas 4 lugares.

Frederico: É um lugar VIP

Sujeito 1: Tô ligado, ficou show.

Fernando: De onde você tirou essa **ideia**? **Eu** já vi em parques de diversão outros tipos de brinquedo com esse mesmo raciocínio.

Frederico: Eu somente pensei um pouco..

(Transcrição dos comentários da roda-gigante em LDD no Facebook).

Vemos que o desafio proposto na aula e pós-aula foi instigante. Não basta reproduzir um artefato, construir um micromundo, é preciso nessa estrutura proporcionar situações de investigação, de desafio, simulações, situações-problemas, de forma que o trabalho com aquela montagem proposta pelo professor deixe uma marca mais forte e permanente.

Para realizar essa tarefa, é preciso que o professor tenha a percepção de que a criação de enigmas deve estar diretamente relacionada à criação de situações, onde confrontar o conhecido com o desconhecido traz à tona uma situação-problema que gere expectativas e proponha desafios suficientemente atraentes para despertar no aluno o desejo da descoberta. Por outro lado, em ambientes de Robótica Pedagógica, normalmente os desafios propostos costumam desencadear o aparecimento de situações-problema que otimizam a mobilização de recursos naturais e materiais presentes no próprio ambiente, assim como, dos recursos internos do ser cognoscente (STEFFEN, 2002, p. 85).

Como menciona Steffen (2002), o ambiente desencadeia situações propícias ao desenvolvimento de situações-problemas, que, para os sujeitos, é um momento de mobilização interna, reflexão e transformações na forma de pensar e agir.

Além das montagens, percebemos a programação como um instrumento marcante, pois durante as oficinas de robótica na escola, vimos a necessidade de aprofundar na programação para que os alunos pudessem controlar mais o kit, percebemos que alguns alunos ainda estavam tendo dificuldade de entender a lógica de programação. De acontecimento prazeroso poderia se tornar uma marca negativa. O que ajudou a firmar nossa posição foi um rápido diálogo com um dos sujeitos da pesquisa. Logo após a aula da rodagem, em conversa com um dos alunos pelo Facebook, vimos que havia interesse em uma aula apenas de programação, e que essa, deveria ser mais avançada:

Fernando: Sujeito 1, você já sabe programar bem, você acha que deveria ter uma aula só com programação, testar os sensores?

Sujeito 1: Eu acharia legal para ter uma aula de programação mais aprofundada. Tem coisas no programa que eu não sei nem para o que serve, mas programação básica não é preciso uma aula, é só preciso conhecer o programa e seus recursos que ele disponibiliza.

Fernando: Beleza, vamos planejar isso, mas tem grupos que não estão tão avançados como vocês.

Sujeito 1: Entendo, uma aula básica ajudaria muito os outros grupos.

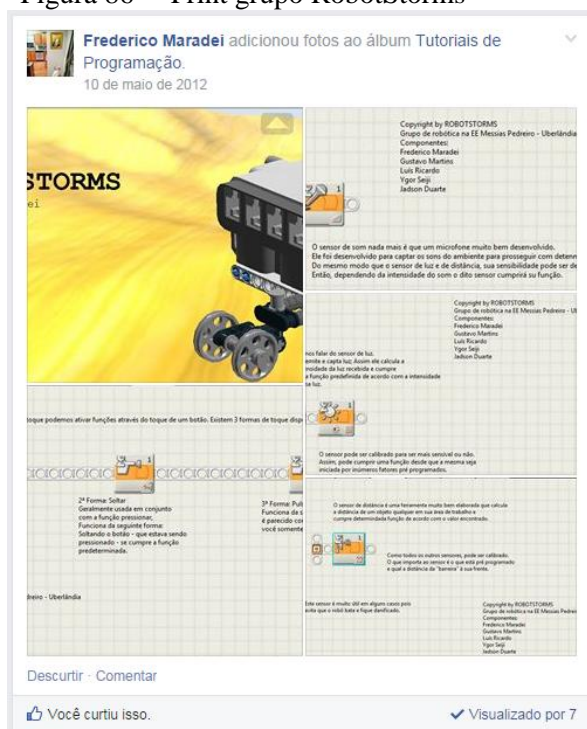
Foi uma conversa informal, mas nos ajudou a tomar uma decisão. Investir em programação é uma porta importante na forma de aprender ensinando a máquina, Seymour Papert já nos dizia isso desde a criação do LOGO, tanto que o kit de robótica da LEGO® Education foi desenvolvido por ele e seu grupo no MIT. Falando em LOGO, o Sujeito 1, que faz parte da equipe Robot Storms, teve, desde o início, um desempenho mais à frente das outras equipes. Ele mesmo já vem de uma escola em que programação é trabalhada com os alunos interessados, usando o *software* Super Logo, uma versão brasileira do LOGO.

Enfim, mesmo com as atividades com desafio, surgiu a necessidade de nivelar os alunos, pois alguns ainda não tinham avançado, mais uma razão para uma aula de programação básica. O bolsista do PIBID de Matemática ficou responsável por organizar e realizar a aula, abordando lógica de programação e os ícones usados na programação do kit de robótica. Voltamos um pouco para avançar depois. “Em uma reunião para decidir o que fazer, o bolsista tinha decidido não realizar uma montagem, mas pelo jeito deve ter refletido, pois no dia da aula optou por realizar uma montagem de um carrinho. Menos mal, pois sem um robô para compreender o que estava acontecendo com a programação, ficaria muito sem sentido a

aula de programação. Mesclar a teoria e a prática seria um reforço à consolidação do conhecimento e significação do mesmo pelo aluno do minicurso robótica” (NOTA DE CAMPO CONSTRUIDA EM 17/05/2012). Desvincular a programação da montagem, percebemos como um ensino parcial. É um retorno imediato quando, ao testar a programação, se vê o robô, o dispositivo realizando certo ou errado.

Desenvolver uma aula voltada à programação ganhou um diferencial quando incluímos alguns alunos que tinham avançado. Eles foram convidados a ajudar na construção da aula e do material. Esses alunos foram da equipe Robot Storms. Tanto que no Facebook, no dia 10 de maio de 2012, estava sendo publicado um tutorial de programação (Figura 86), que explicava os principais elementos do *software* de programação para NXT 2.0, trabalhando motores e sensores (Anexo E).

Figura 86 – Print grupo RobotStorms



Fonte: Próprio autor.

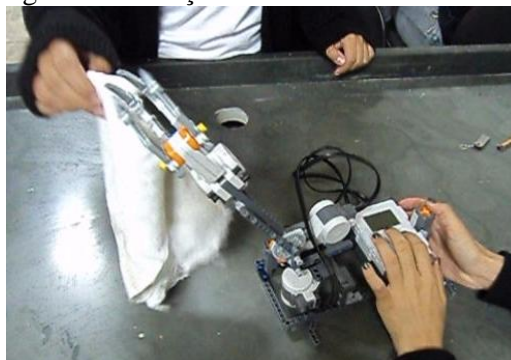
O tutorial tinha comentários e explicações dos ícones de programação, além da seguinte referência: “Copyright by ROBOTSTORMS”. Os direitos de uso e publicação são da equipe, mas, mesmo assim, publicaram para os colegas. Podem ter feito uma brincadeira, mas é uma afirmação enquanto autores e produtores. Essas aulas oportunizaram que alguns saíssem de seu papel de alunos para professores e autores. Eram jovens, fazendo um material para outros jovens. Tanto, que ao realizar a explicação de lógica de programação, teve a

participação de um aluno da equipe Robot Storms, que usou a resolução de uma equação do segundo grau para explicar algoritmo. Ele utilizou um caso particular e foi criando o passo a passo da resolução da equação. Essa aula foi exclusivamente para conhecer mais sobre programação e sobre o *software* que estávamos utilizando para programar os robôs. Foi uma forma de resolver problemas de compreensão das funções dos ícones na programação e de como construí-la.

Durante as atividades do projeto, houve um dia especial, exclusivamente de exposição de montagens que tinham sido preparadas e apresentadas no dia anterior para os alunos da escola, em outra oficina, para divulgar mais a oficina de robótica. Como foram usados os kits, fizemos um momento para expor as produções. A aula foi no dia 17 de maio de 2012. A quarta aula foi mais expositiva, aproveitamos para mostrar montagens de robôs construídos para exposição na apresentação da oficina “Arte e Matemática”. Essas montagens envolviam um braço mecânico (Figura 87), um lançador de bola denominado “Pitching Machine and Batter⁶¹”, do site [nxtprograms.com](http://www.nxtprograms.com), e um cofre com nome “Combination Lock Box⁶²”

O braço mecânico era movimentado por dois motores que estavam conectados ao bloco programável, cujas teclas acessavam a função de movimento de um dos motores e um sensor de toque ativava o fechamento da garra.

Figura 87 – Braço mecânico



Fonte: Próprio autor

Já o lançador de bolas (Figura 88) tinha um sensor de distância que, ao ser acionado, ativava as funções dos motores e fazia o lançamento da bola.

⁶¹ Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/pitcher_and_batter/index.html>. Acesso em: 15 de out. 2012.

⁶² Disponível em: <http://www.nxtprograms.com/lock_box/index.html>. Acesso em: 15 de out. 2012.

Figura 88 – Lançador de bolas



Fonte: Próprio autor

O cofre (Figura 89) usava três motores, sendo um para simular a chave numérica e os demais, para abrir o cofre.

Figura 89 – Cofre



Fonte: Próprio autor

Feita a apresentação dessas montagens, aproveitamos para dialogar com os alunos sobre o funcionamento desses artefatos e a Matemática necessária para fazer esses dispositivos funcionarem. Superficialmente, falamos da necessidade de ângulos para controlar o braço mecânico, de grandezas para ativar o sensor do lançador de bolas, mas a montagem que mais rendeu discussão foi o cofre.

O cofre foi apresentado fechado e o bolsista desafiou os alunos a adivinhar a senha. Cada um queria tentar, eram necessários três dígitos e seriam necessárias muitas tentativas. Para mostrar que essa senha não era tão simples, perguntamos aos alunos quantas combinações eram necessárias. Vejam o diálogo transcrito:

Professores: Quantas combinações são possíveis aí?

Aluno 1: São várias...50 vezes 50 vezes 50.

Aluno 2: 50 vezes 50 vezes 50.

Aluno 3: Ah, são várias.

Professores: Por que 50? Mais de mil?

Aluno 1: Acho que é, mais de mil.

Aluno 2: 50x50x50.

Professor: Por que 50x50x50?

Aluno 2: Porque cada uma pode ter 50 possíveis... cada... vamos dizer aqui...cada caractere pode 50, tem 50 possíveis combinações, esse aqui pode ser de 1 até 50, entendeu?

Professor: Sim.

Aluno 2: O outro pode ser 1 até 50.

Aluno 1: 125 mil.

Aluno2: 50x50x50?

Aluno 1: É.

Professor: Qual foi seu raciocínio?

Aluno 1: Ah, multipliquei os três, 50x50x50.

Professor: Meu primeiro número é?

Alunos: Zero,

Professor: E vai até?

Alunos: 50.

Professor: 50. De zero a 50 são quantos números?

Aluno 1: 50.

Professor: Certeza?

Aluno 2: 51.

Aluno 4: Não é 50.

Aluno 2: 51, é 50 mais o zero, é 51.

Aluno 1: Então 51x51x51, dá 132651.

Aluno 2: Não, 51+51+51, dá 153.

Professor: Por que mais?

Aluno 2: Porque eu acho que a gente usa multiplicação quando você pode intercalar as senhas.

Aluno 1: Eu acho que é esse aqui, sabe porque, é igual à megassena, a megassena tem vários, fazer jogos.

Aluno 2: Não é verdade, é 51x51x51, quanto dá?

Aluno 1: Dá 132 mil e alguma coisa.

Aluno 5: Dá 153 sim.

Professor: Por que 153?

Aluno 5: Não tem como trocar o número, é sempre 50 em cada um.

Aluno 1: Presta atenção, vamos lá, presta atenção: 0-0-0, 0-0-1, 0-0-2, [...]

Aí depois vai 1-0-0, 1-0-1,....até 1-50-50.

Professor: Vamos fazer um exemplo mais simples para ele enxergar lá no quadro (Transcrição do vídeo M2U00059 do dia 17/05/2012).

A situação gerou uma discussão. Nesse processo, agimos de forma a não dar a resposta, mas orientamos e acompanhamos cada reflexão dos alunos de modo que não desistissem e não dessem a solução. Esse comportamento, segundo Maisonnnette é característica de um professor-facilitador, cujo papel é de

catalisador do processo tendo a preocupação de deixar o grupo no limiar entre a solução e a frustração. Não se deve dar a solução imediata, até porque muitas vezes o próprio professor-facilitador não a terá, e nem deixar que o grupo chegue à frustração, o que poderia desestimular a continuidade do projeto (2002, p. 2).

Dessa forma, vimos um artefato oriundo do cotidiano, um cofre, um cadeado com números, o bloqueio de carros de luxo, um robô que deu uma discussão interessante sobre

princípio fundamental de contagem. Até então, desconheciam exemplo tão prático que abrisse a discussão para a teoria de combinatória em Matemática. Existem exemplos no quadro em que o aluno necessita um esforço de sua imaginação para projetar a situação. O cofre robótico podia ter sido mais simples, com apenas dois dígitos e menos valores de entrada, seria suficiente para mexer com os alunos e um momento rico para ensinar esse princípio tão importante. Os alunos estavam trabalhando com possibilidades, combinações de números. Na mesma hora em que um deles dizia que era necessário multiplicar os valores, considerou que deveria ser soma. Só com a argumentação do colega que ele reconheceu o seu erro de raciocínio. Eles mesmos trabalharam a solução. Os professores agiram em momentos necessários, não dando a resposta, mas questionando. Um passo importante no processo de resolver o problema é conhecer os dados, quais informações o problema apresenta. Polya (1945), em seu livro *A arte de resolver problemas*, nos ensina que esse é um dos passos para a resolução de problemas.

Alexandre (2013), ao discutir em sua dissertação a questão de formulação de problemas, aponta que ela pode ocorrer antes, durante ou depois da resolução de um problema. Nesse caso, a formulação de um problema aconteceu durante, ou seja, no processo de abrir o cofre. O problema formulado pelo professor veio por meio de uma pergunta: “quantas combinações são possíveis aí?”. Nesse sentido, o problema inicial foi maximizado, de uma certa forma, suprimindo a frustração de não achar a resposta do primeiro problema de forma tão rápida e fácil.

Apesar desse pequeno momento de formulação que não foi feito pelos alunos, podemos considerar que até o momento as atividades propostas nada mais eram que problemas propostos, em que os alunos concentrariam suas energias na resolução deles. A experiência com robótica tem muito disso, de desafios, de problemas a serem resolvidos. Somente com o tempo é que as vivências permitem a construção de uma sensibilidade para reconhecer, formular e resolver problemas. E o caminho para tal exige um envolvimento do sujeito na realidade.

Esse dia teve como enfoque: apresentar dispositivos robóticos e desses, fazer emergir a Matemática, como nos ensina Leitão (2010). O fato mais rico dessa emersão foi no registro de vídeo e áudio dos alunos. No entanto, perdeu-se, nesse processo, a oportunidade de construção da programação de cada dispositivo robótico, mas não se perdeu a oportunidade de explorar e conhecer como funciona, como se construíram dispositivos diferentes - como braços, portas de cofres mecânicas. Desmontar é um caminho inverso na construção, mas é uma exploração quanto às suas funcionalidades estruturais.

Retomando as programações das aulas, iniciou-se com um desafio. A partir de uma montagem do site *nxtprograms*, os alunos foram desafiados a desenvolver uma programação para que o carrinho pudesse percorrer uma trajetória quadrada. Cada grupo se apropriou do que sabia e o que tinha aprendido para resolver o desafio. Um “grupo utilizou de cálculo de circunferência. A partir da distância a ser percorrida em cada lado, determinou o número necessário de rotações”(NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012). Simples e eficiente, em outras palavras, a partir da circunferência da roda, sabia-se quantos centímetros eram necessários em uma rotação, logo, dividir a distância de cada lado pela circunferência teria as rotações necessárias, lembrando que o *software* aceita e executa rotações fracionadas.

Outra solução apresentada para o desafio que nos chamou a atenção veio por “tentativa e erro”, que a princípio não valorizávamos, talvez pela nossa formação em Matemática, em que tínhamos a convicção de que se podia modelar e estabelecer calculadamente os dados necessários. No entanto, na robótica, essa ação também deve ser interpretada como positiva por um período, pois

Percebe-se que a estratégia utilizada pelos alunos para realizar a programação é de “tentativa e erro”. É uma forma mais demorada de encontrar os resultados esperados, mas ao mesmo tempo permite que os alunos analisem as diferentes possibilidades de programação e testem hipóteses (MALIUK, 2009, p. 74).

Assim, por meio de tentativa e erro, uma equipe usando tempo conseguiu controlar o robô para realizar o trajeto de um quadrado. “Descobriu quanto tempo o robô gastaria para percorrer a distância especificada; segundo o aluno, ao tentar pela primeira vez o robô ao andar 3 segundos não chegou até onde deveria. Ao aumentar o tempo para 4 segundos, o robô conseguiu cumprir a missão” (NOTA DE CAMPO DO DIA 24/05/2012).

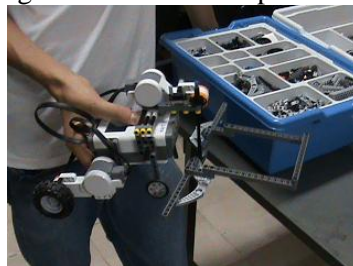
Esse dia também teve um momento, pós-atividades, em que alguns alunos permaneceram além do tempo de aula e desenvolveram dois robôs para competir entre eles, uma disputa de qual robô permaneceria em pé. Ambos os alunos eram da mesma equipe. Foi feito um robô alto com esteira, que chamaremos de Competidor 1 (Figura 90), e outro baixo, com um sistema de varredura usando uma estrutura quadrada, que chamaremos de Competidor 2 (Figura 91).

Figura 90 – Robô competidor 1 com esteira



Fonte: Próprio autor.

Figura 91 – Robô competidor 2



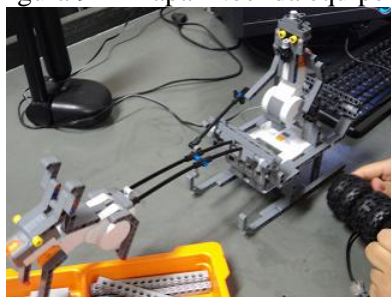
Fonte: Próprio autor.

Essa disputa terminou com a vitória do robô Competidor 2. O primeiro robô, ao atingir seu oponente, prendeu a garra e, a força que o motor fez para finalizar o comando de programação, ajudou na sua desestabilização, levando à queda. A competição estava timidamente aparecendo por eles mesmos.

Além de aulas com montagens selecionadas e com objetivo, teve um dia em que a atividade da aula foi livre. Deixamos que os alunos escolhessem, construíssem e programassem uma montagem de livre escolha. Nesse dia, houve equipe que buscou inspiração ou modelos no site nxtprograms.com, enquanto outra equipe buscou desenvolver seu próprio robô, com alguns detalhes autorais, pois só seria 100% autoral se não tivessem feito ou visto nenhum robô feito de LEGO.

A equipe Wall-e decidiu fazer um Papai Noel em seu trenó (Figura 92), denominado de “Santa and Rudolph”⁶³. A razão dessa montagem não tinha relação com nada em especial.

Figura 92 – Papai Noel da equipe Wall-e



Fonte: Próprio autor.

⁶³ Disponível em: <<http://www.nxtprograms.com/santa/index.html>>. Acesso em: 29 de ago. 2014.

Já a equipe Moony Droide decidiu fazer uma aranha (Figura 93), que segundo o grupo tinha relação com o filme de Harry Potter.

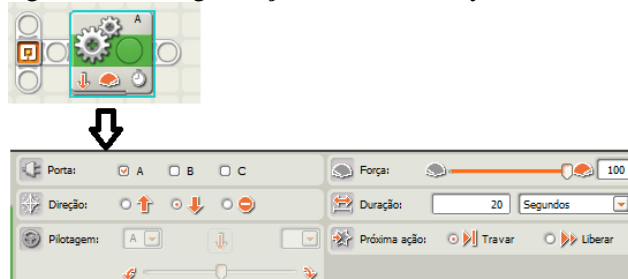
Figura 93 – Aranha equipe MoonyDroide



Fonte: Próprio autor.

“Até o momento, as montagens eram consumo de ideias prontas, no entanto esse grupo foi diferente, pois eles mesmos desenvolveram a programação” (NOTA DE CAMPO DO DIA 31/05/2012). A programação da MoonyDroide (Figura 94) foi simples e funcional. Como a estrutura da aranha tinha apenas um motor e os braços da aranha tinham um eixo e engrenagens em série, de forma que a ação do motor fosse repassada, bastava, então, controlar o motor.

Figura 94 – Programação aranha MoonyDroide



Fonte: Próprio autor.

A equipe Robot Storms decidiu construir o catador de lixo, tentando resolver o desafio proposto na semana anterior. Infelizmente, a quantidade de peças que o kit tinha não foi possível. Seria necessário fazer uso de mais de um kit. Dessa forma, acabaram decidindo montar um robô de competição. Um integrante do grupo decidiu montar um robô Competidor 3 com maior estabilidade (Figura 95) em relação à sua última montagem (Figura 90). “Dessa forma desenvolveu um quadrado e colocou em seu centro a estrutura central do robô” (NOTA DE CAMPO DO DIA 31/05/2012). Como já havia percebido que sua falha de construção foi a estabilidade, uma estrutura alta e estreita na largura, o estudante decidiu montar um robô que tivesse um apoio, independente da instabilidade que tivesse.

Figura 95 – Robô competidor 3



Fonte: Próprio autor

O robô Competidor 4 (Figura 96) ganhou um braço mais forte, com um pêndulo que girava atacando o adversário, ideia semelhante a que usou na última competição (Figura 91), no entanto não foi suficiente para garantir sua vitória, apesar das três tentativas. Algumas vezes os robôs tiveram de ser separados, pois chegavam a um empate. A vitória acabou sendo do robô competidor 3, que fez do braço do seu adversário uma arma contra ele mesmo.

Figura 96 – Robô competidor 4



Fonte: Próprio autor.

Além dessas montagens, tivemos outras, sendo uma delas um carrinho com uso de sensor ultrassônico. Outra montagem foi o sistema de transmissão de um veículo⁶⁴ (Figura 97), uma réplica que tinha disponível no site [nxtprograms.com](http://www.nxtprograms.com). A partir dessa montagem, pudemos entender, juntamente com o aluno, a importância das dimensões das engrenagens em proporcionar velocidade ao carro.

Figura 97– Sistema de transmissão



Fonte: Próprio autor.

⁶⁴ Disponível em: <<http://www.nxtprograms.com/transmission/index.html>>. Acesso em: 29 de ago. 2014.

Esse dia de **atividade foi lembrado por um dos sujeitos da pesquisa com sendo para ele um dos que mais o marcou**. Vejam na pergunta e na resposta:

Fernando: Qual atividade que você lembra que mais gostou?

Sujeito 2: A da construção que você podia escolher o robô que você quisesse montar, vocês escolhem o que vocês quiserem e monta. Esse foi o melhor.

Fernando: Deixou livre?

Sujeito 2: Deixou livre.

Fernando: Por que as outras não foram legais?

Sujeito 2: Não, não, as outras foram legais, mas você podia escolher o robô, você escolheria o mais legal, eu pensei desse jeito, eu pedi a da guitarra (Entrevista 1).

Para outros sujeitos da pesquisa, a maioria não viu rejeição nas atividades, como podemos perceber pela fala do Sujeito 1:

Fernando: Qual atividade você mais gostou de trabalhar na robótica?

Sujeito 1: tudo.

Apesar dessa manifestação pela guitarra, a construção de sua equipe foi uma decisão coletiva, decidiram fazer o Papai Noel. Mesmo não tendo feito a montagem que desejou, considerou a atividade como a mais interessante. Todos escolheram montagens que consideraram interessantes, chamativas e que os deixaram curiosos. Sob determinado ângulo, foi paixão à primeira vista.

Em termos de programação e montagem, após esse primeira fase de atividades na escola, alguns desses alunos tornaram-se monitores e ensinaram o que aprenderam em termos de montagem e programação. Houve algumas mudanças na organização e nas atividades, mas considerando que a maioria já foi mencionada, não iremos repetir.

Antes de continuarmos, nessa fase, teve uma montagem que não se programou, foi uma estrutura rígida criada para carregar a filmadora, com o objetivo de realizar uma filmagem na ótica do robô. Em termos de montagem, nada envolvia programação ou atividade definida, mas era controlada por um aplicativo do smartphone.

Essa fase de desenvolvimento e trabalho com dispositivos robóticos na escola ocorre muito em uma instância de preocupação com o *design*, com a estética dos robôs. Estavam nesse processo, conhecendo alguns modelos e construções prontas, explorando suas potencialidades, sua construção e seu funcionamento. O ponto mais forte nessa fase foi o trabalho com as “máquinas musculares” (SANTAELLA, 1997), ou seja, força e movimento. No entanto, não deixaram de trabalhar a questão das “máquinas cerebrais”, considerada por Santaella (1997) um terceiro nível de relação entre homem e máquina. Nesse nível, entram os

computadores, os *softwares*. A autoria menciona a importância da criação da máquina de Turing, pois ela era “uma ferramenta intelectual diretamente relevante para o desvelamento dos mistérios da inteligência” e o computador é “um dispositivo que processa símbolos” (SANTAELLA, 1997, p. 39).

A relação máquina e homem se estreita pela programação, ou seja, os sujeitos dessa pesquisa, os alunos que usaram desse material, estavam trabalhando com máquinas musculares e cerebrais, usando a interface de um *software*. O grau que podemos perceber ainda não é tal que a máquina consiga ser totalmente autônoma.

4.3.1 A montagem e programação para o torneio FLL

As montagens na escola eram semanais, mas o período de acontecimentos e emoções que exigiram um esforço acima da média do projeto foi no preparativo da competição de robótica, ou seja, o primeiro torneio dos sujeitos da pesquisa. Na figura 98, temos a visão da mesa e tapete de competição montados na perspectiva do lado oeste. No canto inferior da imagem, à direita, onde estão logotipos e logomarcas de empresas - como a 3M - é a base, local de saída e onde os competidores podem tocar e mexer no robô.

Figura 98 – Tapete e mesa montados visão oeste



Fonte: Próprio autor.

Olhando pelo lado leste da mesa (Figura 99), temos a visão dos demais desafios, mesa e tapete. Toda essa estrutura só para treino teve um custo de R\$ 1.077,20 de investimento na

capacidade dos alunos. Até o final do torneio, seria necessário mais investimento em camisetas, *banners*, material de papelaria.

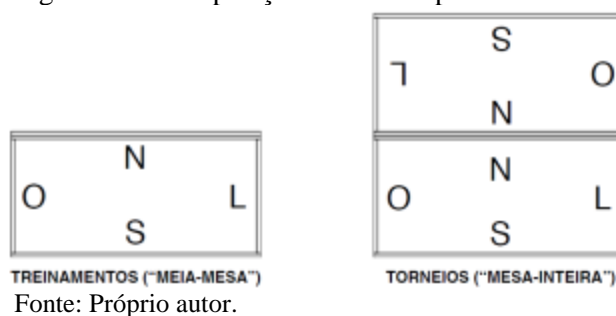
Figura 99 – Tapete e mesa montados visão leste



Fonte: Próprio autor.

Essa mesa e tapete são os mesmos do dia do torneio, só que no dia do evento as competições terão duas mesas paralelas (Figura 100), em que duas equipes estarão em ação sem colocar seus robôs em confronto direto. A competição trabalha com duas mesas paralelas, pois existe um desafio compartilhado entre as equipes.

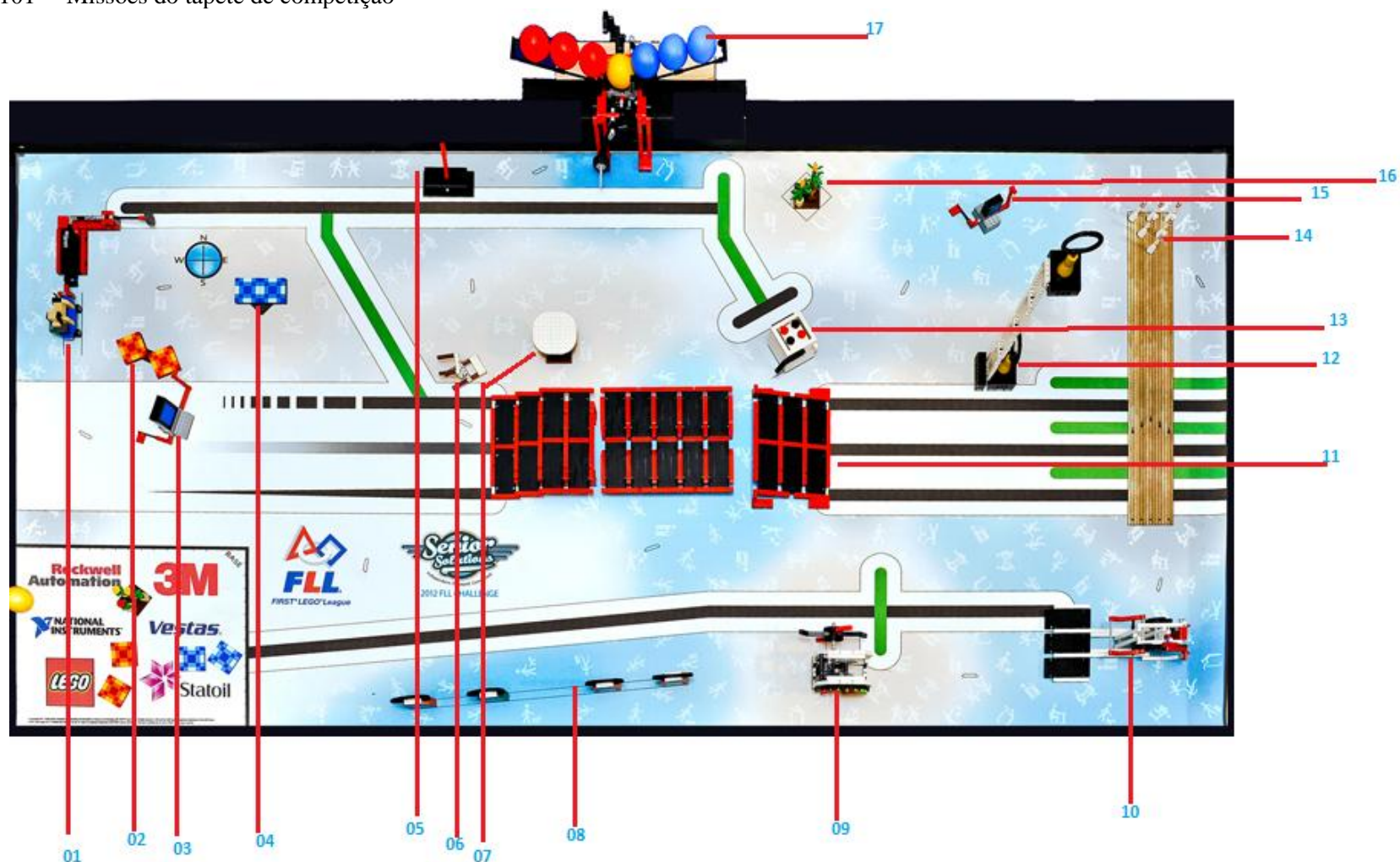
Figura 100 – Disposição das mesas para treino e competição



Fonte: Próprio autor.

Assim, as missões, cada qual tem sua pontuação e suas regras para pontuar e cada equipe escolhe o quê, quando e como fazer. É uma estratégia própria de cada equipe. Mas, antes de falarmos da estratégia da equipe Robot Storms, vamos conhecer as missões que o tapete tinha e sua pontuação. Para isso, vamos numerar uma imagem do desenho do tapete (Figura 101) e explicar sequencialmente.

Figura 101 – Missões do tapete de competição

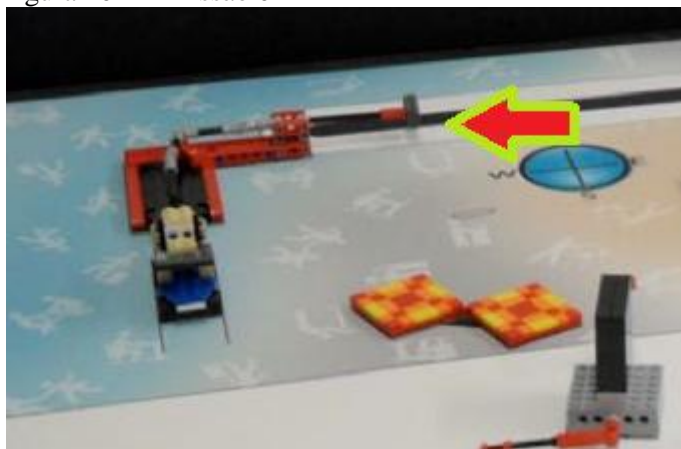


Fonte: Editada pelo autor, origem FAZENDO (2012)

A resolução das missões do tapete é iniciada na área retangular chamada de base, onde estão os logos dos patrocinadores 3M, Rockwell Automation, National Instruments, Vestas, Statoil e LEGO. Desse ponto, o robô pode seguir de acordo com a estratégia da equipe para resolver as seguintes missões:

- a) missão **01** ou “**Animais de serviço**” envolve empurrar um carrinho em forma de cachorro até a base, aplicando uma força ao disco cinza indicado na Figura 102. Caso ele não chegue com o empurrão, o robô deve resgatá-lo. Essa missão vale 20 pontos;

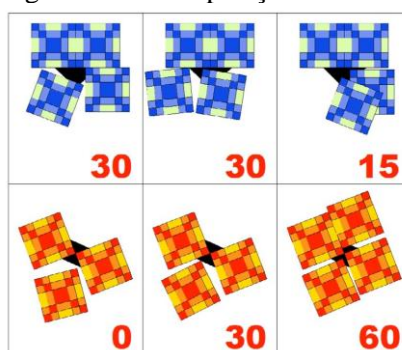
Figura 102 – Missão 01



Fonte: Próprio autor.

- b) missão **02 e 04**, denominada “**Colcha de retalhos**”, envolve pegar os retalhos laranja que estão localizados na base e colocá-los juntos aos outros retalhos laranja no tapete, desde que toquem a parte preta, em destaque junto aos retalhos. O mesmo acontece com os retalhos azuis, precisam ser pegos na base e levados até onde estão os outros fixados no tapete. A pontuação máxima do posicionamento dos retalhos laranja é de 60 pontos enquanto a dos azuis é de 30 pontos (Figura 103);

Figura 103 – Disposição dos retalhos



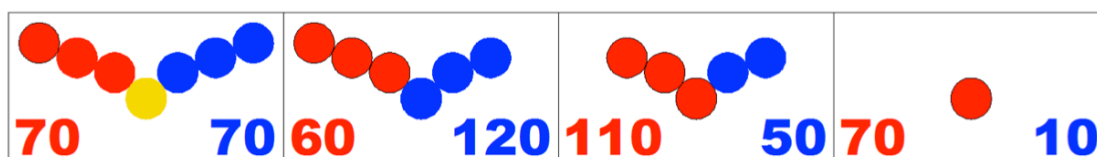
Fonte: FAZENDO, 2012, p. 4.

- c) missão **03, “Chamada de vídeo”**, fazer a bandeirinha que está abaixada ser levantada, acionando uma alavanca. O sucesso implica em 20 pontos;
- d) missão **05, “Reconhecimento de semelhança ou cooperação”**, robô alinha o ponteiro com o ponteiro do outro time, de forma que os ponteiros fiquem paralelos, independente da direção. Essa missão é conquistada pelo o time que fizer isso primeiro. Pontuação de 45 pontos;
- e) missão **06, “Carpintaria” parte 1**, essa missão inicia com o robô capturando a cadeira quebrada em um ponto fixo no tapete e levando até a base. Na base, o competidor remonta a cadeira. Até aí 15 pontos;
- f) missão **07, “Carpintaria” parte 2**, envolve o robô pegar a cadeira remontada pelo competidor na missão 06 e levar até a mesa plástica branca, montada no tapete, colocando-a na área específica no tapete, já pontua 15 pontos. Caso parte dela esteja debaixo da estrutura que representa uma mesa de **cozinha**, a pontuação é de 25 pontos;
- g) missão **08, “Medicamentos”**, o robô deve reconhecer em uma fileira de blocos, que simbolizam frascos de remédios, um frasco de remédio da cor verde. Esses frascos são colocados aleatoriamente no dia do torneio. Após reconhecer, levar até a base, apenas o frasco especificado, sem alterar a posição dos demais frascos. Pontuação: 25 pontos;
- h) missão **09, “Exercício Cardiovascular”**, o robô deve girar uma roda com 4 braços, 90° por vez, sendo obrigado a voltar completamente à base para poder girar novamente. Pontua 5 pontos por giro. Nessa missão, são aplicadas as penalidades, ou seja, a cada toque que a equipe fizer no robô, fora da base, os juízes giram a roda -90 graus. Existe uma escola negativa também nessa missão. Mesmo que a equipe não tenha feito nenhum giro, a pontuação negativa pode ser marcada, chegando a até -60 pontos;
- i) missão **10, “Exercício de força”**, o robô deve aplicar uma força sobre uma alavanca, fazendo com que levante um peso a uma determinada marcação. Se o peso ficar no rumo da marcação, são validados 15 pontos, caso seja acima, 25 pontos;
- j) missão **11, “Transições” ou ponte**, é a última missão, que possui: uma estrutura em forma de escada, uma equilibrada e central que pode tombar caso o robô pare nas bordas, e por fim, uma estrutura inclinada. O robô deve parar somente sobre a estrutura. Se o robô parar sobre a inclinada, a pontuação é de 45 pontos, caso pare

na equilibrada, 65 pontos. A estrutura não pode tombar ou encostar em mais nada além do tapete e do robô;

- k) missão **12, “Flexibilidade”**, o robô tem de pegar os lastros amarelos posicionados sobre a estrutura e levar até a base, validando 20 pontos por laço;
- l) missão **13, “Fogão”**, o robô tem de fazer com que todas as chamas fiquem pretas. Para isso, é preciso acionar uma alavanca que faz com que a estrutura superior do fogão gire, simulando o apagamento das chamas, a pontuação é de 25 pontos;
- m) missão **14, “Boliche”**, o robô deve utilizar a bola amarela que está na base para derrubar os pinos, caso não consiga derrubar todos, a bola é devolvida pelo juiz à base para uma segunda tentativa. A pontuação é dada da seguinte forma: os 6 pinos derrubados implica em 60 pontos; de 1 a 5 pinos, 7 pontos por pino;
- n) missão **15** é igual à missão **03**;
- o) missão **16, “Jardinagem”**, o robô deve pegar uma estrutura que simula vasos e plantas, localizada na base e levar até o jardim demarcado no tapete. Deve posicionar a estrutura em contato com a área limite demarcada no tapete para pontuar. A pontuação é de 25 pontos;
- p) missão **17, “Jogo de Bola”** ou **missão compartilhada**, nessa missão, ambas as equipes ganham pontos de acordo com número de bolas e o posicionamento delas. A cor vermelha representa um time e a azul, o outro. Se o robô acionar a alavanca, a bola amarela sai do trilho e a bola do time assume o lugar, garantindo uma pontuação e retirando pontos do outro time (Figura 104).

Figura 104 – Posicionamento das bolas e pontuação



Fonte: FAZENDO, 2012, p. 6.

Assim, completadas todas as missões, considerando a eficiência máxima do robô, e apenas um giro na missão 09, considerando o tempo, a equipe poderia garantir 570 pontos. No site do torneio, tinha um *software on-line* em que a equipe podia ir calculando sua pontuação em seus treinos.

No dia do torneio, a competição no tapete é realizada em três rounds, sendo que prevalece a maior nota. Antes da competição, existe um tempo de 10 minutos de treino,

calibragem do robô. Durante os treinos, foram testados alguns robôs para resolver alguns desafios. Aos poucos, conseguiu-se construir uma estrutura que atendesse a mais de um desafio, tendo condições de acoplar outras estruturas e desenvolver mais missões. Assim, o problema – tapete - foi dividido em partes. Algumas missões foram descartadas depois de alguns testes, pois a complexidade e o risco de acontecer acidentes gerariam penalizações.

Dessa forma, a equipe optou por realizar as missões mais simples, menos arriscadas, garantindo pontuação e evitando problemas. O robô tinha de ter autonomia e para resolver as missões, o tapete foi dividido em etapas. A Etapa 1 envolvia as seguintes missões saindo da base: missão 04 (Colcha de retalhos azuis), 03 (Chamada de vídeo), 01 (Animais de serviço) e 06 (Carpintaria – parte 1). Nessa etapa, ao ir para a captura da cadeira, o robô arriscava realizar a missão 05 (Reconhecimento de semelhança ou cooperação). Era uma decisão arriscada e envolvia sorte. O risco do robô se prender à estrutura da missão não valia o investimento em tentar conseguir cumprir o desafio.

Como o cachorro não chegava à base, a Etapa 2 resolvia as missões: 04 (Colcha de retalhos laranja) e 01 (Animais de serviço), capturando o cachorro e levando-o até a base. Em seguida, a Etapa 3 iniciada na base ia cumprir as seguintes missões: 07 (Carpintaria parte 2), 17 (Jogo de Bola), 14 (Boliche), 16 (Jardinagem), 13 (Fogão) e retornava à base. A missão boliche era um lançamento de catapulta, um risco a se tentar. Soltar a bola na pista demorava muito.

Por fim, a Etapa 4, usando sensor de luz, o robô saía da base até a missão 09 (Exercício Cardiovascular), depois de fazê-la, resolver a missão 10 (Exercício de Força), missão 15 (Chamada de vídeo). No retorno à base, tentar no movimento de afastamento da missão 15, realizar a missão 12 (Flexibilidade), levando à base um lastro amarelo. Não decidimos subir a ponte ou missão 11 (Transições), pois a estrutura do robô se prendia na subida. Assim, temos as seguintes missões e pontos, em um desempenho em que as missões consideradas por sorte, não fossem realizadas:

- a) missão 01 – 20 pontos
- b) missão 02 – 60 pontos
- c) missão 03 – 20 pontos
- d) missão 04 – 30 pontos
- e) missão 06 – 15 pontos
- f) missão 07 – 25 pontos
- g) missão 09 – 5 pontos
- h) missão 10 – 25 pontos

- i) missão 13 – 25 pontos
- j) missão 15 – 20 pontos
- k) missão 16 – 25 pontos
- l) missão 17 – 120 pontos

Totalizando 390 pontos sem grandes erros, eram missões em que tínhamos confiança no robô. No entanto, sabíamos que esse era quase um “teto” e em uma competição tudo é possível. Em anexos (10), temos Screenshots das filmagens dos treinos em que o robô executa as etapas 1, 2, 3 e 4.

Nas oficinas na escola, as montagens foram até poucas. Como estamos falando de acontecimentos com dispositivos robóticos, um dos momentos mais intensos de vivência e produção foi durante a preparação para o torneio de robótica FIRST LEGO League (FLL). O torneio foi bem descrito no eixo de análise posterior. Dessa forma, não iremos entrar em detalhes, mas concentrar no que foi produzido para resolver os dezesseis desafios do tapete de competição, ou seja, várias versões de um robô.

Foram várias e várias montagens e, respectivamente, suas programações. Vamos olhar a evolução do robô. Para resolver essas missões, nasceu o robô Cataegis, batizado com esse nome no dia 29 de novembro. O significado tem origem no latim e é Furacão. A versão do Cataegis foi sendo construída ao longo dos dias. No dia 9 de novembro de 2012, quando começamos a treinar no tapete, fizemos uma versão (Figura 105) que tentava resolver o desafio da missão 01 dos “Animais em serviço”.

Figura 105 – Cataegis primeira versão



Fonte: Próprio autor.

A estrutura do robô atendia apenas a uma missão, não era resistente e muito menos funcional. Foram necessárias muitas versões para se chegar a um robô que atendesse aos objetivos propostos. Até o dia 22 de novembro, quando a estrutura base começou a ser formada, as versões atendiam separadamente às missões, serviam para umas e para outras,

não. Esse processo foi muito importante para reconhecer as necessidades das missões. O tempo de execução das missões era muito pequeno e não dava para ficar trocando peças para cada missão.

Fazendo montagens que atendessem a cada missão serviu para reconhecer a semelhança e as diferenças. Nas missões 01 (Animais de serviço), 02 e 04 (Colcha de retalhos), 06 e 07 (Carpintaria), 16 (Jardinagem), 17 (Jogo de bola), necessitava de uma estrutura para empurrar (Figura 108) os objetos. Assim, foi feita uma pá fixa que atenderia a essas missões e qualquer outra que precisasse empurrar um objeto.

Figura 106 – Estrutura para missões de empurrar objetos



Fonte: Próprio autor.

A missão 17 tinha apenas que empurrar uma alavanca. Na pá construída no robô, havia uma sistema de encaixar uma estrutura que atendesse a essa necessidade. Nessa mesma visão, era acoplado à pá um cano flexível (Figura 107), obtido das peças do tapete.

Figura 107 – Cano flexível

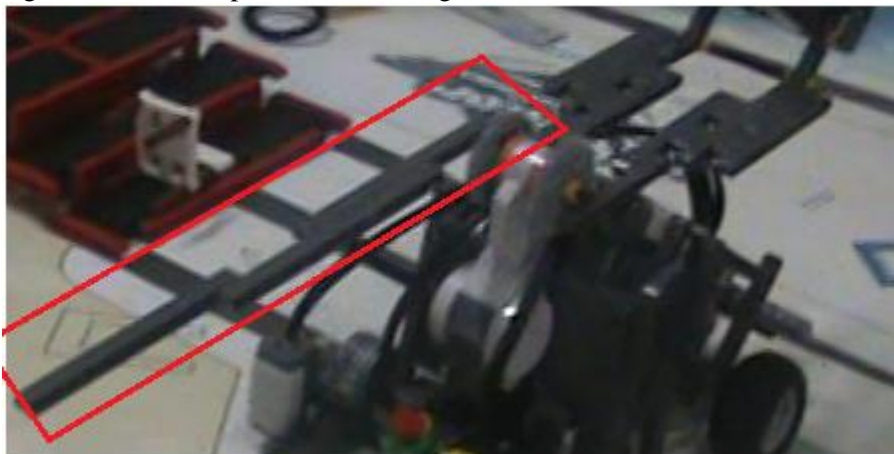


Fonte: Próprio autor.

Essa ideia atendia às missões 03 e 15 (Chamada de vídeo), 09 (Exercício Cardiovascular), e, com sorte, 05 (Reconhecimento de semelhança ou cooperação) e 12 (Transições). Essa estrutura evitava que o robô em um erro de movimento ficasse preso na missão.

Para atender à missão 13 (Fogão), o robô necessitava apenas de um braço, uma haste ou braço rígido (Figura 108) para levantar a alavanca do fogão e cumprir a missão.

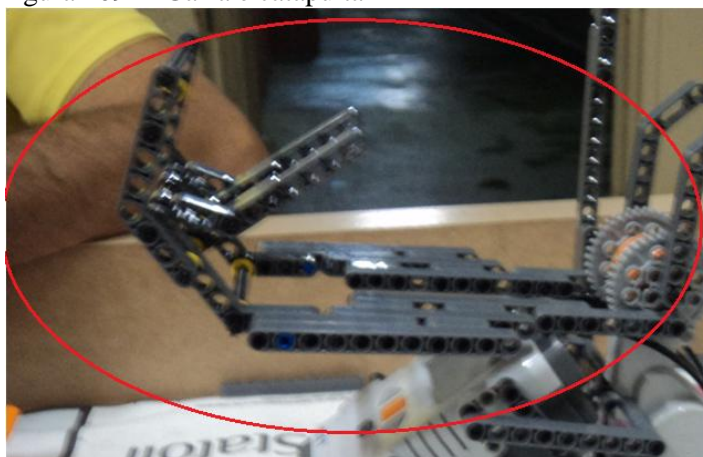
Figura 108 – Haste para missão do fogão



Fonte: Próprio autor.

Agora, para cumprir a missão 14 (Boliche), precisava de uma catapulta, e a seguinte estrutura (Figura 109) serviu para lançar objetos desde que estivessem em conjunto com a haste usada na missão do fogão. Essa estrutura também é usada como mão ou garra para capturar o cachorro na missão 01.

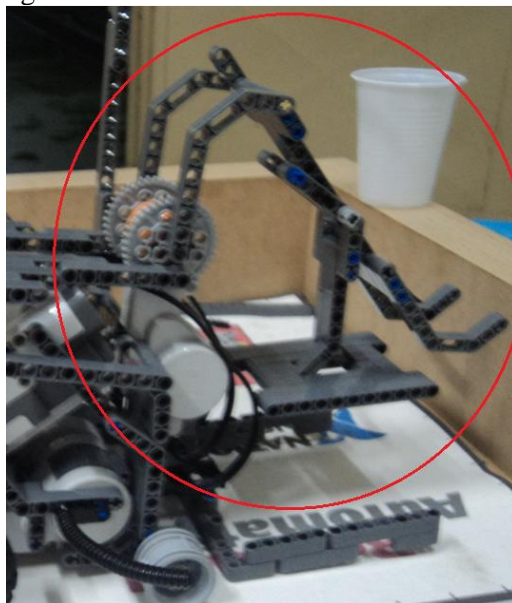
Figura 109 – Garra e catapulta



Fonte: Próprio autor.

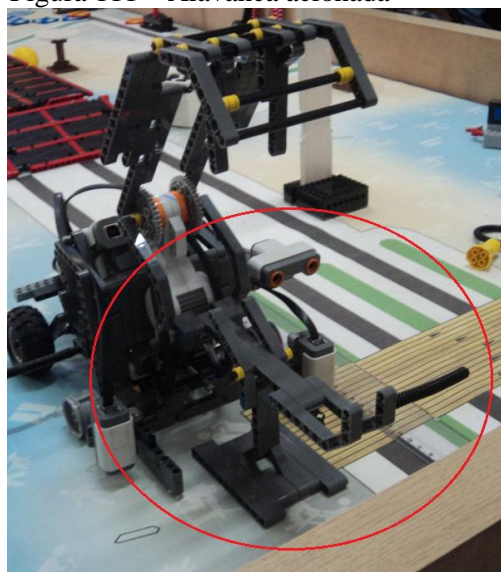
Já a missão 10 (Exercício de força) exigiu uma máquina simples, a alavanca. Foi a alavanca mecanizada mais criativa que vimos em um robô (Figura 110). Quando acionada, o robô descia a estrutura que tinha um braço e uma estrutura de cavalete ou base de fixação do braço. Apoiado sobre o piso, a alavanca era acionada pelo motor (Figura 111).

Figura 110 – Alavanca



Fonte: Próprio autor

Figura 111 – Alavanca acionada



Fonte: Próprio autor.

Assim, o Cataegis tinha uma pá, braços flexíveis, braço rígido, garra/catapulta e alavanca para cumprir as missões. Os itens braço rígido e alavanca eram trocados, e os demais permaneciam na estrutura desde início até o final das missões. Para compor a estrutura do Cataegis (Figura 112), tinha 3 motores, dois sensores de luz, um para-choque traseiro para encostar nas paredes da mesa e alinhar, um bloco programável com bateria modelo 9797,

além de itens da LEGO que vieram no tapete e foram incorporados à estrutura. As regras estipulavam que tinha de ser só produtos da LEGO® e LEGO ® Education.

Figura 112 – Cataegis antes do torneio



Fonte: Próprio autor.

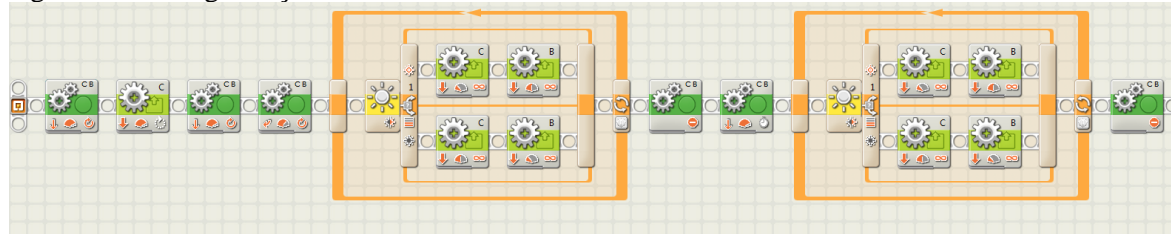
A estrutura do robô continha alguns acessórios, peças que podiam ser retiradas de acordo com a missão a ser resolvida. A programação foi sofrendo modificações à medida que se mudava a estrutura física do robô. Qualquer alteração no robô influenciava diretamente no programa. Quando todas as programações ficaram prontas, as sequências já enunciadas no eixo 2 ou as quatro etapas, sintetizamos as programações em uma única (Figura 113), usando o recurso de blocos. Isso foi adotado pois, se mantivéssemos todas as programações, não seria possível visualizar e modificar sem atrapalhar outras programações. Vejamos, por exemplo, o bloco da programação da terceira etapa: bolas azuis (Figura 114) e boliche (Figura 115). Suas programações extensas acabam ocupando toda a tela, principalmente tudo em uma única linha. A extensão de toda a programação não seria possível ver em uma única tela. Mesmo configurando em blocos para o torneio, teve que se estabelecer uma nova estratégia,. Cada etapa seria acionada manualmente, localizando-a dentro da lista de programação. Percebeu-se que a sequência toda em uma única programação tornava inviável refazer a estratégia das missões ou refazer a mesma missão caso o robô errasse. Então, as quatro etapas foram separadas e ativadas manualmente, pois na programação usou-se pouco dos sensores nas missões, logo, um grão de área podia levar à imprecisão dos movimentos e ao erro total da missão. A equipe podia decidir na hora, refazer ou partir para a missão seguinte. Deixar separadas as missões era a solução mais prática e fácil.

Figura 113 – Programação final antes do torneio



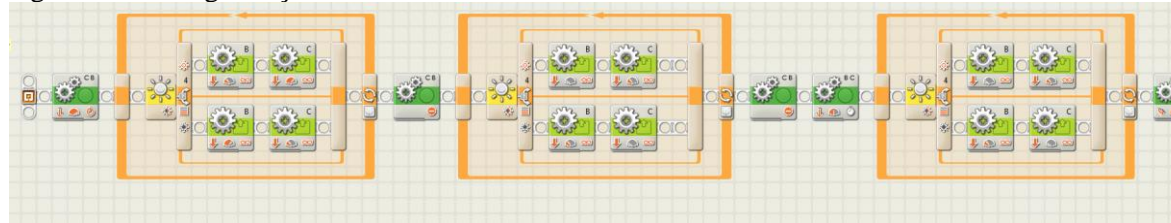
Fonte: Próprio autor.

Figura 114 – Programação Bolas azuis



Fonte: Próprio autor.

Figura 115 – Programação Boliche



Fonte: Próprio autor.

Mesmo com novas estratégias, um acontecimento marcou a equipe: o robô desmontou no dia anterior. Só a vida oferece esse tipo de acontecimento. Mesmo assim, os competidores fizeram um novo robô, começaram do zero a menos de 24 horas do evento. Podemos dizer aqui que um saber da experiência ou saberes foram construídos. Nunca desistir, levantar e fazer. Esse evento foi o mais intenso na programação e montagem de robôs usando os materiais da LEGO® Education até o momento, para os sujeitos da pesquisa. Tanto que o Sujeito 04, quando questionado sobre o que ele mais gostou, menciona: “Ah. Do campeonato que teve, porque a gente teve que levar mais a sério. Montar os robôs mais sérios”. O desastre de desmontar, marcou como uma adaga no coração. “Eu não acreditava que a gente ia participar de uma competição de nível desse tamanho, assim, a gente chegou, participou, trabalhou, aí teve aquele acidente que o robô desmontou, aí chegou lá no campeonato da LEGO o que aconteceu, eu acho que ninguém, levou raiva do robô ter estragado, porque eu acho que, é campeonato, é bom, é ótimo, não tem comparação, só que o que a gente aprendeu tanto na pesquisa, seja mesmo que nossa pesquisa não foi uma pesquisa revolucionária, eu acho que a gente mais aprendeu na pesquisa uma ética maior que, que pontos” (SUJEITO 1).

Depois de serem alunos, ter aprendido com modelos de robôs prontos, aqui os sujeitos da pesquisa passaram por um processo de desenvolvimento de *design* de robôs, ou seja, tiveram de criar modelos próprios e autorais. Eles estudaram modelos já existentes, manusearam nas aulas algumas possibilidades construtivas de robôs e agora, no torneio, tiveram de desenvolver seus modelos, com *design* próprio. E *design*, segundo Tabak (2010), é uma área de conhecimento que vai além do objeto e que, no Brasil, o tema associado à educação é novo. Mesmo não tocando diretamente no assunto com a construção dos robôs, estavam trabalhando com *design*. Outros momentos em que se tornou nítida a discussão foi na confecção de logos e logomarcas (IO et al., 2012). Mesmo assim, podemos dizer que

O LEGO-Logo é o ambiente que talvez melhor caracterize a robótica pedagógica. Tanto o LEGO, quanto o Logo tem propósitos educacionais bastante semelhantes, na medida em que o aprendizado é baseado no processo de construir e refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído. Do ponto de vista pedagógico, ao desenvolver projetos neste ambiente, conceitos de ciências são trabalhados por meio do processo de construir e controlar um dispositivo LEGO (BARANAUSKAS, 1999, p. 57).

A participação no torneio exigiu muitas reflexões, muitas montagens e desmontagens, as fotografias não conseguiriam mostrar as constantes mudanças até que fosse construída a versão final do robô. Nesse processo de construção, existiu também a programação. Qualquer alteração estrutural do robô exigia modificações na programação, o que chamávamos de

calibragem. A lógica de execução pouco alterava, somente se o robô tivesse uma parte modificada a tal ponto que precisasse de um novo tipo de comando. A respeito da programação, José Armando Valente, em seu artigo “O uso inteligente do computador na Educação”, assinala:

Primeiro, a interação com o computador através da programação requer a descrição de uma ideia em termos de uma linguagem formal e precisa. Segundo, o computador executa fielmente a descrição fornecida e o resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado à máquina. Terceiro, o resultado obtido permite ao aluno refletir sobre o que foi solicitado ao computador. Finalmente, se o resultado não corresponde ao que era esperado, o aluno tem que depurar a ideia original através da aquisição de conteúdos ou de estratégias. A construção do conhecimento acontece pelo fato de o aluno ter que buscar novas informações para complementar ou alterar o que ele já possui. Além disso, o aluno está criando suas próprias soluções, está pensando e aprendendo sobre como buscar e usar novas informações (aprendendo a aprender) (VALENTE, 1997, p. 20).

A programação é um caminho para o aluno refletir sobre a forma de pensar. Nesse processo, ele cria relações com o conhecimento científico para construir a linguagem de programação. Maltempi e Valente (2000), anos depois, mencionam, além da reflexão, a criatividade. Para esses autores,

A programação de computadores é uma atividade de resolução de problemas que requer o domínio de uma linguagem de programação, o conhecimento do conteúdo que está sendo tratado, e criatividade. Dominar uma linguagem de programação é fundamental para que o programador consiga expressar a solução de maneira que o computador possa processá-la. Também é necessário que o programador conheça os conceitos subjacentes ao problema para que possa solucioná-lo via programação. A criatividade é necessária e estimulada, uma vez que há sempre inúmeras maneiras de se resolver um problema por meio da programação, ou seja, não existem passos pré-definidos e diferentes soluções (programas) podem ser obtidas – essa característica torna a atividade de programação especialmente interessante para ser empregada em um ambiente de ensino-aprendizagem (MALTEMPI; VALENTE, 2000, p. 1).

As atividades, tanto na escola como no torneio, envolveram desafios. Percebemos claramente a necessidade de resolução de problemas. As soluções são respostas a esses problemas e uma programação para o mesmo problema pode-se apresentar de diferentes formas, algumas mais extensas e outras, simples e funcionais. Da mesma forma, é a estrutura física dos robôs. Cada indivíduo ou equipe cria suas versões e soluções. Desde o início do projeto até fim da primeira competição, esses sujeitos da pesquisa trabalharam com

Com o domínio do robô pelo *software*, era possível estabelecer a lógica de programação do robô para o desafio que eles iriam enfrentar. Como já mencionado no eixo II, a experiência dos sujeitos da pesquisa em robótica na Universidade estava condicionada também à participação deles em torneios de robótica, sendo um deles a Olimpíada Brasileira de Robótica, com um robô para a missão de resgate (Figura 117).

Figura 117 – Arena de treino sendo apresentada na escola



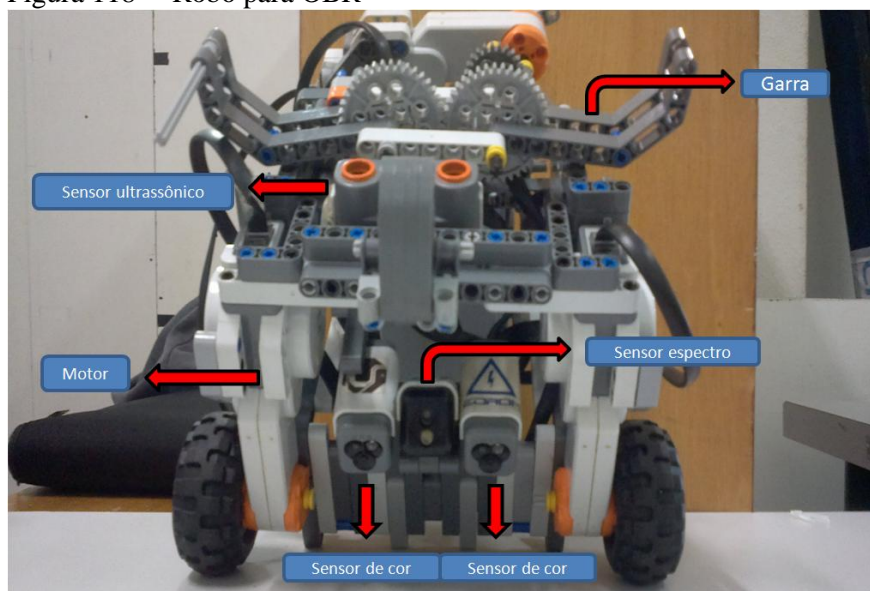
Fonte: Próprio autor.

O desafio desse evento exigia do robô uma autonomia muito maior. Apesar da estrutura física do desafio ser disponibilizada previamente aos competidores, as surpresas dos desafios eram novas, ou seja, o robô deveria seguir um caminho demarcado com fita preta. Nesse caminho, iria encontrar lombadas, encruzilhadas (demarcadas com a cor verde), objetos, além de subir uma rampa, reconhecer que estava no nível 2 da missão, localizar a vítima em alguma das duas possibilidades de localização e deixá-la a salvo em um local fixo.

Para cumprir essa missão, foi construído um robô único (Figura 118), sem acessórios de encaixe - mas já acoplado à estrutura do robô - que foi um garra. Como a missão era única, não precisava de outros recursos. Os únicos recursos necessários e obrigatórios nessa construção foram os sensores. Esses eram itens indispensáveis para ler a arena, reconhecer as informações para que o robô tomasse as devidas decisões. Os sensores de cor eram para seguir a linha de cor preta. O sensor ultrassônico servia para reconhecer os objetos que obstruíam o caminho e a vítima. O sensor espectro, por possuir maior sensibilidade, era usado

para reconhecer a fita cinza, que indicava que o robô estava no segundo andar da arena. Esses eram os sentidos do robô.

Figura 118 – Robô para OBR



Fonte: Próprio autor.

A cada erro ou problema que o robô encontrava na arena, a equipe podia voltar parte do percurso, segundo orientações dos juízes ou dependendo, desde o início. No torneio FLL, a programação dos sujeitos da pesquisa forçava a iniciar desde a base ou ponto de partida para que executasse os passos milimetricamente calculados. Como então o robô podia ser deixado em diferente ponto da arena sem errar novamente? A resposta está na autonomia da programação. Vejamos como ficou a programação desse robô.

A programação principal (Figura 119) está da linha 234 a 321, em que o robô deve seguir uma linha na parte inferior da arena. Caso encontre algum objeto, irá chamar uma função chamada “desvio de objeto”. Ao chegar à parte superior da arena, onde deve salvar a vítima, existem duas possibilidade de posição: dessa forma, o robô precisa fazer dois testes de possíveis posições onde a vítima pode estar. Essas posições são fixadas, mas o robô na hora do torneio, necessita localizar. Dessa forma, foi criada uma função “parte_de_cima”. Além dessas funções, existe uma função para encruzilhada e lombada.

Figura 119 – Programação em linha do robô da OBR

```

234 task main () {
235     SetSensorType(IN_2, SENSOR_TYPE_COLORRED);
236     SetSensorMode(IN_2, SENSOR_MODE_RAW);
237     SetSensorType(IN_1, SENSOR_TYPE_COLORRED);
238     SetSensorMode(IN_1, SENSOR_MODE_RAW);
239     SetSensorUltrasonic(IN_4);
240     SetSensorType(IN_3, SENSOR_TYPE_LOWSPEED);
241     SetSensorMode(IN_3, SENSOR_MODE_RAW);
242     while (true) {
243         ClearScreen();
244         w = SensorUS(IN_4);
245         y = Sensor(IN_2);
246         x = Sensor(IN_1);
247         z = SensorUS(IN_3);
248         int lomb;
249         if(SensorUS(IN_4) > 11) { // seguidor de linhas sem detectar o objeto
250
251
252
253
254             if(y >= 420 && y <= 480 && x >= 40 && x <= 404) { //branco - preto
255                 lomb = MotorRotationCount (OUT_B);
256
257                 OnRev(OUT_B, 36); // 36
258                 OnFwd(OUT_A, 30);
259             }
260
261             if (y >= 70 && y <= 419 && x >= 405 && x <= 480) { //preto - branco
262                 lomb = MotorRotationCount (OUT_B);
263
264
265                 OnFwd(OUT_B, 30);
266                 OnRev(OUT_A, 36); //36
267             }
268
269             if (y >= 420 && y <= 480 && x >= 405 && x <= 480) { //branco - branco
270                 if(lomb - MotorRotationCount (OUT_B) > 1300 ) { //se dif for grande
271
272                 }
273                 //potencia grande
274             } else {
275                 OnRev(OUT_B, 31.5); //31.5
276                 OnRev(OUT_A, 38); // 35
277             }
278
279
280             if (y >= 70 && y <= 320 && x >= 70 && x <= 320) { //preto-preto
281
282                 lomb = MotorRotationCount (OUT_B);
283                 OnFwd(OUT_B, 29);
284                 OnFwd(OUT_A, 36);
285                 Wait(30);
286                 PlayTone(3000, 60);
287             }
288
289
290             if(Sensor(IN_1) >= 500 && Sensor(IN_2) >= 500) {
291                 parte_de_cima();
292             }
293
294             if (z >= 4 && z <= 5) {
295                 PlayTone(2000, 60);
296                 RotateMotor(OUT_AB, -40, 100);
297                 OnFwd(OUT_A, 30); // curva 1 direita // teste com a cor verde
298                 OnRev(OUT_B, 30);
299                 p = MotorRotationCount (OUT_B);
300                 Wait(800);
301                 while(SensorUS(IN_3) >= 14) {
302                     if ( p - MotorRotationCount (OUT_B) > 500 ) {
303                         OnFwd(OUT_B, 40);
304                         OnRev(OUT_A, 40);
305                     }
306                 }
307             }
308
309
310
311             if(w < 11) { //desvio de objeto
312                 desvio_objeto();
313             }
314
315
316
317
318
319
320
321

```

Fonte: Próprio autor.

Essa programação é para toda a arena. A missão principal do robô é seguir o caminho demarcado pela linha preta. Todos os sensores estão ligados, e, se porventura o sensor ultrassônico detectar um objeto à frente, que está no primeiro andar da arena, esse deve ser

desviado, logo sendo acionada a programação “desvio de objeto” (Figura 120), que é uma função carregada pelo *software*.

Figura 120 – Programação em linha do robô OBR no desvio de objeto

```

1 #include "NXDefs.h"
2
3 // Andar pra frente //
4 int x, y, w, z, p; //
5 sub desvio_objeto(){
6     SetSensorType(IN_2, SENSOR_TYPE_COLORRED);
7     SetSensorMode(IN_2, SENSOR_MODE_RAW);
8     SetSensorType(IN_1, SENSOR_TYPE_COLORRED);
9     SetSensorMode(IN_1, SENSOR_MODE_RAW);
10
11     PlayTone(200, 60);
12     OnFwd(OUT_B, 40);
13     OnFwd(OUT_A, 44);
14     Wait(900);
15     OnFwd(OUT_A, 0); // curva 1 direita
16     OnRev(OUT_B, 40);
17     Wait(2100);
18     Off(OUT_AB);
19     Wait(280);
20     while(true){
21         if(Sensor(IN_2) >= 420 && Sensor(IN_2) <= 480 && Sensor(IN_1) >= 40 && Sensor(IN_1) <= 404){ //branco - preto
22
23
24             OnFwd(OUT_B, 36); //> 36
25             OnRev(OUT_A, 30);
26             Off(OUT_A);
27
28         }
29
30         if (Sensor(IN_2) >= 70 && Sensor(IN_2) <= 419 && Sensor(IN_1) >= 405 && Sensor(IN_1) <= 480){ //preto - branco
31
32
33             OnRev(OUT_B, 30);
34             OnFwd(OUT_A, 36); //36
35             Off(OUT_B);
36
37         }
38
39         if (Sensor(IN_2) >= 420 && Sensor(IN_2) <= 480 && Sensor(IN_1) >= 405 && Sensor(IN_1) <= 480){ //branco - branco
40
41             OnFwd(OUT_B, 30); //31.5
42             OnFwd(OUT_A, 35); // 35
43
44         }
45
46         if (Sensor(IN_2) >= 70 && Sensor(IN_2) <= 320 && Sensor(IN_1) >= 70 && Sensor(IN_1) <= 320){ //preto-preto
47             PlayTone(2000,60);
48             Off(OUT_AB);
49             Wait(1000);
50             break;
51         }
52     }
53
54     |
55
56     }
57
58     OnRev(OUT_B, 28);
59     OnRev(OUT_A, 60);
60     Wait(4200);
61
62     while(true){
63
64
65         if(Sensor(IN_2) >= 400 && Sensor(IN_2) <= 480 && Sensor(IN_1) >= 400 && Sensor(IN_1) <= 480){
66             OnRev(OUT_A, 60);
67             OnRev(OUT_B, 25);
68         }
69         if (Sensor(IN_1) >= 50 && Sensor(IN_1) <= 300 ){
70
71             break;
72         }
73     }
74
75     OnRev(OUT_B, 36); //>
76     OnFwd(OUT_A, 30);
77     Wait(1200);

```

Fonte: Próprio autor.

Percebemos, na construção da programação, a presença de três grandes blocos, programação central e suas funções. A lógica está muito presente, principalmente com os comandos “if” e “else”. O robô tem uma inteligência baseada em lógica matemática. Como eles chegaram a esses produtos?

Sujeito 1: Eu enxergo que é uma evolução, porque a gente está com dúvida. Vamos perguntar, tanto que a gente ia, tentou refazer o nosso robô do campeonato, aí o cara chegou assim: não esse nxt não é bom, pode remontar, tanto que acho que a robótica em si a gente começou meio que, vamos começar, primeiro a gente começou querendo montar um robô perfeito e nisso aí foi o que aconteceu um erro nosso e chegou no final a gente não tinha nenhuma programação perfeita, e lá na Mecatrônica o que a gente aprendeu, pega um robô básico do básico, mais básico que você tem e faz e programa ele, faz tudo que tem que fazer na programação, depois que você consegue programar ele, você vai para a parte mecânica, terminou a parte mecânica, reprograma tudo de novo, porque aí você já tem meio que uma experiência.

Nessa fala, percebemos uma evolução dos sujeitos da pesquisa, em relação aos acontecimentos do torneio FLL ao da Engenharia. Podemos ver uma nova dinâmica de pensamento. Uma organização de trabalho no processo de construção e programação de robô. Os outros sujeitos de pesquisa não levantaram esses detalhes, como iniciar de uma versão básica. Nas falas dos outros, havia o processo de programar e montar, mas não existia essa ordem, era conjunto. Em outra questão e outra entrevista ele fala novamente como funcionam a programação e montagem na Engenharia:

Sujeito 1: Segundo o conhecimento da Edron, que eles passam para a gente, você monta o robô básico, basicão mesmo, só, vamos supor o robô quer que segue a linha, monta um robô que só segue a linha, mais nada, pega o desafio, o desafio é seguir a linha, pega o robô, monta um robô simples, simples só, ligar motor bem simples assim e programa, terminando a programação você vai ter uma programação básica pronta. Aí quando você terminar a programação, você volta na parte de arquitetura o robô que é aprimorar, deixar ele mais rápido, veloz, mais prático. Quando você fizer isso você já vai ter uma programação pré-pronta, é só ir lá e modificar dados. Isso faz com que arquitetura do robô fique melhor, porque se ah não, eu pegar aqui, trocasse uma rodinha aqui, tirar o nível de altura e tal, é só ir lá e modificar, não tem que mudar toda a programação. Então você começa pelo, faz um robô básico, faz a programação, trabalha muito na programação, terminou a programação, aí você volta para o robô, terminou o robô, como é que chama? Tecnicamente pronto, montado, preparado, você volta para programação e você faz apenas ajustes.

Somente para esse sujeito houve uma organização na dinâmica de produção. Para os outros era junto, mas não havia uma ordem, uma prioridade. Pelo menos, eles não visualizam isso. Apesar de que, no relatório final, eles mencionam sua primeira tarefa: “pegar um robô com os sensores de espectro, e de cor, e fazê-lo andar sobre um circuito, uma estrada principal com círculo e semirretas, utilizando uma programação da Mindstorms em forma de C e C++” (Relatório Final).

Além dessa lógica de trabalho, alguns conhecimentos ou saberes constituídos no período em que o jovens estiveram na Engenharia, foram possíveis de ser detectados, principalmente na fala de dois sujeitos na entrevista, após períodos de estudos e trabalhos na Engenharia.

Sujeito 4: eles davam os pontos para facilitar a mexer no robô, por exemplo, **fazer ele um pouco mais alto para conseguir a retirada da bateria**, e a bateria, ela nunca tem a potência total, quando que vai acabando a bateria, ela vai ficando mais fraca, o robô mais fraco, vai executando as funções dele mais fraco, então sempre que a gente ia para os campeonatos eles aconselharam a gente levar **três baterias carregadas e sempre calibrar o robô**, fazer as calibrações no robô, com **a bateria 100 por cento** porque aí, quando chegasse lá na pista, colocava a bateria no total e ele executava as funções normalmente, porque se você fosse usando sempre uma bateria ia ficando fraco e nunca chegaria na calibragem boa, sempre dava algum problema.

A gente aprendeu a montar ele também, não sei, eles falavam que é **esteira não era boa também**, fazer o robô de esteira, é por não ter muita calibragem na curva e fazer com a rodinha menor que, eles falavam que dava menos erro na hora do robô andar, pesava menos para o robô.

Sujeito 1: ah, sim, sim, tinha sempre uma lógica, só que a lógica deles era o seguinte, o **nxt na horizontal**, isso é fato, fica mais fácil para conectar os sensores e motores.

Sujeito 1: usava rotação. Ah, lembrei! Então vem experiência de Engenharia, nosso robô era impreciso por quê? Nosso robô era impreciso lá na LEGO, lembrete, não era questão da gente montar um robô primeiro e fazer programação depois, o problema é que a gente não sabia mexer com os dados, o cara explicou pra gente o seguinte, o robô da LEGO você **nunca pode usar centímetros e tempo**, por quê? A **bateria da LEGO é uma tristeza**, quando você **usa rotação** dentro do motor da LEGO tem um encoder, cada vez que dá, que você consegue ser precisa do robô, ele consegue contar quantas rotações ele dá, vamos supor, você põe meia rotação, o robô vai dar meia rotação, não importa que a bateria esteja muito fraca ou muito forte, vai dar sempre meia rotação. Entendeu? A gente trabalhava muito com tempo lá no (Escola Pesquisada), lá na Engenharia não, só meia rotação, 4 rotações, 5 rotações.

Esse período de acontecimentos trouxe a esses sujeitos da pesquisa saberes de como montar um robô: NXT na horizontal, bateria sempre carregada, usar rotações, esteira não é boa, construir e posicionar bloco programável mais alto para facilitar troca de bateria. A teoria e os conhecimentos dos alunos da Engenharia foram ensinados e apropriados pelos sujeitos da pesquisa. A nova linguagem de programação ampliava as possibilidades de controle sobre a máquina com comandos mais simples. Essa questão de programar e montar, nessa fase de trabalho na Engenharia, é muito mencionada pelos sujeitos da pesquisa, como podemos ver:

Sujeito 3: É quase igual a escola, o que muda é a forma de programar, o que eu penso é ser mais complexa, é mais precisa, do que a forma de que programávamos, de bloquinhos.

Sujeito 4: Há muitas coisas, como programação em linguagem, C, C++, que a gente não aprende na escola, só na faculdade, e a gente **aprende** a programar, jeitos novos de montar robô, que os meninos da EDRON são campeões em muitos torneios, aí eles passavam muita coisa para a gente, que era a experiência deles, podia ajudar na construção do robô e na programação.

Mesmo com essas marcas importantes da vivência dos sujeitos da pesquisa, esse acontecimento na Engenharia levou a um resultado mais relevante. Para dois sujeitos da pesquisa foi de afirmação, a escolha profissional deles estava no caminho, mas para um

Sujeito 1: programação na Engenharia, nós aprendeu, nossa! Acho que foi, foi aí que eu descobri que eu não queria fazer Engenharia, mas Engenharia da Computação.

Aprender a nova programação foi fundamental para esse sujeito, ele viu o que realmente queria fazer de curso de ensino superior, ou seja, Engenharia de Computação. Na mesma entrevista, ele diz ainda:

E programação para mim, nossa, programação para mim é tipo você entrar em paz,.. é igual quando você vai mexer em programação, nossa, agora eu vou programar, é tipo a sensação melhor da vida programar, não tem coisa melhor, programar. E na EDRON eu aprendi muita coisa nova, aprendi mesmo o que é programação, o que é digitar, porque eu sempre quis aprender. Eu lembro que um dia lá no meio desses a gente mexeu com essa programação, só que a gente não sabia, não tinha nenhuma base, quando a gente chegou aqui eu falei,nossa eu já vi essa programação, pra mim foi como ganhar um vídeo game novo, mexer com aquela programação nova. Aquela programação da LEGO era o seguinte: você ficava preso, ficava presa, os bloquinhos, essa programação digitada, não. Você digita, pega o robô e manda fazer mil coisas em uma só linha que você quiser e da LEGO não, tem que **ir lá**, bloquinho,...Fazer ligação certinho. Acho que era isso.

A programação, podemos relacionar à liberdade. Todos esses acontecimentos com montagem e programação tiveram sua contribuição na transformação dos sujeitos. Foi uma marca nova, conhecimentos novos adquiridos com muito trabalho e estudo. Desde a montagem, a programação foi uma evolução. Essa evolução seria de suma importância no futuro.

Além dessa marca de programar e montar robôs na Universidade, percebemos nas entrevistas após esse período, o que foi esse momento. Vejamos primeiramente as falas.

Sujeito 4: Bom, a robótica lá é diferente porque a gente tinha metas a cumprir, a gente já entrou lá sabendo dos campeonatos, o que é que a gente tinha que fazer, e a gente teve que aprender muita coisa sozinhos lá, **tinha o apoio da EDRON** que é a **equipe lá que ajudava a gente, sempre focado**

no campeonato e a gente tinha que **chegar no campeonato para** ganhar, essa era a pressão que a gente tinha, não podia ser mal. Então, sempre trabalhando para ganhar o campeonato.

Sujeito 1: Estávamos tão focados em ganhar a competição que era assim, você tem que ganhar a competição, **você tem ganhar a competição**, hora que chegar tem que terminar de fazer essa parte, ah, o robô tem que subir a rampa até dia tal, se não vai atrasar tudo. Teve o dia da entrevista que eu tive que matar aula para fazer um robô subir a rampa e pegar o obstáculo, só pra pegar o obstáculo porque, porque a gente não tinha terminado à tarde o robô, e era aquilo, **pressão, pressão, pressão e faz aquilo**, ele faz aquilo até dia tal, tem que estar pronto até digitar aquilo ali porque senão vai atrasar a gente mais à frente, tem que fazer relatório, era uma correria, todo dia que a gente ia lá era uma correria. E era focado, não tinha aquele momento de relaxamento, o único dia que a gente teve para nós, vamos parar, pensar um pouco aqui o que a gente está ganhando nisso, foi no último dia, um dia antes da competição, foi o dia que a gente chegou aqui 7 horas e saiu onze e meia da noite da UFU, porque teve uma hora que a gente não aguentava mais programar, acho que era 6 ou 7 horas da noite, a gente pegou e falou vamos dar uma descansada, que a gente não aguenta mais. A gente ficou sentado na pracinha, conversando um pouco, e a gente meio que refletiu o que a gente ganhou, mas eu acho que a gente tava tão cansado aquele dia que a gente não aguentava nem pensar, ia ficar sentado, pensando um pouco. O problema é que a gente estava tão focado, tão focado, que a gente não conseguia ver além de ganhar a competição. É isso.

A participação desses jovens na Engenharia envolvia todo um aspecto profissional. Foi uma transição muito rápida de um espaço mais lúdico e com flexibilidade para um com cronograma e tempo cronometrado. A forma de organização das atividades também organizava a forma de pensar. Como destacamos nas falas, havia muita pressão e o foco foi muito intenso na visão dos sujeitos da pesquisa no que se refere à competição. Por um lado, compreendemos que o projeto precisava apresentar resultados positivos quanto aos seus objetivos de participação em eventos, mas, considerando o foco do projeto, esse deveria ser de tal forma que acompanhasse ou trabalhasse até o fim do ensino médio, pois os resultados seriam as escolhas profissionais nos processos seletivos para o ensino superior.

Vimos também, que além da competição como marca, foi reconhecida outra marca, que foi a de aprender com outro, aprender com pessoas mais velhas, mais experientes, como era o caso dos alunos da EDRON. O Sujeito 4 fala: “os meninos da EDRON são campeões em muitos torneios, aí eles passavam muita coisa para a gente, que era a experiência deles, podia ajudar na construção do robô e na programação”. Logo havia, foco, pressão, aprendizagem com pessoas mais experientes. Larrosa (2014) menciona que experiência não pode ser passada, que “ninguém pode aprender da experiência do outro, a menos que essa experiência seja de algum modo revivida e tornada própria”. Não discordamos de Larrosa.

Quando os sujeitos dizem que aprenderam com os outros, temos que lembrar que eles tiveram de construir um robô, desmontar, construir novamente, programar, reprogramar, reprogramar, construir toda a estrutura física do desafio da OBR, treinar, simular todos as possibilidades de dificuldades imagináveis. E, nesse processo, as orientações, as experiências dos outros foram em parte revividas, tornando-se parte deles, mas, principalmente, no que tange à construção e programação, ou seja, saberes e conhecimentos.

De tudo isso, restou uma coisa, para o Sujeito 1: “O que que faltava, para mim, faltava alegria, felicidade no ambiente”. Para esse sujeito, o aspecto lúdico, a diversão ainda estava enraizada. Podemos dizer mais: o trabalho precisa ser tal que a sensação de prazer supere a de cansaço, exaustão. Se a experiência é isso que me passa, é paixão, temos aqui a não paixão, a paixão que esse acontecimento permitiu foi a da programação. E, por fim, serviu para

Sujeito 1: ...que **aprendeu fazer relatórios**, de coisas, acho que essa experiência que a gente ganhou, ter noção de como que é, **como é que funciona, a universidade em geral**, foi maior que a gente ganhou em robótica, porque eu acho que com o tempo passou já a gente pode observar, a gente ganhou muita, sim experiência, robótica, em Engenharia, sem comparação. Mas eu acho mais foda que eu aprendi para mim foi ver como é que é universidade funciona, o que é que tem que fazer para evoluir na faculdade.

Sujeito 4: ah, aprendi muita coisa, lá tem como se fosse um PET, um grupo lá, que mexe com isso, eles programam, vai para campeonato e por exemplo, **a programação é um curso de Engenharia**, eu vi mais ou menos, não vi tudo, mas eu vi um pouco da programação, vi que era legal colocar ela na prática, isso é um aspecto engenharia, fazer a parte mecânica do robô, isso tudo tem uma engenharia envolvida, então a gente aprendeu muita coisa

Esse acontecimento permitiu no final de toda vivência definir a escolha profissional e conhecer o que é a Universidade, conhecendo questões técnicas, de aspecto profissional, a forma de trabalhar e a aplicação do conhecimento. Até essa fase de acontecimentos, todos esses sujeitos da pesquisa estiveram muito ligados à programação e à montagem de robô. O que difere essa fase de todas as outras, ou melhor, de todos os acontecimentos, é a presença do que Santaella (1997) chama de máquinas sensórias, responsáveis, segundo ela, por criar a ligação entre as musculares e cerebrais. As máquinas sensórias foram construídas com o auxílio de pesquisas e teorias científicas sobre o funcionamento dos sentidos humanos, muito especialmente o olho (SANTAELLA, 1997, p. 37).

No kit, temos a possibilidade de trabalhar com todas a máquinas, pois os sensores são os sentidos, a extensão de nossos sentidos em forma de máquina. Esses só foram explorados ao máximo no projeto na Engenharia. Os sujeitos de pesquisa nessa fase trabalharam com os

todos os tipos de máquinas mencionados por Santaella (1997). Foi nessa fase que o domínio sobre a máquina foi maior, melhor, sobre o robô. Podemos dizer que eles deram inteligência ao robô, pois o programa desenvolvido oferecia autonomia.

4.3.3 A montagem e programação em outros torneios e na universidade

Além dos torneios da FLL e OBR, os sujeitos de pesquisa foram técnicos de outras equipes em torneio. Esse novo papel e responsabilidade de trabalho foi de orientar outras equipes na construção de seus projetos de pesquisa, montagem e programação de robôs. Considerando o centro desse eixo a programação e montagem, vamos ser objetivos. Todos os acontecimentos que esses sujeitos de pesquisa tiveram na Engenharia foram de suma importância para o desfecho do Torneio Mineiro de Robótica de 2013. Uma das modalidades de avaliação desse torneio é “Engenharia e Tecnologia”, em que se avalia a montagem do robô e a sua programação. Nesse ano, foi construído um robô (Figura 121) para uma das três equipes.

Figura 121 – Robô premiado



Fonte: Próprio autor

A construção desse robô possuía estrutura única para todos os desafios escolhidos para serem resolvidos pelo robô. Não havia peças a serem acopladas. O NXT está posicionado mais alto, os motores eram de fácil troca sem desmontar todo o robô e sua estrutura e a bateria, de fácil retirada. Os conhecimentos de montagem foram transformados no período da Engenharia, pois, apesar de saberem montar, novos saberes da experiência das pessoas da Engenharia, permitiram que eles aprendessem e pudessem provar seus novos conhecimentos. Como resultado de montagem, nesse ano uma equipe sob sua orientação tornou-se campeã

(Figura 122) da modalidade “Engenharia e Tecnologia” do torneio. Também é uma prova de que o robô e sua programação é um produto de autoria coletiva. Todos os saberes da rede estavam à disposição para construir esse robô que, entre todos, foi o que se destacou, superou e mostrou-se um produto criativo, que podemos chamar de autoral.

Figura 122 – Troféu de Tecnologia e Engenharia do TMR 2013



Fonte: Próprio autor

Esse prêmio só foi conseguido novamente no Torneio Brasil de Robótica de 2015-2016, etapa regional de Minas Gerais. Um detalhe foi que, nesses novos torneios, os sujeitos da pesquisa fizeram parte como técnicos e a programação voltou a ser em blocos, a primeira linguagem que eles usaram na escola. Simplesmente, a fala de um dos sujeitos é suficiente para expressar o sentimento de todos:

Sujeito 1: desenvolver a programação foi voltar no tempo, a programação não podia mexer no *software*, tinha que mexer no negocinho de cubinho da LEGO, estava me vendo antigamente, nossa, como é que a gente evoluiu desde aquela época, desde o (Escola Pesquisada) a gente mudou o nosso jeito de programar, jeito de pensar. Foi meio que botar você no passado.

Essas palavras com pouco amor, são um reflexo de quem vivencia um tecnologia diferente e a internaliza como melhor e depois precisa retornar a trabalhar com a linguagem antiga. Carrega inicialmente um desânimo, pois já estavam em um nível que podemos considerar acima, outro nível de linguagem ou, como ele mesmo disse, outra forma de pensar. Mesmo assim, ensinaram e trabalharam com a linguagem em blocos, pois estavam ali como técnicos de novos aprendizes. Nessa fase, os sujeitos da pesquisa voltaram a trabalhar apenas com as máquinas “musculares e cerebrais”, porque estavam ensinando. No processo evolutivo de aprender robótica, o próximo passo é controlar os sensores, dar mais autonomia ao robô.

Provavelmente, devem estar se perguntando como esse tanto de acontecimentos com programação e montagem podem vir a ser importantes? Para os sujeitos de pesquisa, vimos que foi uma marca muito forte, nas falas e nas ações. Estavam sempre mais ligados à montagem e programação. Os desafios dos robôs eram mais atrativos. Avançar em linguagem de programação é ampliar suas formas de controlar, ensinar a máquina e, ao mesmo tempo, aprender.

Quando três dos sujeitos dessa pesquisa entraram na Universidade, suas primeiras ações foram:

Sujeito 1: Fazer parte de um laboratório de seu curso onde se desenvolvem projetos e estudos independentes das disciplinas.

Sujeitos 3 e 4: Fazer um treinamento na EDRON.

Todos os três estavam desenvolvendo praticamente iniciações científicas em seus respectivos cursos de ensino superior.

Sujeito 1: Ah, expectativa da universidade é sempre aquela expectativa maior que você tem, vou chegar lá, vai umas aulas superlegais, vou criar um foguete, vou criar um robô que anda sozinho, vou criar. A gente sempre pensa na área prática, faculdade é assim, vou entrar fazer um monte de coisa, aí chega aqui, a gente quebra a cara, a gente cai em muita aula teórica, e essas aulas teóricas nem sempre são legais, que a gente perde, cada vez mais que foi evoluindo a robótica, mais a gente passa, tem aquela transição de lazer, divertimento e hobby e vai passando para uma área profissional, acaba ficando mais séria. Em grande parte acaba perdendo aquela alegria, aquela vontade de fazer como hobby. Porque acho quando você tem hobby, uma coisa você faz sem cobrança, você pode fazer um serviço bem melhor, mas com cobrança aí você não sabe. Na faculdade, o grande problema da faculdade eu acho, que a gente tem cobrança e a gente não tem base, aí estou sofrendo muito na faculdade, mas tipo, como eu faço, meu curso está sendo mudado e tal, a gente, eu acabei atendendo às minhas expectativas, eu monto muita coisa, no laboratório onde eu fico. Então, para mim, acabou sendo um curso muito da hora, muito legal. Atendeu à minha expectativa. O que eu pensava era a faculdade, porque a gente já tinha criado um universo aqui dentro, quando a gente participou no projeto da Mecânica, a gente já tinha mais ou menos uma ideia.

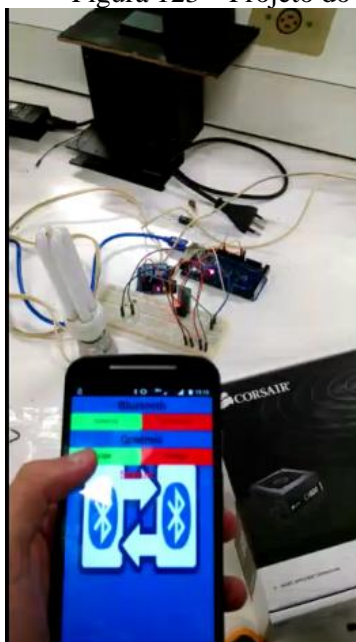
Sujeito 3: não, eu achava que já ia entrar, a gente ia fazer um monte de projeto já, sair construindo as coisas, não sei, mas tem um monte de coisa que a gente ainda tem que passar para depois chegar nesse processo.

Sujeito 4: antes de entrar, eu pensei, eu esperava mais coisas voltadas para a Engenharia mesmo, matérias práticas e foi muito pouco que a gente teve, acho que isso ficou em falta, faltou um pouco de matérias práticas na área de Engenharia e no início foi só cálculo mesmo, só algumas visitas aos laboratórios, faltou mais um pouco.

Das três falas dos sujeitos desta pesquisa, todos citam a pressão do primeiro semestre, as disciplinas sem conexão com a prática e a vontade de fazer projetos, sair criando com o mesmo prazer de atividade sem obrigação. Desses três sujeitos, apenas um conseguiu esse feito: o Sujeito 1 está em um curso novo na Universidade Federal de Uberlândia. A oportunidade que ele teve de trabalhar em laboratório de sua faculdade, onde trabalham alguns de seus professores, permitiu-lhe participar de um ambiente em que criar é o foco, e, criando, fazendo, se aprende.

Aqui, vemos a importância desses espaços e da programação. Quando um aluno evolui seus estudos em programação, ele amplia suas possibilidades de trabalho. Todos os sujeitos de pesquisa estão fazendo disciplina de programação e justamente a linguagem C. No entanto, essa disciplina não envolve prática, como fizeram na Engenharia. Apenas o Sujeito 1 teve o privilégio, em seu primeiro semestre, de aprender a programar e criar um produto (Figura 123).

Figura 123 – Projeto do Sujeito 1



Fonte: Próprio autor

Como dissemos, a programação amplia o pensamento e a ação, todo um conjunto de “bloquinhos” pode ser escrito em um único comando de programação. O futuro de um trabalho com robótica desde o ensino fundamental é justamente colocar a mente para produzir dispositivos robóticos para a vida, como fez o Sujeito 1 ao unir *hardware* e *software*. Lembra quando mencionamos o robô com uma câmera filmadora acoplada, andando pela sala e controlado por um celular? Então, não é diferente do produto desse Sujeito 1. O que

supera aquela ação é que esse é um produto totalmente autoral, feito, construído, desde o *hardware* até o *software*. Cada degrau da aprendizagem de programação e montagem é um olhar mais alto sobre as possibilidades construtivas para os diferentes problemas que nossa sociedade e nós mesmos temos.

O Sujeito 1 uniu, nesse projeto, *hardware* (arduino) e *software* para produzir um aplicativo, resultando uma lâmpada controlada por aplicativo. Os acontecimentos em sua vida de universitário, ele descreve:

Sujeito 1: Na faculdade, tenho desenvolvido projetos na área de elétrica e não um pouco de automação e controle. Porque eu fico no laboratório de inteligência artificial, lá a gente desenvolve esses projetos. Mas como base a gente usa o arduino, então eu acabo desenvolvendo alguns projetos em arduino, vamos supor, uma luz que eu consigo desligar por celular, algum comando, um servidor com arduino, acaba aprendendo a fazer coisas que são caras com produto de 30 reais. Esse é que é o propósito do projeto, o que o professor falou, a gente não quer reter conhecimento, a gente quer passar conhecimento à frente.

A marca mais nítida nessa fala é justamente que o conhecimento deve ser compartilhado e usado para produzir coisas novas e acessíveis a todos. Compartilhar o que aprende, ele já vem fazendo isso desde 2012. O que ainda precisamos alcançar nos projetos na escola é estimular que esses jovens cheguem a esse nível de produção, ou seja, produzir tanto a parte de *hardware* como de *software*. A programação e a montagem propiciam espaços de aprendizagem não só de robótica, mas também de Matemática. A situação que mais exigiu do conhecimento matemático foi na programação em blocos com o giro do carrinho. Tanto era o problema que os alunos fizeram um aplicativo executável em Excel, para qualquer roda e dimensão do robô seria possível saber os valores a serem colocados na programação para que o robô fizesse qualquer giro. Esse foi o um resultado de modelagem matemática nessa pesquisa, produzida pelos alunos. Os detalhes desse trabalho e sua exposição matemática podem ser vistos no anexo Y.

Esse eixo trouxe dois elementos indissociáveis da robótica educacional: a “construção e programação de robôs” (LOPES, 2008, p. 41). Nos últimos anos, reportagens principalmente veiculadas à área de tecnologias têm buscado estimular o ensino de programação, como, por exemplo, a reportagem/entrevista da *Revista Escola* com o título “Por que ensinar programação na escola?”. Nessa reportagem, o mestre em Engenharia da Computação, Charles Niza diz:

O ensino de programação para crianças e adolescentes tem crescido exponencialmente no Brasil e no mundo. Além do surgimento de escolas especializadas, muitos colégios têm a proposta em suas atividades curriculares. O ensino de programação é importante porque estimula a criatividade, a autonomia e desenvolve o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas e trabalho em equipe, habilidades muito valorizadas no século 21 (ESCOLA, 2016).

Nesse mesmo sentido de pensamento, encontramos, por exemplo, Oliveira et al. (2014), que, ao publicar um trabalho sobre o ensino de programação no ensino fundamental usando Scratch, diz que foi possível trabalhar resolução de problemas encarados no dia a dia, entender um pouco de linguagem de máquina, estimular os alunos a darem continuidade após terminar o curso (OLIVEIRA et al., 2014, p. 1533). Esses autores consideraram ainda que é importante se pensar a introdução da programação no currículo das crianças.

A escassez de profissionais em tecnologias da computação tem impulsionado muito que ações de incentivo à programação sejam implementadas nas escolas, na educação básica desde cedo. Mas há um autor que antes mesmo dessa crise nesse setor já dizia que, para o desenvolvimento da criança, um caminho estava em ensinar a máquina. Esse autor foi minha primeira leitura enquanto aluno de iniciação científica, ou seja, Seymour Papert, suas palavras me marcaram, principalmente quando li sua descrição das motivações sobre a criação do LOGO, que começou justamente depois de uma visita à escola e uma conversa com crianças sobre como uma girafa faz para dormir.

No ambiente Logo, a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle – a criança programa o computador. E, ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca em uma exploração sobre a maneira como ela própria pensa. O foco dos estudos de Piaget foi o “sujeito epistêmico”, ou seja, o estudo dos processos de pensamento presentes no indivíduo desde a infância até a idade adulta. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram (PAPERT, 1985, p. 35).

Ensinar os robôs, fazer suas programações, montá-los, é colocar em prática os pensamentos que Papert tinha já no início de suas criações, como o LOGO, a tartaruga controlada pelo *software* LOGO. Esse autor é uma base importante na história da robótica educacional, se não for a pedra angular. O kit que hoje usamos, uma criação de seu coletivo, tem essa função de estimular crianças e jovens a pensar, a refletir sobre a forma de pensar e poder aprender diferentes conhecimentos científicos, como ele pensava e escreveu em seu livro *Logo*, de 1986.

Mais que instrumentalizar as crianças e jovens na construção de seus pensamentos e conhecimentos, em um de seus livros, *Mindstorms, Children, Computers and Powerful Ideas*⁶⁵, Papert expõe um pensamento, que diz ser sua tese de trabalho e seu desejo:

Minha tese pode ser resumida como: O que as engrenagens não podem fazer, o computador pode. O computador é o Proteu das máquinas. Sua essência é a sua universalidade, a sua potência para simular. Porque ele pode assumir milhares de formas e pode servir de mil funções, ele pode apelar para mil gostos. Este livro é o resultado de minhas próprias tentativas ao longo da última década para transformar computadores em instrumentos flexíveis o suficiente para que muitas crianças possam criar, cada um por si, algo parecido com o que as engrenagens eram para mim (PAPERT, 1980, p. XX-XXI, tradução minha)⁶⁶.

Nesse sentido, a programação e a construção de robôs é um propulsor ao desenvolvimento humano,

pois os computadores podem ser mensageiros de ideias poderosas e das sementes da mudança cultural, como eles podem ajudar as pessoas a formarem novas relações com o conhecimento que atravessam as linhas tradicionais, que separam humanidades das ciências e do conhecimento de si mesmo, a partir de ambos (PAPERT, 1980, p. 4, tradução minha)⁶⁷.

Assim, com a robótica educacional temos mais que a construção de robôs e sua programação, mas uma nova forma de relacionar conhecimento científico no desenvolvimento humano, uma rica possibilidade de construção e implementação de ideias como foi o caso do Sujeito 1, que no seu primeiro semestre de faculdade, produziu sua primeira criação robótica, uma expectativa do início de 2012. Assim, podemos ainda pensar que

É justamente esse novo ecossistema sensório-cognitivo que está lançando novas bases para se repensar a robótica não mais como máquinas que trabalham para o homem, mas como a emergência de um novo tipo de humanidade. [...] São os sentidos e o cérebro que crescem para fora do corpo humano, estendendo seus tentáculos em novas conexões cujas fronteiras estamos longe de poder delimitar (SANTAELLA, 1997, p. 41-42).

⁶⁵ Minha tradução: “Tempestade de ideias, **crianças**, computadores e ideias poderosas”. No entanto, segundo NIED-Unicamp, esse livro recebeu uma tradução em português 1985 como: *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense, de Seymour Paper.

⁶⁶ Original: “My thesis could be summarized as: What the gears cannot do the computer might. The computer is the Proteus of machines. Its essence is its universality, its power to simulate. Because it can take on a thousand forms and can serve a thousand functions, it can appeal to a thousand tastes. This book is the result of my own attempts over the past decade to turn computers into instruments flexible enough so that many children can each create for themselves something like what the gears were for me.” (PAPERT, 1980, p. XX-XXI)

⁶⁷ Original: “how computers can be carriers of powerful ideas and of the seeds of cultural change, how they can help people form new relationships with knowledge that cut across the traditional lines separating humanities from sciences and knowledge of the self from both of these” (PAPERT, 1980, p. 4).

A fala de Santaella (1997) mostra a importante conexão que o homem tem feito com as tecnologias. Domingues (1997) disse que o homem chegará ao ponto que dirá a si próprio que “eu sou na medida de minhas conexões”. As diferentes tecnologias, em especial a robótica, está ganhando espaço no cotidiano das pessoas, tornando-se parte da humanidade. Como já dizia Papert (1996), mais importante que entender a tecnologia e saber como funciona é poder produzir, saber o que se pode fazer com ela. Suas experiências mostraram-lhes que crianças que fazem “sentem que estão fazendo algo importante” e “estão desenvolvendo seu pensamento”. Assim, esse trabalho com jovens que montaram, programaram, construíram, reconstruíram e criaram novidades, está desenvolvendo o pensamento deles, e mais, que aprenderam o que podem fazer com as tecnologias, eles estão produzindo para si e para o mundo em coautoria. Coautoria, levando em consideração que Domingues (1997), ao falar da arte nesse mundo conectado e envolto em tecnologias, nos ensina que todos somos autores e coautores, pois quem criou a placa que permite construir um dispositivo capaz de ligar e desligar uma lâmpada, nada mais é que um coautor da criação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso que a educação esteja - em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos - adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história. (FREIRE, 1980, p. 39)

Depois de tantas palavras, parece que não existem mais para serem escritas. Da introdução, lembrem-se da minha admiração e referência às palavras de Seymour Papert, de seus ensinamentos, da riqueza do ser e aprender ensinando as máquinas. Foi lendo esse autor que se iniciou o despertar do meu interesse pela robótica educacional. Foi simplesmente paixão.

Meu fascínio pela robótica vem de muito antes do período escolar. Foi na primeira infância que meu amor pelas máquinas me trouxe a trilhar esse caminho. Vendo as máquinas no campo, os motores dos carros e desmontando meus carrinhos para saber como funcionavam é que foi surgindo um sentimento que só anos mais tarde despertaria. O amor pela Matemática foi um despertar, mas eu jamais imaginei que uniria essas duas paixões. Cada passo e cada tombo eram de aprendizagem. Quando me vi, estava aqui, tecendo a minha e nossa⁶⁸ história em uma rede.

Esta tese iniciou-se oficialmente em 2012, mas foi registrada e analisada até o fim de 2015. Começamos em uma escola de ensino médio uma nova empreitada, um novo desafio que, como já mencionado na introdução, iniciou-se com a inquietação sobre professores em formação e robótica. Elementos como objetivos das atividades, público do ensino médio, possibilidade de construir um espaço próprio da robótica acabaram voltando a pesquisa para os alunos do ensino médio, com a seguinte inquietação: **“Qual a perspectiva do desenvolvimento do trabalho coletivo com robótica educacional com estudantes do ensino médio?”**. A resposta a essa questão e suas subquestões passou por diferentes estágios de reflexão e amadurecimento. Precisou-se de tempo e entendemos que o tempo ainda foi insuficiente. Larrosa (2014), em seus trabalhos sobre experiência, já nos ensinava que as coisas precisam de tempo para que se tornem marcas.

⁶⁸ O coletivo NUPEME.

A resposta da pergunta principal passa pelas respostas das questões objetivas oriundas dela, que são: 1.Como pode ser organizado o trabalho de robótica educacional no ensino médio? 2.Como a organização do trabalho educativo com robótica educacional pode levar à aprendizagem? 3.Qual a importância do envolvimento do jovem com robótica educacional? 4.De que forma o envolvimento de jovens no trabalho com robótica educacional pode influenciar a vida dos jovens? 5.Qual a importância do trabalho de construção e programação de robôs na perspectiva da robótica educacional?

A primeira pergunta, que trata de como se organiza um trabalho de robótica educacional no ensino médio, necessita de um resgate histórico. Assim, precisamos falar que o trabalho de robótica começou tímido, investigativo e observador na escola. Tanto o professor como o aluno estavam em fase de aprendizagem, conhecendo juntos um mundo diferente em relação ao que se apresentava todos os dias na escola, com seu formalismo e compartimentação curricular. As aulas começavam como uma apresentação, aberta à discussão, buscando sempre a interação com os sujeitos, com os alunos. Um acontecimento marcante para nós, professores, foi a falta de fé que vimos nos jovens, quanto a si mesmos, aos outros e ao Brasil. Uma imagem de que a identidade desses jovens não indicava que eles poderiam ser a diferença.

As atividades começaram básicas, mas foram se organizando de forma a sempre propor desafios, testar sua criatividade e capacidade de resolver problemas. Cada aula era um despertar, um fascínio do sujeito pela máquina, pela “criatura” que julgavam controlar. Mas, eles, os jovens, é que estavam ali sob seu controle, apaixonados, paixão de primeira visão e toque. O material utilizado foi uma surpresa em suas realidades, pois era um kit de robótica da LEGO ® Education. O nome LEGO era associado pelos jovens apenas a brinquedos de conectar/montar. Portanto, ficaram surpresos e encantados com o novo material, com aparência de brinquedo, mas com recursos tecnológicos, como sensores e bloco programável, capaz de criar estruturas robóticas mais sofisticadas que um brinquedo. O encanto pelo aspecto visual, pelos recursos e pelo fácil controle é claramente exemplificado pela experiência vivenciada na primeira aula, em que uma das jovens, empolgada, quis mostrar às amigas a sua criação, mas esboçou tristeza quando teve que desmontar e deixar o material na escola.

As aulas quebraram um paradigma de ensino, uma vez que não eram mais silenciosas e, muito menos, paradas. Mas práticas, onde teoria cria conexão, onde se aprende fazendo. O

tempo das atividades era o ritmo deles, pois o importante era a aprendizagem. Reconhecemos nesses jovens, nessas aulas de desafio, o mesmo já observado e escrito há muitos anos, ou seja, “as crianças, tal como todas as outras pessoas, não preferem a <<facilidade>>, querem o <<desafio>> e o <<interesse>>, o que implica <<dificuldade>> (PAPERT, 1996, p.83-84). Tanto que um dos sujeitos da pesquisa frisou que voltou para as aulas, pois cada aula era um desafio. Um dos sujeitos da pesquisa mencionou em uma das entrevistas, que foi inicialmente às aulas para ver como eram, o material chamou-lhe a atenção, mas foram os desafios propostos nas aulas que conquistaram de vez sua presença e participação. Resolver desafios, problemas e quebra-cabeças atrai o interesse de qualquer pessoa. A cada aula, eram propostas atividades e desafios que buscassem criar condições também para explorar e trabalhar a Matemática.

As atividades eram criadas de forma a ensinar a usar e controlar o kit. Mas, também buscou-se criar um contexto, um ambiente para se discutir e trabalhar a Matemática. Porém, uma formalização de conteúdo não foi possível, uma única tentativa fez com que a aula voltasse aos moldes da escola e diminuiu visivelmente o interesse. O que percebemos: quando necessário, é possível, através do desafio, exigir o conhecimento de uma teoria, de uma fórmula, etc. Assim, a conexão da Matemática e robótica torna-se natural, prazerosa, pois o objetivo de resolver o desafio estimula o jovem a estudar, pesquisar e entender um determinado conteúdo. Para melhor exemplificar, relembramos a situação em que os jovens, sujeitos dessa pesquisa, começaram a programar o giro de um carrinho. Parecia simples, mas, após uma série de tentativas e erros, uma solução formal, matemática, mostrou-se precisa e rápida na resolução do problema. Usando de conceitos matemáticos, como cálculo de circunferência, raios, diâmetros e arcos, foi possível determinar as rotações ou graus necessários para que qualquer carrinho realize um giro. Dessa solução, os jovens chegaram então a uma fórmula geral, criando um aplicativo em *excel* para qualquer tamanho de roda e largura de robô.

Continuando nossas recordações dos caminhos percorridos por esse projeto, decidiu-se aproveitar a capacidade dos jovens, estimulando os que já haviam participado da primeira oficina a ensinarem outros jovens. Dessa forma, convidamos alguns dos alunos para fazer parte do projeto, na condição de monitores. Um momento em que foram lançados ao desconhecido e vivenciaram uma sensação de responsabilidade, conforme relatos dos sujeitos da pesquisa. Puderam sentir como é estar do outro lado, na condição de professor, mas viram nessa nova experiência uma forma de aprender mais, pois ensinando, também se aprende.

De monitores de outros jovens no projeto, tornaram-se competidores. Aceitaram o desafio de participar de um torneio de robótica. Como mencionou um dos sujeitos da pesquisa, foi um momento em que foram submetidos ao teste de seus limites. Era novamente um acontecimento totalmente desconhecido, uma porta que eles decidiram abrir e entraram. Daquele ponto, não voltaram. O torneio exigia que os participantes fossem inseridos no mundo, a temática do evento especificava a realidade que deveriam conhecer, que era a dos idosos. Assim, esses jovens saíram da escola, conheceram a realidade de um mundo que só viram na TV, um abrigo para idosos. Nessa visita, percebemos compaixão e reflexão dos sujeitos de pesquisa. Nesse momento, vemos que a teoria é linda, perfeita dentro dos muros da escola, mas, fora dela, é um constante momento de testes-surpresa, em que a teoria e a prática se confundem e que é preciso fazer escolhas. O projeto de pesquisa que buscava criar soluções para algum problema dos idosos transpôs os espaços formais de aprendizagem.

Após o torneio, as atividades com robótica na escola tomaram outros rumos. Aqueles jovens saíram de vez da escola para frequentar outros espaços, pois foram selecionados para fazer parte de um projeto de robótica na Faculdade de Engenharia da UFU, uma iniciação científica *júnior*. Esse foi o primeiro passo para o início da formação de uma rede por eles alimentada. Seu envolvimento na Engenharia foi de aluno e competidor, mas em meados de 2013 eles orientaram tecnicamente outras equipes de estudantes do ensino fundamental. Um envolvimento que perdurou pelos anos seguintes. A cada ano ligados ao NUPEME esses jovens ensinavam o que aprenderam a outros jovens.

O envolvimento e dedicação desses jovens foram responsáveis por criar conexões com a Universidade, com escolas públicas, escolas particulares e uma ONG. Dentro da Universidade, estabeleceram laços com a Engenharia/EDRON e com o NUPEME. Os sujeitos da pesquisa navegavam livremente nesses espaços, estavam constituindo uma rede de aprendizagem composta por pessoas de diferentes campos. No passeio pela rede, os sujeitos da pesquisa participavam e acompanhavam diferentes projetos, contribuía com as ações do NUPEME com a robótica. Na constituição dessa rede, um elemento facilitador foi a utilização da rede social *facebook*, com seus grupos, estreitando distâncias, aproximando as pessoas: os amigos da rede de aprendizagem em robótica. Os grupos foram instrumentos de informação e comunicação dos sujeitos da pesquisa com outros jovens e professores. No último ano, esses grupos foram ficando menos frequentes e pouco utilizados, houve uma migração gradual para o aplicativo de comunicação para smartphone chamado *Whatsapp*, porém, com os mesmos objetivos do recurso tecnológico anterior.

Diante do exposto, pôde-se verificar nesse processo de desenvolvimento do projeto de robótica, através da constituição de uma rede de aprendizagem, que pessoas, escolas e universidade criaram laços e nós em que, coletivamente, aprendem a ser e a fazer. Até o presente momento, a rede, em alguns momentos do caminho, sofre “apagões” temporários. Mas, volta, ressurgue com o menor dos estímulos dos sujeitos conectados. Basta um desejo ou uma atitude e a rede novamente alimenta os nós apagados, mobiliza e constrói novos laços, novas histórias. O centro da rede é cada pessoa conectada. Houve momentos em que a universidade era o centro, os núcleos de pesquisa, os projetos. Mas, na maioria das vezes, os jovens eram o centro, onde os recursos humanos e físicos eram disponibilizados para que os sujeitos da rede pudessem produzir, participar, criar experiências e saberes para eles, para a rede e para vida. Com isso, fica respondido como se organiza o trabalho com robótica educacional.

As conexões e ramificações possuem uma influência muito grande dos sujeitos desta pesquisa, pois foram jovens falando com jovens, criando grupos na rede social, grupos em aplicativos de celular. Imersos em uma cultura digital, usaram dela para estabelecer comunicação, cooperação e crescimento. Não devemos deixar de observar e entender os jovens que estão na escola, estudar sua cultura, como usam as tecnologias, pois é nelas que eles se expõem e se comunicam. Foi assim que eles foram incluindo os professores de robótica educacional. Foi preciso um mergulho na rede social para poder entender e nos comunicarmos com esses jovens. As tecnologias de informação e comunicação são instrumentos de ensinar e aprender, mas também de tecer conexões e nós de uma rede de conhecimentos e saberes. A integração e interação dos diferentes sujeitos dispostos ao mesmo objetivo foi possível graças a esses recursos tecnológicos da cultura dos jovens.

Já compreendido como se organiza o trabalho de robótica educacional, podemos buscar as outras questões que levantamos. A segunda questão diz respeito a saber como a organização do trabalho educativo com robótica educacional pode levar a aprendizagem? Na análise dos dados, detectamos que os sujeitos da pesquisa, no projeto, nos acontecimentos de robótica educacional, permitiram-se vivenciar diferentes papéis. No princípio do projeto, eram alunos, estavam naquele espaço, aprendendo. Com o decorrer do tempo, conseguiram uma nova responsabilidade, passaram a ser monitores, ensinar novos colegas. Cada papel que esses jovens, sujeitos da pesquisa, vivenciaram, deixava marcas, seja pelo material que tiveram contato, seja pelas pessoas, pelas atividades que fizeram. A condição de aluno no início do projeto trouxe todo um contexto educacional diferente do que estavam acostumados,

começando pela novidade do material, pela dinâmica de trabalho, pelos desafios, pela liberdade de investigar, construir, testar. Quando assumiram o papel de monitores, o papel ganhou um tom sério, de responsabilidade, mas que logo perceberam como oportunidade de aprender ensinando.

Os acontecimentos não pararam e, muito menos, os papéis. O primeiro torneio de robótica foi, podemos considerar, o momento em que o papel de competidor solicitou dos alunos ações/comportamentos característicos de algumas profissões EXEMPLO. Nesse percurso, ele vivenciaram também sensações de alegria, tristeza, frustração. Um exemplo claro disso foi a experiência de o robô desmontar na véspera da competição, levando-os a raciocinar e tomar atitudes rápidas para solucionar o problema. Uma demonstração de profissionalismo e superação diante da situação pressão. São dessas emoções que se constituem as experiências e, quando eles pensam sobre o que vivenciaram e o que lhes marcou, eles interpretam o mundo, desenvolvem objetivos e projetos de vida.

A partir desse torneio, as experiências que se seguiram criaram marcas de transformação mais profunda. Na fase em que foram para a Engenharia, anteciparam a possibilidade de conviver com alunos competidores de torneio a nível universitário e na universidade. Aprenderam a organizar seus pensamentos, conheceram novas formas de programar e montar robôs. Esse período intenso de atividades serviu para que os jovens conhecessem o ambiente universitário e vislumbassem um futuro profissional. Nas entrevistas, um dos sujeitos ressaltou a importância dessa experiência, ou seja, poder conhecer como funciona, como a Universidade é por dentro, pois, muitas vezes os estudantes da educação básica só têm acesso quando ingressam ou quando participam de alguma atividade proposta pela instituição. O período de estudo dentro da universidade auxiliou e orientou os jovens e sujeitos da pesquisa no autoconhecimento, contribuindo para suas escolhas de vida. Como exemplo, temos o sujeito 01 que, após esse período, decidiu fazer outra graduação, a de Engenharia de Computação, pois descobriu que seu maior interesse estava na programação.

Além de desenvolverem atividades na universidade, os jovens e sujeitos da pesquisa foram técnicos das equipes, as marcas ajudaram a consolidar seus projetos de vida. Todas essas participações e envolvimento são responsáveis por auxiliar na constituição de suas identidades. E essas identidades são construídas nas relações que os sujeitos têm consigo e com os outros, como nos ensinou o pesquisador Dayrell (2012). Dessa forma, podemos responder também “Qual a importância do envolvimento do jovem com robótica

educacional?” e “De que forma o envolvimento no trabalho com robótica educacional pode influenciar na vida dos jovens?”, ou seja, a importância do trabalho organizado da forma como foi apresentado e do envolvimento dos jovens é que permite que esses possam desempenhar papéis, que levam às marcas da experiência, que transformam o jovem e orientam na formação de sua identidade como um jovem reflexivo, autônomo, conhecedor de si e do mundo, capaz de mudá-lo, capaz de fazer mais.

Agora, respondendo “Qual a importância do trabalho de construção e programação de robôs na perspectiva da robótica educacional?” temos que um dos resultados do envolvimento desses jovens no projeto de robótica são as suas produções de robôs e programação. Como já mencionamos, começaram com desafio, montagens selecionadas, mas buscando dar liberdade para modificarem e buscarem uma independência criativa e de produção. Nesse processo, recordado dos pensamentos de Larrosa (2014), a experiência é “isso que me passa” e transforma, modifica, deixa marcas, cria saberes. Esses saberes foram sendo construídos e transformados no decorrer do tempo, quando eram alunos da escola aprenderam a conhecer o kit e a programar em bloco. No seu primeiro torneio, tudo que sabiam criou relações com seus outros conhecimentos para constituir o robô final para a competição. Usaram de outras inspirações, mas no fundo, foi uma produção deles. Quando estiveram na universidade, aprendendo com os engenheiros, outros conhecimentos de montagem e programação foram ensinados a eles, somando ou transformando o que já sabiam. Prova de que aprenderam e evoluíram nesses pontos foi a construção do novo robô, para um novo tipo de competição de robótica: a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

Mesmo vendo os resultados de autoria deles, a expressão mais forte de que os períodos e as experiências, tanto na escola como na universidade, os transformaram foi quando passaram a ser técnicos, transformando-se em multiplicadores dos saberes que eles próprios elaboraram. E, seus pupilos, sobre seu crivo e orientações, chegaram a ganhar troféus de melhor projeto de “Engenharia e Tecnologia”. Nesse momento, eles expõem as características que os robôs precisam ter, ensinam a programar, a controlar e a chegar a uma autonomia de controle sobre os robôs. E o importante de programar é que permite que o sujeito se torne um epistemólogo (PAPERT, 1985), ou seja, há uma exploração da forma como se constitui o pensamento. Além disso, no processo de ensinar e criar máquinas, avançar em outras linguagens de programação, aprender mais sobre montagens, desenvolver mais modelos e dispositivos robóticos é estimular os jovens a serem autores, poderem criar, desenvolver seus dispositivos.

Nessa perspectiva, entendemos que o desenvolvimento de um projeto de robótica no ensino, com base na pesquisa desenvolvida, deve ser feito em uma rede de aprendizagem. A rede se alimenta e cresce com e pelos jovens. E, nesse processo de trabalho, os jovens desempenham papéis, onde, além de criarem dispositivos robóticos, aprendem ensinando, . Essas experiências vividas são importantes na construção das identidades dos sujeitos, dos jovens. Logo, a robótica na aprendizagem dos jovens deve ser transformadora, permitindo que o jovem desenvolva seus projetos de vida, que possam ser mais, possam ler o mundo e modificá-lo.

O que estamos pensando pode ser visto como uma resposta a um questionamento apresentado por Dayrell (2012) sobre em quais espaços vêm-se estimulando a formação de jovens autônomos? Esse pesquisador corrobora muito com nossa visão de como a escola deveria ser, ou seja, um lugar capaz de ouvir, entender e trabalhar com o jovem na construção de ações educativas atentas com as suas necessidades formativas, estimulando e acreditando na capacidade deles fazerem mais e melhor. Pois, nesse caminho estaremos estimulando os jovens a se conhecerem, a se relacionar com os outros, com a sociedade, reconhecendo as pluralidades culturais, as diferentes necessidades sociais e tendo capacidade crítica e construtiva para propor soluções e fazer mudanças nas suas próprias realidades e nas dos outros.

Também temos que autonomia e a constituição de uma identidade perpassam por um projeto em que o jovem possa experienciar, sentir, construir marcas que lhes permitam se conhecer, saber relacionar com os outros e poder escolher seus caminhos e projetos de vida, que são fundamentais na transformação dos jovens em cidadãos, em pessoas que possam fazer diferente, ter sensibilidade de reconhecer no mundo suas necessidades e usufruir de seus conhecimentos para a o desenvolvimento da sociedade e de si mesmos.

O que queremos é que os jovens de hoje, consumidores de tecnologias, possam ser mais: mais produtores, mais críticos, mais criativos, mais preocupados com os problemas locais, regionais e até globais. Possam ser mais sensíveis e respeitosos ao mundo, pois são os responsáveis pelo futuro daqueles que eles chamarão de filhos. Acreditamos que na robótica o jovem pode se conhecer, entender-se como parte do mundo e sua responsabilidade. Não estamos colocando a robótica em um altar como a solução milagrosa, mas é uma proposta que não custa ser testada, no mínimo, os jovens que participarem, criarem experiências, poderão afirmar: “não era isso que quero fazer da minha vida!”. Ou o contrário.

Dayrell (2012) nos ensinou mais ainda: que a juventude precisa saber tomar decisões, escolhas. Vimos na robótica o ambiente de formação de um sujeito capaz de escolher, tomar decisões e lidar com as consequências de suas escolhas, pois a vida é um jogo de estratégias, algumas são assertivas e outras, nem tanto. E, um dos lugares propensos à educação nessa perspectiva de Dayrell, os torneios de robótica, que são a vida, a prática, o desafio, fora da escola, com pessoas. É o cotidiano que marca, sensibiliza e transforma os sujeitos participantes em sujeitos preparados para o mundo. Papert (2008) e Dayrell (2012) referenciam Paulo Freire para dizer que o jovem precisa saber ler o mundo e nele ser mais.

Ler o mundo e ser mais são condições que exigem do sujeito uma aprendizagem que, conforme percebemos nessa pesquisa, deve acontecer além dos espaços formais, o que para Cesar (2013) são os espaços multirreferenciais de aprendizagem. A respeito desses espaços, Burnham nos ensina que “todos esses espaços trazem uma responsabilidade múltipla, uma vez que não se pode pensar que apenas o conhecimento escolar dá conta da formação dos indivíduos e dos coletivos sociais” (2000, p.14). Nesse sentido, os acontecimentos de robótica, os torneios, as visitas a ambientes relacionados à temática dos eventos, são espaços diferentes de aprendizagem. Além desses, as redes sociais também constituíram espaços importantes de aprendizagem, pela forma como foi utilizada para organização de grupos, trocas de experiências e debates.

A rede na robótica é um espaço de aprendizagem, onde os sujeitos, as equipes adquirem conhecimento, fortalecem-se e superam frustrações mais facilmente do que se fosse individualmente. Papert (1996), em seu livro “A família em rede”, trata da frustração, das falhas da máquina, da velocidade, de não ter uma tecnologia apropriada às necessidades. Podemos dizer mais, com a robótica, é frustrante ter uma ideia e não poder colocar em prática, não saber nem por onde começar. Nessa hora, a rede é a solução, principalmente se essa rede for composta por pessoas de diferentes graus de estudos, culturas e gêneros. Os conhecimentos e experiências são mobilizados. Alguém na rede apontará a direção da solução do problema. E, se não souber, conhece alguém fora da rede que sabe, ou alguém que sabe de alguém. De algum modo, a rede busca apagar essa frustração, ajuda seus integrantes a alcançarem seus objetivos, pois é uma forma de aprendizagem individual e coletiva. A exemplo disso, a rede de robótica, no mês de fevereiro de 2016, foi responsável por orientar e auxiliar uma integrante da rede nova e inexperiente a fazer sua inscrição no vestibular da UFU. Nesse sentido, não estamos fugindo do pensamento de que, na “sociedade da

aprendizagem é preciso que as pessoas e grupo sejam formados para educar as novas gerações” (BURNHAM, 2000, p.14).

Dessa forma, temos pensado e feito. Quando formamos um jovem que contribui para a formação de outros jovens, estamos ampliando a rede e, à medida que essa rede de aprendizagem em robótica, desenvolvimento de saberes e experiências qualifica seus sujeitos, ela cria condições para ser mais estável e sustentável. As qualidades das relações dos sujeitos, como nos esclarece Dayrell (2012), possibilita a cada um experimentar e desenvolver suas potencialidades. Logo, a perspectiva de um trabalho com robótica educacional deve percorrer caminhos na construção de projetos capazes de gerar envolvimento, paixão por parte dos jovens e que esses possam aprender também baseados na experiência e constituir suas identidades. Que os saberes construídos possam ajudar outros a aprender em rede, pois na rede, desempenhando papéis, os jovens serão capazes de tornarem-se autores, autônomos, tornarem-se mais.

Para quem tem interesse em desenvolver algum trabalho de robótica educacional de nível de ensino médio, utilizando kits de robótica proprietários como o da LEGO ® Education, neste trabalho apresentamos desde a leitura de outros trabalhos até os detalhes dos acontecimentos na escola, fora da escola e na universidade. Mostrando impressões e sentimentos envolvidos na aprendizagem e construção das experiências dos alunos. Dessa forma, para leitores deste estudo, deixamos explicações e implicações de como pode ser um trabalho de robótica educacional em uma instituição pública de ensino de nível médio.

Além dos resultados obtidos na análise dos dados, que mostraram a constituição de uma rede, a sua relevância no que se refere à formação dos envolvidos, os papéis exercidos pelas pessoas na rede e a importância do ato de programar e montar robôs, consideramos que esta tese, ao apresentar os dados de forma densa, deixa aos futuros leitores e interessados em se aventurar pela robótica, caminhos de como fazer, o que fazer, o que pode ser esperado em um torneio de robótica, os custos, entre outros elementos relacionados à formação dos envolvidos nas atividades ou projetos de robótica.

Também consideramos que, além dos resultados das análises dos dados dos sujeitos da pesquisa, esta tese vem a colaborar com futuros pesquisados com a apresentação do capítulo de revisão das teses e dissertações. Pois, foi realizado um estudo detalhado, em que alguns aspectos dos trabalhos foram analisados, diagramados e mapeados para o nosso saber e de quem mais se interessar. Nessa investigação, foi possível observar como vêm sendo

desenvolvidos os trabalhos de robótica no Brasil em termos de dissertações e teses. Também é possível, a quem estiver estudando na área, reconhecer as principais instituições e pós-graduações que vêm se destacando em termos de produção na robótica educacional e quais pesquisadas usaram materiais próprios, livres ou outros.

Diferentemente de todos os trabalhos analisados, esta pesquisa perpassa por diferentes espaços e instituições de ensino, ou seja, o trabalho desta tese acompanhou jovens que cursavam o ensino médio de uma escola pública estadual, os quais, no decorrer dos anos e acontecimentos, foram acompanhados em instituições de ensino fundamental, públicas e municipais, escola particular de educação básica, Universidade e Organizações não governamentais. Esta pesquisa iniciou-se no ensino médio, mas que diretamente influenciou alunos da graduação, alunos de escolas públicas de ensino fundamental e escolas particulares de níveis fundamental e médio. Portanto, preocupado com a formação de estudantes, este trabalho não deixou de fornecer formação docente e uma proposta metodológica, pois a formação em rede é ampla, todos ensinam e aprendem na rede.

A partir desta pesquisa passamos a compreender a necessidade de criar laços com outras redes para que todos, compartilhando seus conhecimentos, possam auxiliar os outros e a si próprios no desenvolvimento de seus trabalhos. É preciso mais pesquisa, os avanços dos processos investigativos permitirão o desenvolvimento de uma rede mais sólida e com produções científicas que possam ser utilizadas por outras pessoas no processo formativo de crianças, jovens e adultos e por que não professores de diferentes níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

ACCIOLI, Rosângela Mengai. **Robótica e as Transformações Geométricas: um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental**. 2005. 223 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

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

ALECRIM, Emerson. **Tecnologia Bluetooth: o que é e como funciona?** 2013. Disponível em: <<http://www.infowester.com/bluetooth.php>>. Acesso em: 29 ago. 2014.

AFINS, Colunista Portal – Finanças e Áreas. **Setores de uma empresa**. 2014. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/administracao/artigos/54651/setores-de-uma-empresa#ixzz3tBXkqBGS>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

ALEXANDRE, Mário Lucio da Costa. **Processo de Autonomia na Formulação de Problemas de Matemática: Uma perspectiva de Formação Inicial de Professores**. 2014 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. 2014.

BRASIL; EDUCAÇÃO, Ministério da; SUPERIOR, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível. **PORTARIA No - 72, DE 9 DE ABRIL DE 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/diversos/Portaria72_Pibid.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2012.

BARANAUSKAS, Maria Cecilia Calani et al. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, José Armando (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp/nied, 1999. p. 49-68. Disponível em: <<http://www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/livros-de-interesse-na-area-de-tics-na-educacao/o-computador-na-sociedade-do-conhecimento>>. Acesso em: 1 mar. 2016.

BARBOSA, Fernando da Costa. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. 2011 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia. 2011.

BARBOSA, F. C.; RODRIGUES, A.; CINTRA, V. P.; SOUZA JR.; A. J.; FONSECA, D. S. Produção coletiva sobre saberes docentes relativos ao trabalho com Informática e Modelagem Matemática no cotidiano da escola pública In: IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática, 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2005. p. 1-12. CD-ROM.

BARBOSA, F. C.; RODRIGUES, A.; CINTRA, V. P.; SOUZA JR., A. J.; CARVALHO, A. M.; FONSECA, D. S. Água, o seu papel mor no ensino. In: **V Conferência Nacional sobre**

Modelagem na Educação Matemática, 2007, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: UFOP, 2007. p. 1-11. CD-ROM.

BARBOSA, F. C.; CINTRA, V. P.; SOUZA JR.; A. J. Educação ON-LINE e o trabalho com a Internet In: X Seminário Nacional: Uno e o Diverso na Educação Escolar e IV Seminário de Didática: Docência e Formação de Professores, 2009, Uberlândia.. **Anais...** Uberlândia: Ufu, 2009. p. 1-13. CD-ROM.

BARBOSA, Fernando da Costa; SOUZA JÚNIOR, Arlindo José de; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. O uso de robótica no ensino fundamental. In: Encontro de pesquisa da ANPED – Centro Oeste, 10., 2010, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2010,. p. 1-12. CD-ROM.

BARROS, Renata Pitta. **Evolução, avaliação e validação do software RoboEduc**. 2011. 92 f. Mestrado (Dissertação em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

BELLIDO, Luciana Ponce; CAPELLINI; Vera Lúcia Messias Fialho; LEPRE, Rita Melissa. Os jogos dramáticos e o desenvolvimento infantil: (Re)Pensando a prática docente. **Simbiologias**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 1-22, 2008. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/servicos/publicacoes/simbio_logias/documentos/v1n2/artigo_edu_os_jogos_dramaticos_e_o_desenvolvimento_infanti%E2%80%A6.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BOGDAN, Roberto C., BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto Editora LDA, Portugal. 1991.

BURNHAM, Teresinha Fróes. Tecnologia de Informação e Educação a Distância: tecendo redes, interagindo com e-mails e ampliando espaços. In: BURNHAM, Teresinha Fróes; MATTOS, Maria Lúcia Pereira (Org.). **Tecnologias da Informação e Educação à Distância**. 2. ed. Salvador: Edufba, 2010. p. 9-28.

BURNHAM, Teresinha Fróes. Sociedade Da Informação, Sociedade Do Conhecimento, Sociedade Da Aprendizagem: Implicações Ético-Políticas No Limiar Do Século. In: LUBRISCO, Nídia M. L; BRANDÃO, Lúcia M. B. (Org.). **Informação e Informática**. Salvador: Edufba, 2000. p. 283-306. Disponível em: <http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/hipertexto/biblioteca/Teresinha_Froes.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016.

CAMPINAS/SP. Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED). (Ed.). **Sistemas Robóticos com SuperLogo – SIROS**, 2000. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/?q=content/sistemas-robóticos-com-superlogo-siros>>. Acesso em: 15 maio 2015.

CABRAL, Cristiane Pelisolli. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas**: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. 2010. 142 f. Dissertação

(Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula.** 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CAMPOS, Alexandre Henrique Afonso. **Ensino e Aprendizagem de Robótica Educacional: Uma Perspectiva Matemática.** 2012. Trabalho de Conclusão (Curso de Matemática) – 2012.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v. 1).* São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CESAR, Danilo Rodrigues. *Robótica Livre: Robótica pedagógica com tecnologias livres.* Artigo. Disponível em: http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica_livre/artigos/artigo_fisl_2005_pt_final.pdf. Acesso em: 2 abr. 2009.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos.** 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento.** 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Curso de Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CERTEAU, Michel. **A Invenção do Cotidiano: 1 – Artes de fazer.** Tradução de Ephraim Ferreira Alves. Petrópolis: Vozes, 1994.

CIDRAL, Beline. **Afinal, o que é Android?** 2012. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/01/afinal-o-que-e-android.html>. Acesso em: 29 ago. 2014.

CONNELLY, F. M.; CLANDINI, J. D. Relatos de experiência e investigação narrativa. In LARROSA, J ET AL. **Déjame que te cuente** – Ensayos sobre Narrativa y educación. Barcelona: Editorial Laertes, 1995, p. 11-59.

CONSULTING, Sr2; GERAIS, Secretaria de Estado de Educação do Governo de Minas. **Curso de Capacitação em Informática Instrumental – Planilha Eletrônica.** Belo Horizonte: Sr2 Consulting, SD.

COLOMBO, José Carlos. **Contribuição das olimpíadas de química para a formação dos alunos do ensino médio técnico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba.** 2011. 250 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidad del Mar, Viña del Mar/ Chile, 2011.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/18629/1/Dissertacao%20Christina%20Curcio.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2011.

CUNHA, Myrtes Dias da. **Constituição de professores no espaço-tempo da sala de aula**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2000.

CHELLA, Marco Túlio. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Curso de Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CNPq. **Apresentação Forma Engenharia. 2012**. Disponível em: <<http://resultado.cnpq.br/2128592261479064>>. Acesso em: 15 out. 2014.

DANTE, L. R. **Matemática: contexto e aplicações**. SÃO PAULO: Ática, 2003. 383p.

DAYRELL, Juarez. O jovem como sujeito social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 24, p.40-53, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n24/n24a04>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

DAYRELL, Juarez. **Pedagogia da juventude**. 2012. Disponível em: <<http://www.ondajovem.com.br/acervo/1/pedagogia-da-juventude>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

DAYRELL, Juarez; MOREIRA, Maria Ignez Costa; STENGEL, Márcia (Org.). **Juventudes contemporâneas: um mosaico de possibilidades**. Belo Horizonte: Editora Puc Minas, 2011. 448 p. Disponível em: <http://www.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20120704131151.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2016.

DAGNINO, Renato Peixoto; NOVAES, Henrique Tahan. O papel do engenheiro na sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 8, p. 95-112, 2008.

DELFINO, B. Monteiro.; SOUZA JR.; A. J.; MOURA, E. M.; BARBOSA, F. C. Robótica educacional: uma arte de construir coletivamente um trabalho educativo no pibid em uma escola pública. In: **I Encontro de educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Educação da UFU**, 2012, Uberlândia. I Encontro de Educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Educação da UFU, 2012.

DOMINGUES, D. Introdução à Humanização das Tecnologias pela Arte. In: DOMINGUES, D. (ed.). **A arte no século XXI: A humanização das tecnologias**. São Paulo, UNESP, 1997. p. 15-32.

DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. 2. ed.; 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

DODGE, Bernie. WebQuests: A Technique for Internet – Based Learning. The Distance Educator. V.1, nº 2, 1995. Trad. Jarbas Novelino Barato

ESCOLA, Nova. **Por que ensinar programação na escola?** 2016. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/blogs/tecnologia-educacao/2016/02/23/por-que-ensinar-programacao-na-escola/>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Valores FLL**. 2012. Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/home/first/programasfirst/fll/valores/>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Como funciona**. 2012. Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/home/first/programasfirst/fll/comofunciona/>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Projeto de pesquisa: processo**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_ProjetodePesquisa_processo.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Projeto de pesquisa: Pergunte a um profissional**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_ProjetodePesquisa_pergunteaumprofissional.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Projeto de pesquisa: Glossário**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_ProjetodePesquisa_glossario.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **O desafio do robô: configuração do campo**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_DesafiodoRobo_configuracaodecampo.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **O desafio do robô: regras**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_DesafiodoRobo_regras.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **O desafio do robô: missões**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_DesafiodoRobo_missoes.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Manual de Instrução: Processo de participação**. 2012. Disponível em: <http://aprenderfazendo.org.br/arquivos/IAF_FIRST_FLL_SeniorSolutions_manualdeinstrucao.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Manual do técnico: CAPÍTULO 2** Formando uma equipe. 2012. Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/torneios/clubefirst/manual>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Manual do técnico: CAPÍTULO 3** Construindo uma Temporada. 2012. Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/torneios/clubefirst/manual>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FAZENDO, Instituto Aprender. **Manual do técnico: CAPÍTULO 4** Construindo uma Temporada. 2012. Disponível em: <aprenderfazendo.org.br/torneios/clubefirst/manual>. Acesso em: 22 jan. 2013.

FORTES, Renata Martins. **Interpretação de Gráficos de Velocidade em um ambiente robótico**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao/renata_martins_fortes.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2011.

FURLETTI, Saulo. **Exploração de tópicos de Matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no Ensino Médio**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANCA, G1 Ribeirão e. **Sistema evita que comida queime no fogão quando panela é esquecida**. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2012/10/sistema-evita-que-comida-queime-no-fogao-quando-panela-e-esquecida.html>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002 (Coleção Leitura). Disponível em: <<http://forumeja.org.br/files/Autonomia.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 9 ed. Rio de Janeiro. Editora Paz e Terra. 1981, p. 79.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e Ousadia: O Cotidiano do Professor**. Tradução de Adriana Lopes. 13. ed. São Paulo. Editora Paz e Terra. 2011 .

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação - uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980. 102 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GERAIS, Minas. **Escolas em rede**. 2014. Disponível em: <<http://www.mg.gov.br/governomg/portal/c/governomg/governo/acoes-do-governo/5807-educacao/61456-escolas-em-rede/5794/5040>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

GONÇALVES, Rogério Sales. **Roteiro Detalhado do Projeto: Desenvolvidos de Robôs para competições e resgate e futebol de robôs Junior**. 2012.

GONÇALVES, Paulo César. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/arquivos/pos-graduacao/Mestrado-em-ciencia-da-computacao/dissertacoes/Paulo%20Cesar%20Goncalves.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2011.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade**. . Tradução de Tomaz Tadeu da Silva e Guaracira Lopes Louro. 11. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006

IDEB, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. 2013. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultado.seam?cid=20093>>. Acesso em: 2 abr. 2013.

IDEB, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. 2011. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultado.seam?cid=2206199>>. Acesso em: 1 jan. 2014.

IO, L. E. ; BARBOSA, F. C.; ABREU, E.; VILELA, N. C. e SOUZA JR., A. J. Design: Uma conexão entre Arte, Matemática e Robótica. **Anais do XI Encontro Paulista de Educação Matemática: XI EPDM**. São José do Rio Preto: SBEM/SBEM-SP, 2012, p. 1-12.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. Dicionário Básico de Filosofia. 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

KREUTZ, José Ricardo; BOLL, Cíntia Inês. **A Cultura Digital: quando a tecnologia se enreda aos usos e fazeres do nosso dia a dia**. Brasília: Programa Mais Educação Secad-mec., 2010. (Caderno Pedagógico). Disponível em: <<http://migre.me/sXPXf>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 19, p. 20-28, 1 jan. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2014.

LARROSA, Jorge. EXPERIÊNCIA E ALTERIDADE EM EDUCAÇÃO. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 2, p. 4-27, 1 dez. 2011. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/article/view/2444/1898>>. Acesso em: 6 set. 2014.

LARROSA, Jorge. **Tremores: escritos sobre experiência**. Belo Horizonte: Grupo Autêntica, 2014. 176 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

LABEGALINI, Aliete Ceschin. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/robótica na sala de aula.** 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da Inteligência:** O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: 34, 1993. 127 p. Carlos Irineu da Costa. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2015/03/LEVY-Pierre-1998-Tecnologias-da-Inteligencia.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

LEITÃO, Rogério Lopes. **A Dança dos Robôs: Qual a Matemática que Emerge Durante Uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional?** 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.uniban.br/pos/educamat/pdfs/teses/anteriores/Rogério%20Lopes%20Leitao.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2011.

LOPES, Daniel de Queiroz. **Exploração de modelos e o nível de abstração nas construções criativas com Robótica Educacional.** 2008. 174 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Curso de Pós-Graduação em Informática Na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16173/000697333.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 5 abr. 2011.

LOCH (Brasil). **Blog do Enem** (Ed.). Resultado Enem – Uberlândia: Escolas com melhores e piores notas. 2013. Postado por Loch em 23 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://blogdoenem.com.br/resultado-enem-uberlandia/>>. Acesso em: 19 jan. 2014.

LOGOMARCAS.COM, Criação de. **Criação de Logomarcas – Logotipos e Logomarcas profissionais!** 2014. Disponível em: <<http://www.criacaodelogomarcas.com/logomarca.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

MALTEMPI, M.V.; VALENTE, J.A. (2000). Melhorando e Diversificando a Aprendizagem via Programação de Computadores. In: International Conference on Engineering and Computing Education (ICECE), São Paulo. **Proceedings**, 27 a 30 de agosto. (CD-ROM)

MALIUK, Karina Disconsi. **Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática.** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MAISONNETTE, R. **A Utilização dos Recursos Informatizados a partir de uma Relação Inventiva com a Máquina:** A Robótica Educativa. 2002. Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca.cgd/192.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

MEC. Ministério da Educação. **Manual operacional de educação integral**. 2012. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11452&Itemid=>. Acesso em: 12 out. 2014.

MELLO, Elisângela de Fátima Fernandes de; TEIXEIRA, Adriano Canabarro. A interação social descrita por Vigotski e a sua possível ligação com a aprendizagem colaborativa através das tecnologias de rede. In: IX ANPED SUL, 9, 2012, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: Anped, 2012. p. 1 - 15. Disponível em:

<http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Educacao_Comunicacao_e_Tecnologias/Trabalho/06_03_38_6-7515-1-PB.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2016.

MOURA, Eliton Meireles De. **O programa institucional de bolsa de iniciação à docência – PIBID na formação inicial de professores de Matemática**. 2013. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

MORIMOTO, Carlos e. **Dicionário Técnico de Informática**. Disponível em:

<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/hd000001.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2015.

MICHAELIS. **Dicionário de Português Online**: Significado de “equipe”. 2014. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=equipe>>. Acesso em: 14 ago. 2014.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16173/000697333.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 5 abr. 2013.

MORADIA, Ação. **Quem Beneficiamos**. 2015. Disponível em:

<<http://acaomoradia.org.br/quem-beneficiamos/>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

MUNIZ, Luciana Soares. **O fórum de classe numa escola pública: significados e práticas direcionados à construção de uma coletividade**. Dissertação de Mestrado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. 2006

NOGUEIRA, Renata. **YouTubers são formadores de opinião de jovens, mas que valores eles passam?** 2015. Disponível em:

<<http://entretenimento.uol.com.br/noticias/redacao/2015/10/19/youtubers-sao-formadores-de-opinio-de-jovens-mas-que-valores-eles-passam.htm>>. Acesso em: 8 dez. 2015.

NUNES, Carlos Alessandro. **Educação matemática: processos formativos e a sua interface com as mídias**. 2010. 297 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

OBR, Olimpíada Brasileira de Robótica. O que é a OBR. 2014. Disponível em: <http://www.obr.org.br/?page_id=9>. Acesso em: 10 out. 2014.

OBR, Olimpíada Brasileira de Robótica. Como funciona (MP). 2014. Disponível em: <http://www.obr.org.br/?page_id=222>. Acesso em: 10 out. 2014.

OBR, Olimpíada Brasileira de Robótica. Regras e Instruções, Provas Regionais/Estaduais, Modalidade Prática. 2014. Disponível em: <http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/regras_pratica_regionais_v2_Mini2014.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica educacional: uma experiência construtiva**. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

OLIVEIRA, Rui. **A robótica na aprendizagem da matemática**: um estudo com alunos do oitavo ano de escolaridade. 2007. 240 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Curso de Mestrado em Matemática, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Madeira, 2007.

OLIVEIRA, Millena Lauyse Silva de et al. Ensino de lógica de programação no ensino fundamental utilizando o Scratch: um relato de experiência. In: XXXIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO - CSBC 2014, 24., 2014, Brasília. **XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - CSBC 2014**. Brasília: Sbc, 2014. p. 1525 - 1534. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2014/0022.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da Pesquisa**. Abordagem teórico-prática. 10. ed.rev. e atual. Campinas-SP: Papirus, 2004. (Coleção magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

PACHECO, Márcia Arantes Buiatti. Educação digital: uma perspectiva de inclusão no cotidiano da escola. 2011. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PAGSEGURO. **O que é PagSeguro?** 2014. Disponível em: <https://pagseguro.uol.com.br/atendimento/perguntas_frequentes/o-que-e-pagseguro.jhtml#rmcl>. Acesso em: 10 set. 2014.

PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008. 2014 p. (Ed. rev.). Tradução Sandra Costa.

PAPERT, Seymour. The Future of School (The following discussion between Seymour Papert and the Brazilian philosopher and educator Paulo Freire took place in Brazil during the late 1980s. It was sponsored by Pontifícia Universidade Católica, the Catholic University of São Paulo; and the *Afternoon Journal* TV show. It was broadcast in Brazil by TV PUC São Paulo and KTV Solucoes). 1980. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/freire/freirePart1.html>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**, New York, Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. **A Família em Rede: Ultrapassando a barreira digital entre gerações.** Tradução de Fernando José Silva Nunes e Fernando Augusto Bensabat Lacerda e Melo. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 1996.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação.** Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira V. Ripper. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. Amor What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power. **Ibm Systems Journal.** New York, p. 720-729. jun. 2000. Disponível em: <<https://ilk.media.mit.edu/courses/readings/Papert-Big-Idea.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

PEREIRA, Paulo Henrique Cruz. **Robótica Pedagógica: uma aplicação em sala.** 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, Três Corações, 2004.

PINTO, Marcos de Castro. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre.** 2011 158 f. Mestrado (Dissertação em Informática) – Programa de Pós-graduação em Informática, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011.

PONTES, Lelino. **A história da robótica educacional (RE).** 2010. Disponível em: <<https://lelinopontes.wordpress.com/2010/06/25/historia-da-robotica-educacionalre/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

PRADO, Jeovandir Campos do. Um estudo dos projetos escolas-referência e escola viva, comunidade ativa: como política educacional mineira e natureza social. In: Anais do II Seminário de Pesquisa do NUPEPE, 2., 2010, Uberlândia. **Anais do II Seminário de Pesquisa do NUPEPE.** Uberlândia: UFU, 2010. p. 580-590. Disponível em: <http://www.eseba.ufu.br/arquivos/anais/trabalhos_Completos/Eixo_3/Jeovandir_Campos_do_Prado_-_UM_ESTUDO_DOS_PROJETOS_ESCOLAS-REFERENCIA_E_ESCOLA_VIVA.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2014.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Constituição (2010).** Decreto nº 7.219, de 24 de junho de 2010. Decreto nº 7.219, de 24 de Junho de 2010.: Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7219.htm>. Acesso em: 23 fev. 2015.

REY, Fernando Luis González. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade:** os processos de construção da informação. Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005a.

REY, Fernando Luis González. **Sujeito e Subjetividade:** uma aproximação histórico-cultural. Tradução de Raquel Souza Lobo Guzzo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

REY, Fernando Luis González. **Problemas Epistemológicos de la Psicología.** Habana: Editorial Academia, 1996.

REY, Fernando Luis González. **Subjetividade, Complexidade e Pesquisa em Psicologia**. 1. ed. São Paulo: Thomson, 2005.

REY, Fernando Luis González. **O social na psicologia e a psicologia social: a emergência do sujeito**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

REY, Fernando Luis González. **Comunicación Personalidad y Desarrollo**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1995.

REGUEIRA, Secretaria de Educação/instituto Hartmann. **Termo de parceria escolas-referência e associadas**. Disponível em:

<[http://www.planejamento2.mg.gov.br/governo/choque/oscip/arquivos/termo_parceria/see/anexo_1.5_Programa_trabalho\(lista_escolas_referencia_associadas\).pdf](http://www.planejamento2.mg.gov.br/governo/choque/oscip/arquivos/termo_parceria/see/anexo_1.5_Programa_trabalho(lista_escolas_referencia_associadas).pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2014.

RODRIGUES, Adriana. **Produção coletiva de objeto de aprendizagem: o diálogo na universidade e na escola**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

ROCHA, Rogério. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino aprendizagem de programação de computadores**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ROBÓTICA, Torneio Mineiro de. O TMR. 2013. Disponível em: <www.torneiomineiroderobotica.com.br/#!tmr/c4nz>. Acesso em: 12 dez. 2013.

ROBÓTICA, Torneio Mineiro de. Pesquisa 2013. 2013. Disponível em: http://media.wix.com/ugd/7ad809_beefc8e1b8ff4d87bd578855bd27c89d.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2013.

ROBÓTICA, Torneio Brasil de. **O Torneio Brasil de Robótica**. 2015. Disponível em: <<http://www.torneiobrasilderobotica.com.br/#!o-tbr/cjg9>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

ROBÓTICA, Torneio Brasil de. **Pesquisa**. 2014. Disponível em: <www.torneiobrasilderobotica.com.br>. Acesso em: 1 fev. 2015.

SANTANA, Maria do Rosário Paim de. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas: “trabalhando” com ciência e tecnologia**. 2009. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SANTANA, Maria do Rosário Paim de. **Em busca de novas possibilidades pedagógicas: a introdução da robótica no currículo escolar**. 2003. 260 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

SANTOS, Mauro César Charão dos. **Avaliação do uso de realidade virtual na robótica**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Programa de Pós-

Graduação em Educação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SANTOS, Marcelo Fernandes. **A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ensino de Ciências e Matemática) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTAELLA, L.: O homem e as máquinas. In: DOMINGUES, D. (Ed.). **A arte no século XXI: A humanização das tecnologias**. São Paulo: UNESP, 1997, pp. 37-59.

SESI. **Torneio FLL**. Disponível em:

<<http://www.portaldaindustria.com.br/sesi/iniciativas/programas/torneio-de-robotica-fll/2013/09/1,25778/torneio-fll.html>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Elétrica) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em:
<http://bdtd.bczm.ufrn.br/tesesimplificado/tde_arquivos/19/TDE-2009-06-09T062813Z-2013/Publico/AlziraFS.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.

SILVA, Sergio Ricardo Xavier da. **Protótipo de um robô móvel interdisciplinar de baixo custo para uso educacional em cursos superiores de Engenharia e Computação**. 2011 220 f. Dissertação (Mestrado em Mecatrônica) – Programa de Pós-graduação em Mecatrônica, Universidade Federal da Bahia, 2011.

SOUZA, Joseilda Sampaio de; BONILLA, Maria Helena Silveira. A cultura digital na formação de professores. **Tempos e Espaços em Educação**, Sergipe, v. 7, n. 14, p.23-35, set. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufs.br/index.php/revtee/article/view/3447/3011>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

SOUZA JÚNIOR, Arlindo José de. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID: detalhamento do subprojeto matemática. 2011. Disponível em:
<<http://www.pibid.prograd.ufu.br/sites/default/files/SUBPROJETO%20MATEM%C3%81TICA%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2012.

SOUZA JÚNIOR, Arlindo José de et al. **Objetos de Aprendizagem: Aspectos Conceituais, Empíricos e Metodológicos**. Uberlândia: Edufu, 2010. 171 p.

SOUZA JUNIOR., Arlindo José de. Trabalho Coletivo na Universidade: Trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral. 2000. 323f. Tese (Doutorado em Matemática) – Faculdade de Matemática, - Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

SOUZA, Marcelo Batista de. **Arcabouço de um ambiente telerrobótico baseado em sistemas multiagente**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Amazonas.2011.

SOUTO, Daise Lago Pereira. **Mídias: artefatos e/ou objeto?** In: XVI Conferência “GPIMEM 20 anos: Tecnologias Digitais em Educação Matemática”, 16., 2013, Uberlândia. XVI Conferência “GPIMEM 20 anos: Tecnologias Digitais em Educação Matemática”. Rio Claro: Unesp, 2013. p. 1-10. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/gpimem20anos/artigos-discutidos>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XIV ENEQ), 14, 2008, Curitiba. **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. Curitiba: Ufpr, 2008. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0309-1.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. **Lúdico em educação é alternativa viável e eficiente**. 2013. Entrevista ao Jornal Edição 89 – Química Descomplicada. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/conteudoJornal.html?idConteudo=2844>>. Acesso em: 11 out. 2015.

STEFFEN, Heloisa Helena. **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SCHNAID, Fernando; BARBOSA, Fernando. F.; TIMM, Maria. I.. O Perfil do Engenheiro ao longo da História. In: **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Porto Alegre. XXIX COBENGE, 2001.

TERRADRÓIDE. **Terradróide 2009 – Dinamarca**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=zYlpM3QWtU4>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

TABAK, T. **Diálogos possíveis entre Design e Educação: contribuições para a formação de professores reflexivos. Pesquisas em Discurso Pedagógico** (Online), v. 2010, p. 1-9.

VALENTE, J.A. O uso inteligente do computador na Educação. **Pátio Revista pedagógica**. Editora: Artes Médicas Sul, ano 1, n. 1, p.19-21, 1997.

VIGNERON, Jacques; OLIVEIRA, Vera Barros (org). **Sala de aula e tecnologias**. São Bernardo do Campo: UESP, 2005.

VILLATE, J. E. **Física 1: Dinâmica**. Porto, Pt: Universidade do Porto, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/xGkMcG>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

VYGOTSKY, Lev Semyonovitch. **Formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Programa

de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

WILEY, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A. (Ed.). The instructional use of learning objects (pp. 1-35). Retrieved February 14, 2002, from <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

WIKIPÉDIA. **Facebook**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Facebook>>. Acesso em: 14 ago. 2014.

WHATSAPP. **Como funciona?** 2016. Disponível em: <www.whatsapp.com.br>. Acesso em: 25 de fev. 2016.

ANEXOS

ANEXO A – Autorização da CEP-UFU

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

Pesquisador: Arlindo José de Souza Junior

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 06399312.1.0000.5152

Instituição Proponente: Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 168.307

Data da Relatoria: 07/12/2012

Apresentação do Projeto:

Pesquisa de natureza aplicada com abordagem qualitativa de caráter etnográfico. O procedimento técnico a ser empregado é o estudo de caso. Os sujeitos da pesquisa são alunos do ensino médio que fazem parte das atividades relacionadas ao projeto de robótica educacional no cotidiano da escola.

PROBLEMATIZAÇÃO: Compreender o processo de educação científica e tecnológica dos alunos do ensino médio via o desenvolvimento de projetos de robótica educacional.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

A pesquisa objetiva compreender como se constitui a cultura de um ambiente de aprendizagem de trabalho com robótica educacional no ensino médio e como os alunos desenvolvem o conhecimento e saberes de ciências e matemática neste ambiente.

Objetivo Secundário:

Propiciar aos professores da Educação Básica a possibilidade de refletir sistematicamente sobre o processo de produção de saberes discentes e docentes, relacionados à utilização da Robótica no processo de ensinar e aprender Matemática, fortalecendo a troca de saberes e o processo de formação continuada de pesquisadores, graduandos, mestrandos e professores da rede pública em relação ao ensino com as Tecnologias da Informação e Comunicação.

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica

Bairro: Santa Mônica

CEP: 38.408-144

UF: MG

Município: UBERLÂNDIA

Telefone: (34)3239-4131

Fax: (34)3239-4335

E-mail: cep@propp.ufu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG**



Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são mínimos e foram devidamente contidos e os benefícios são muitos para os sujeitos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos estão de acordo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pendência apontada no parecer 128.728, de 28/09/12, foi atendida.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Parcial: fevereiro de 2014.

Data para entrega de Relatório Final: fevereiro de 2015.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.
- c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

¿ O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

¿ O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
UF: MG Município: UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.

¿ O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária ¿ ANVISA ¿ junto com seu posicionamento.

¿ Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e). O prazo para entrega de relatório é de 120 dias após o término da execução prevista no cronograma do projeto, conforme norma.

UBERLÂNDIA, 11 de Dezembro de 2012

Assinador por:

Sandra Terezinha de Farias Furtado
(Coordenador)

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
UF: MG Município: UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br

ANEXO B – Autorização da instituição

DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO CO-PARTICIPANTE

Declaro estar ciente que o Projeto de Pesquisa “**ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS**” será avaliado por um Comitê de Ética em Pesquisa e concordar com o parecer ético emitido por este CEP, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta Instituição está ciente da pesquisa e se dispõe a disponibilizar os espaços físicos para execução das atividades. É de inteira responsabilidade dos pesquisadores resguardar a integridade das pessoas envolvidas e dos materiais disponibilizados nos horários que executarem o projeto.

Autorizo os(as) pesquisadores(as) Arlindo José de Souza Junior e Fernando da Costa Barbosa realizarem a(s) etapa(s) a construção dos dados de pesquisa com as atividades de robótica educacional e seus subprojetos, que envolve desenvolvimento de atividades de construção de robôs com kit de robótica da LEGO Mindstorms, programação e desenvolvimento de projetos envolvendo aplicação de robôs, utilizando-se da infraestrutura desta Instituição.



Diretora Escolar

Assinatura do Diretor
Educação - Mesa 200.0104
Assinatura do Diretor de Projeto
Assinatura do Diretor de Projeto

ANEXO C – Orçamento kit de robótica da Lego Educacional



Seu Parceiro em Educação Tecnológica

R. Marechal Deodoro, 458, São Caetano do Sul - SP - 09541-300

Fone (11) 4221-4355 - Fax: (11) 4226-4798

E-mail: vendas@edacom.com.br

CNPJ: 01.054.258/0001-33

Proposta Comercial 100111

A UFU

A/C Prof. Fernando da Costa Barbosa

LEGO® MINDSTORMS 9797® NXT

O NXT é um bloco programável inteligente LEGO®, microcontrolado, que nos permite dar vida a aplicações robóticas e dispositivos em geral, possibilitando-nos a realização de diferentes operações e montagens. Com sua combinação do sistema de construção LEGO®, um software amigável, o LEGO® MINDSTORMS® NXT é a ferramenta certa para os estudantes e usuários em geral, colocarem seus conhecimentos em prática de forma desafiadora, levando-os a novas descobertas e idéias.

O Kit Mindstorms NXT é composto por 431 peças, sendo:

- ✓ Bloco Lógico Programável – NXT
- ✓ Sensores: Luz, Som, Toque e Ultra-sônico;
- ✓ 3 Servo motores com encoder acoplados;
- ✓ Conexões RJ12 com polarização à direita;
- ✓ Peças Técnicas LEGO:
 - ✦ Blocos, Pranchas, Vigas, Eixos, Rodas, Pneus, Buchas;
 - ✦ Engrenagens, Polias, Rosca Sem-Fim, Coroas, Pinhões;
 - ✦ Lâmpadas, correias, conexões;
 - ✦ Outras técnicas e auxiliares.
- ✓ Bateria recarregável de Lítio 1400mA;
- ✓ Recarregador de bateria;
- ✓ Case de alta resistência para armazenagem das peças.

Software

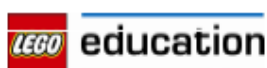
O Software para o LEGO® MINDSTORMS® NXT, é intuitivo, permite a programação, do projeto robótico criado, no NXT, podendo a carga deste programa ser realizada pela conexão física via USB ou pela comunicação sem fio via interface Bluetooth. Permite a aquisição de dados.

Tal Software, tanto para o Mac como para o PC, é intuitivo (icônico) e do tipo "clique e arraste", desenvolvido sobre a plataforma LabVIEW™ da National Instruments™.

Possui como ajuda, instruções para construção e guia de programação tornando estas tarefas fáceis com o MINDSTORMS® NXT.

Modos de Programação

- * Por Software – Software NXT;
- * Pelos Botões no Bloco Programável do NXT;
- ✓ Software de Programação NXT 2.0 em Português.



VALOR DO INVESTIMENTO

Item	Qtde.	Cod.	Produto	Valor Unit.
01	01	9797	LEGO MINDSTORMS NXT	R\$ 2.490,00
02	01	2000080	SOFTWARE NXT 2.0 SINGLE LICENSE	R\$ 220,00
03	01	2000081	SOFTWARE NXT 2.0 SITE LICENSE	R\$ 980,00

CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Pagamento: | A vista via depósito ou via boleto para 15 dias; |
| 2. Validade da Proposta: | 30 dias; |
| 3. Entrega: | 15 dias ou dependendo da disponibilidade; |
| 4. Garantia dos Equipamentos: | 1 ano. |
| 5. Frete: | A combinar |

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A EDACOM Tecnologia distribui com exclusividade a LEGO® Educacional no Brasil e dispomos de toda a documentação necessária para respaldar o processo de inexigibilidade de licitação baseado na Lei Federal 8.666/93 e suas posteriores alterações. A documentação de inexigibilidade inclui:

- o Carta de Exclusividade do fabricante.
- o Carta Emitida por entidade de classe confirmando a exclusividade.
- o Carta de não similaridade de produto nacional emitida pelo próprio DECEX, Departamento de Comércio Exterior.
- o Processos de Procuradorias de outros municípios e estados que já adquiriram nosso projeto.
- o Carta de Exclusividade do fabricante, atestando ser a EDACOM a única empresa técnica especializada com aptidão para prestar os serviços de implantação, capacitação e assessoramento da utilização dos produtos da LEGO® Educacional.

CONHEÇA TAMBÉM OUTROS ITENS CORRELATOS AO LEGO® MINDSTORMS® NXT !

9648 – LEGO RESOURCE SET NXT (Almoxarifado de peças)

R\$ 790,00

Conjunto de Almoxarifado de Peças para o NXT com 672 peças contendo:

- ⇒ Pranchas, Vigas, Eixos, conjunto com três modelos diferentes de Rodas e Pneus, Buchas;
- ⇒ Engrenagens, Polias, Rosca Sem-Fim, Coroas, Pinhões, Cremalheira;
- ⇒ Pivôs, Caixa de Redução, Diferencial, Gancho, Excêntrico;
- ⇒ Junta Universal, Correias, Esteiras, Conexões;
- ⇒ Outras técnicas e auxiliares.

TO 9797-01 – Treinamento LEGO® NXT - Básico

Treinamento básico, de 8 horas, na Metodologia de construção e programação do LEGO® NXT.

10 Professores	R\$ 1600,00
Peças avulsas	
⇒ 9843 - Sensor de Toque - R\$ 125,90	⇒ 9798 - Bateria recarregável Li-Po 1400mH- R\$ 395,00
⇒ 9844 - Sensor de Luz - R\$ 125,90	⇒ MS 1034 - Sensor Bussola – R\$ 374,40
⇒ 9845 - Sensor de Som - R\$ 188,90	⇒ MS 1040 - Sensor Acelerômetro – R\$ 374,40
⇒ 9846 - Sensor Ultra-sônico - R\$ 223,90	⇒ MS 1038 - Sensor de Cor – R\$ 374,40
⇒ 9842 - Servo Motor - R\$ 132,90	⇒ MS 1044 - Sensor Giroscópio – R\$ 374,40
⇒ 8529 - Cabos conectores (qtd. 07) - R\$ 69,90	⇒ 9847 - Bluetooth – R\$ 239,90

Agradecemos a oportunidade de apresentar nossa proposta e nos colocamos a disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Jean Freire

Área Técnica e Projetos Especiais

ANEXO D – Diálogo no Facebook sobre montagem da Roda-Gigante usando LDD e
Geogebra

- 5/5/2012 22:54 **SUJEITO 1** e ae
 - 5/5/2012 22:55 **Fernando Barbosa** fala **SUJEITO 1**
o que vc manda
 - 5/5/2012 22:56 **SUJEITO 1** nda, kk so mando que n estou conseguindo contruir a roda em
ldd
no caso o senhor queria a roda maior?
 - 5/5/2012 22:57 **Fernando Barbosa** exato,
com mais lugares, daria para ser na mesma que vcs fizeram?
teria espaço suficiente?
 - 5/5/2012 23:00 **SUJEITO 1** no caso teria
só precisaria reprogramá-la
 - 5/5/2012 23:01 **Fernando Barbosa** falo em termos físicos, de 6 cadeira para 12, pense a roda
gigante circular
o raio da roda de 12 seria o mesmo da de 6 lugares?
 - 5/5/2012 23:03 **SUJEITO 1** o raio seria maior
ahh sim entendi
 - 5/5/2012 23:03 **Fernando Barbosa** pq?
 - 5/5/2012 23:04 **SUJEITO 1** pq o raio depende do tamanho da circunferência, ou seja cada
vez maior a circunferência maior devera ser o raio
entendi vlwww professor
por isso que n tava dando certo
 - 5/5/2012 23:05 **Fernando Barbosa** pense nas distancias entre as cadeiras.
faz no papel o desenho da roda com 6 lugares e tenta colocar 12
sugestão, em cada cadeira, faça um circulo, é a área espacial que a cadeira ocupa
vai bolando ai, no papel vc vai elaborando
se quiser digital tenta o software geogebra, é de matemática, mas da para simular
fazer o desenho geométrico da roda gigante
vou indo **SUJEITO 1**, boa noite
 - 5/5/2012 23:07 **SUJEITO 1** obrigado professor, flw boa noite
 - 5/5/2012 23:07 **Fernando Barbosa** flw
-
- 6 de maio de 2012
- 6/5/2012 23:23 **Fernando Barbosa** **SUJEITO 1**
 - 6/5/2012 23:23 **SUJEITO 1** opa
to fazendo o dowload
 - 6/5/2012 23:23 **Fernando Barbosa** blz
 - 6/5/2012 23:26 **SUJEITO 1** fernando esse ldd é difícil viu
o geograba é que estilo?
 - 6/5/2012 23:27 **Fernando Barbosa** software de geometria
 - 6/5/2012 23:28 **SUJEITO 1** blz, ja to mexendo nele
irei testar ele vlww professor
 - 6/5/2012 23:28 **Fernando Barbosa** flw, conversamos depois sobre
 - 6/5/2012 23:28 **SUJEITO 1** flw
 - 6/5/2012 23:28 **Fernando Barbosa** fui ate

ANEXO E – Tutoriais de programação



Com o sensor de toque podemos ativar funções através do toque de um botão. Existem 3 formas de toque disponíveis:

1ª Forma: Pressionar
 Funciona da seguinte forma: enquanto o sensor estiver pressionado a função dada à ele será ativada.

2ª Forma: Soltar
 Geralmente usada em conjunto com a função pressionar, Funciona da seguinte forma: Soltando o botão - que estava sendo pressionado - se cumpre a função predeterminada.

3ª Forma: Pulsar
 Funciona da seguinte forma: é parecido com um botão de controle de TV: você somente "bate" no botão.

Copyright by ROBOTSTORMS
 Grupo de robótica na EE Messias Pedreiro - Uberlândia
 Componentes:
 Frederico Maradei
 Gustavo Martins
 Luis Ricardo
 Ygor Seiji
 Jadson Duarte

Copyright by ROBOTSTORMS
 Grupo de robótica na EE Messias Pedreiro - Uberlândia
 Componentes:
 Frederico Maradei
 Gustavo Martins
 Luis Ricardo
 Ygor Seiji
 Jadson Duarte

O sensor de som nada mais é que um microfone muito bem desenvolvido. Ele foi desenvolvido para captar os sons do ambiente para prosseguir com determinada ação. Do mesmo modo que o sensor de luz e de distância, sua sensibilidade pode ser definida. Então, dependendo da intensidade do som o dito sensor cumprirá sua função.

Copyright by ROBOTSTORMS
 Grupo de robótica na EE Messias Pedreiro - Uberlândia
 Componentes:
 Frederico Maradei
 Gustavo Martins
 Luís Ricardo
 Ygor Seiji
 Jadson Duarte

Vamos falar do sensor de luz.
 Ele emite e capta luz; Assim ele calcula a intensidade da luz recebida e cumpre uma função predefinida de acordo com a intensidade dessa luz.



O sensor pode ser calibrado para ser mais sensível ou não.
 Assim, pode cumprir uma função desde que a mesma seja iniciada por inúmeros fatores pré programados.

O sensor de distância é uma ferramenta muito bem elaborada que calcula a distância de um objeto qualquer em sua área de trabalho e cumpre determinada função de acordo com o valor encontrado.



Como todos os outros sensores, pode ser calibrado.
 O que importa ao sensor é o que está pré programado e qual a distância da "barreira" à sua frente.

Este sensor é muito útil em alguns casos pois evita que o robô bata e fique danificado.

Copyright by ROBOTSTORMS
 Grupo de robótica na EE Messias Pedreiro - Uberlândia
 Componentes:
 Frederico Maradei
 Gustavo Martins
 Luís Ricardo
 Ygor Seiji
 Jadson Duarte

Função mais usada na programação. Aqui você pode: fazer seu robô virar, andar para frente, para trás ou parar, você pode calcular o tempo ou a duração que ele funcionará.

Temos a função de parar, ou seja o motor para totalmente, normalmente essa função é usada para finalizar a programação, ela pode também ser selecionada na barra de direção.

Podemos programar a direção na barra de direção, lembrando sempre dependerá na posição do motor para o robô andar para frente ou para trás.

Podemos calcular a duração do motor na barra de duração, no caso essa programação está em segundos no qual podemos ver esse relógio no canto direito.

Quando vemos o círculo completo, ele está programado em rotações, ou seja quantas rotações o motor irá prosseguir a fazer.

Quando vemos o círculo pontilhado significa que a duração está programada em graus.

Quando vemos o símbolo de infinito o motor funcionará infinitamente. Lembre-se o modo ilimitado não pode ser o final da programação.

Função mais usada na programação. Aqui você pode: Fazer seu robô virar, andar para frente, para trás ou parar, você pode calcular o tempo ou a duração que ele funcionará.

O sensor de distância é uma ótima ferramenta para evitar que seu robô bata em algum lugar. Ele funciona da seguinte forma: você o programa para executar uma ação e, quando ele encontrar algum objeto a uma certa distância (que você pode definir) um sensor muito útil.

Temos aqui o sensor de toque onde podemos ativar funções através do toque, possuímos 3 tipos de funcionamento. 1º Você pode pressionar e segurar o botão para que ocorra o comando. 2º Soltar o botão para que ocorra o comando. 3º Pulsar, ou seja você aperta e solta o botão para executar o comando.

O sensor de som tem uma função bem diferente. Ele é ativado através do som, ou seja você pode ativá-lo ou desativá-lo com o som, podendo programá-lo para ativar com um som maior ou menor.

O sensor de luz funciona da seguinte forma: você pode ativá-lo com a quantidade de luz predefinida, ou seja, você pode programá-lo para ativá-lo com uma certa quantidade de luz.

Copyright by ROBOTSTORMS
Grupo de robótica na EE Messias Pedreiro - Uberlândia
Componentes:
Frederico Maradei
Gustavo Martins
Luís Ricardo
Ygor Seiji
Jadson Duarte

ANEXO F – *Banners* Leonardo da Vinci



PIBID MATEMÁTICA






Carro blindado de Leonardo da Vinci (1454 -1519)



O carro blindado de Leonardo da Vinci foi um dos precursores do tanque de guerra moderno. Este invento faz alusão a carapaça de uma tartaruga; e como em grande parte de suas criações, o artista inspira-se na natureza. O blindado funciona pelo acionamento de dois eixos centrais e um sistema de engrenagens que permitem sua locomoção em todas as direções. Possui também uma série de canhões distribuídos em sua circunferência.

Como Leonardo pode ter errado?




No projeto original dessa obra, Leonardo da Vinci comete um erro no funcionamento das rodas. Como ilustrado na primeira imagem, as engrenagens estão em lados opostos das rodas exercendo um movimento em sentidos contrários. Acredita-se que os erros nas obras eram intencionais pela falta de mecanismos que garantissem a autoria das obras.

Blindagem inclinada

Analisemos o ângulo de abertura da geratriz do cone formado pela cobertura do tanque. Por meio dos efeitos da inclinação de objetos como: deflexão, deformação e ricochete é possível garantir uma maior proteção do veículo. Este fato é observado nas figuras abaixo.







Fonte: AdvancedNXT The Da Vinci Invention Book. Matthias PaulScholz





Pibid
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE
BOLSA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA

A Máquina Voadora de da Vinci









A sustentação da aeronave é dada pela seguinte expressão matemática:

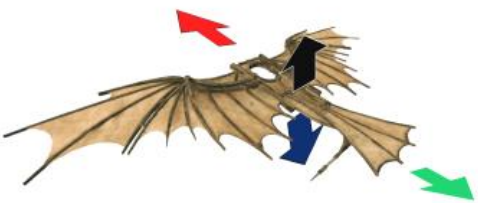
$$L = cl \times \frac{d}{2} \times a \times v^2$$

L – sustentação
d – densidade do ar
v – velocidade
cl – coeficiente de sustentação
a – área da asa

O coeficiente de sustentação é um número determinado experimentalmente, que depende do ângulo de ataque e do formato da asa. Ele é maior quanto maiores forem o ângulo de ataque, a espessura e a curvatura da asa. Por fim, a fórmula nos leva a seguinte conclusão: A sustentação depende e é proporcional ao coeficiente de sustentação, à densidade do ar, à área da asa e ao quadrado da velocidade.







L – Sustentação
T – Tração
P – Peso
D – Arrasto

Para a decolagem e o voo horizontal da aeronave, é necessário lembrar do cálculo da componente vertical da sustentação, dada por:

$$L_y = cl \times \frac{d}{2} \times a \times v^2 \times \cos \theta$$

onde $\theta = 0^\circ$ para o voo horizontal. O peso que é dado pela equação:

$$P = m \times g$$

onde m é a massa do avião e g é a gravidade, que assumiremos como sendo de 10 m/s^2 . Assim, precisamos determinar a velocidade necessária para que o avião possa decolar. Para isso precisamos encontrar a função que modela a igualdade $L_y = P$ no eixo de coordenadas cartesianas v e m , e calcular a velocidade que possibilita esse voo para um dado m . Assim,

$$cl \times \frac{d}{2} \times a \times v^2 \times \cos \theta = m \times g$$

$$v^2 = \frac{2 \times m \times g}{cl \times d \times a \times \cos \theta} \quad e \quad v \geq 0$$

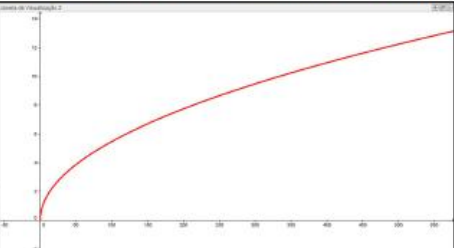
$$v = \sqrt{\frac{2 \times m \times g}{cl \times d \times a \times \cos \theta}}$$

perceba que o gráfico dessa função é a parte positiva de uma parábola com o foco no eixo horizontal.

Fonte da Figura:

Diagrama de uma aeronave:

- $\theta = 0^\circ$ (voo horizontal)
- $\theta = 90^\circ$ (voo vertical)
- $\theta = 45^\circ$ (voo diagonal)
- $\theta = 135^\circ$ (voo diagonal invertido)
- $\theta = 180^\circ$ (voo horizontal invertido)
- $\theta = 225^\circ$ (voo diagonal invertido)
- $\theta = 270^\circ$ (voo vertical invertido)
- $\theta = 315^\circ$ (voo diagonal invertido)
- $\theta = 360^\circ$ (voo horizontal)



FONTE: SCHOLZ, Matthias Paul. *Advanced NXT: The Da Vinci Inventions Book*. United States Of America: Apress, 2007. 369 p.

Em: http://assassinscreed.wikia.com/wiki/Flying_Machine Acesso em :16 outubro 2012.

Em: <http://mrinalkantipal.blogspot.com.br/2012/04/leonardo-da-vincis-drea-flying-machine.html> Acesso em :16 outubro 2012.

Em: <http://www.esolamobile.com.br/web/emedio/iniciacaoocientifica/swf/iniciacao01/vitor.swf> Acesso em :16 outubro 2012.

Em: http://www.grahamowengallery.com/photography/song_birds.html Acesso em :16 outubro 2012.

Em: http://www.imotion.com.br/imagens/details.php?image_id=6844 Acesso em :16 outubro 2012.

Em: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1571851/Leonardo-Da-Vinci-may-have-been-an-Arab.html> Acesso em :16 outubro 2012.

A Ponte Giratória de Da Vinci

Histórico

Com um interesse em temas hidrodinâmicos e de uma ocupação como engenheiro militar, é uma pequena maravilha que Leonardo assumiu a tarefa de elaborar conceitos para pontes por razões militares e econômicas. Leonardo desenhou a ponte giratória em Milão na década de 1580, e é hoje o desenho contido no *Atlanticus Codex* (Figura 1).



Figura 1 - Desenho de Leonardo da Vinci da ponte giratória

Ponte Giratória da LEGO

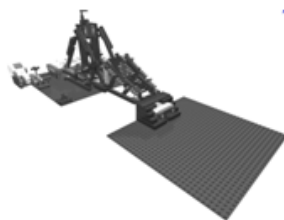
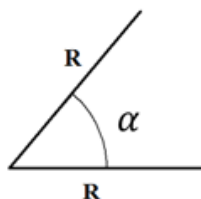


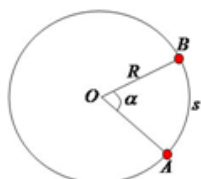
Figura 2 - Ponte giratória construída com o material da LEGO

Explorando Ângulo

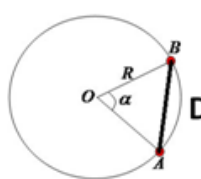
A ponte giratória se movimenta formando um ângulo que chamaremos de α , com certo raio R , representando o seu tamanho.



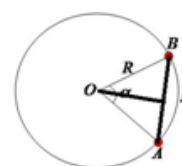
Esse movimento feito pela ponte é sobre um olhar visto por cima que também poderá ser olhada sobre outra forma, ou seja, dentro de uma circunferência com raio R com centro O , formando a semi-reta OB e AO .



Agora supondo a extremidade O e B duas ilhas ligadas pela semi-reta OB , que no caso representa a ponte em seu estado inicial. Um soldado G que conhece um pouco de matemática quer a extremidade B da ponte a D km de segurança de distância da ilha que protege, ou seja, da ilha O .



Veja que o segmento AB representa a distância de segurança pedida pelo soldado G , a partir disso ele descobrirá o ângulo α se pedir a outro soldado K para segurar uma corda perpendicular a ponte, dividindo o ângulo ao meio.



O soldado G agora já pode dizer aos seus superiores que para uma distância segura de tropas inimigas, é necessário descobrir o ângulo $\frac{\alpha}{2}$.

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D}{2} \times \frac{1}{R}$$

Observe na circunferência que formou-se dois triângulos retângulos de hipotenusa R . Para descobrir o ângulo que almejamos saber o α , basta fazer o seguinte:

$$\frac{\alpha}{2} = \arcsin\left(\frac{D}{2} \times \frac{1}{R}\right)$$

Temos que:

$$\alpha = 2 \arcsin\left(\frac{D}{2} \times \frac{1}{R}\right)$$

Logo, não precisa mais do soldado K voltar a ponte novamente, pois para uma distância de segurança pedida pelo soldado G basta deslocar a Ponte Giratória α graus.

FONTE:

<http://www.brasilescola.com/matematica/comprimento-um-arco.htm>
Advanced NXT - The Da Vinci Inventions Book

e ROBÓTICA



Figura 1: Leonardo da Vinci

1. Biografia

Leonardo passou a maior parte de sua vida em Milão. Mas ele não tinha nascido em Milão, seu local de nascimento em 15 de abril de 1452, foi Anciano, uma vila pequena perto de Toscana Vinci, localizado nos arredores de Florença. Acredita-se popular que sua mãe era uma camponesa a quem seu pai, o rico florentino notário Piero, não era casado. Apesar de não ser incomum nos dias de hoje, filhos ilegítimos, na maioria dos casos não teve vida fácil então. No entanto, Leonardo teve sorte. Seu pai o levou para morar com ele e sua esposa em Vinci quando ele era cinco anos de idade. Em 1460, a família mudou-se para Florença. Aqui Leonardo provavelmente recebeu uma excelente educação.

Aos 14 anos, ele se tornou um Garzone (menino estúdio) na oficina do famoso escultor florentino Andrea Del Verrocchio, uma possível indicação da diligência dos pais em direção a ele. Verrocchio hoje é mais conhecido por seu impressionante estátua equestre de Bartolomeo Colleoni, em Veneza, mas sua oficina em Florença ordena processadas em diversas áreas: pintura, estatuas de bronze, sinos, máquinas de construção para a construção da cúpula de Florença, mecânicas aparelhos de teatro, obras de metalúrgicos, e arsenal. Foi aqui onde Leonardo começou a desenvolver o seu interesse em dispositivos militares, embora ele tenha sido nominalmente empregado como aprendiz de pintura, onde, obviamente, destacou também. (SCHOLZ, 2007)

Leonardo da Vinci viveu entre 1452 e 1519 e foi um dos maiores pintores italianos do Renascimento, além de um dos mais importantes gênios que a humanidade já teve. Foi também inventor, músico, filósofo, anatomista, engenheiro, arquiteto, escultor e um estudioso da matemática, pesquisando áreas de figuras e o desenho em perspectiva. Os esboços que deixou, em blocos de anotações, mostram sua capacidade de inventar máquinas, que só foram construídas muito tempo depois, como helicóptero, capacete para escafandrista, máquinas de cunhar moedas, macaco de automóvel, bomba de poço e roda hidráulica, entre outros.

Leonardo era um homem da ciência!



Figura 2: Mona Lisa



Figura 3: Homem Vitruviano

2. O que é robótica?

Em termos de definição, Oliveira (2007, p.49) propôs "que se trata de características humanas introduzidas em máquinas. Entre essas características destacamos a capacidade de decidir em função de determinadas situações, tais como ativação ou não de sensores, os quais podem ser de impacto, cores, passagem do tempo, deslocamento, etc". Acrescentamos ainda, que a sua constituição física pode ser mecânica, eletrônica ou a integração de ambas.



Figura 4: Cavaleiro (robô)

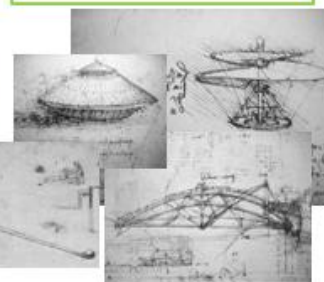
3. Criações de Leonardo

No projeto, o cavaleiro tem pernas com três graus de liberdade e braços com quatro graus de liberdade (ombro, cotovelo, pulso e mãos). Os braços são controlados por um controlador mecânico analógico programável, localizado no peito. Já as pernas são controladas através de cabos conectados a locais chaves nos tornozelos, joelhos e quadris. (SILVA, 2009, p.26)



Além disso, Leonardo desenvolveu outras invenções as quais podemos destacar:

- O carro blindado
- A catapulta
- A ponte giratória
- O parafuso aéreo
- A máquina de voar



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, Rui. A robótica na aprendizagem da matemática: um estudo com alunos do oitavo ano de escolaridade. 2007. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Matemática, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2007.
- SILVA, Alina Ferreira da. Robótica: Uma Metodologia de Aprendizagem com Robótica Educacional. 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- SCHOLZ, Matthias. Paul. Advanced MKII: The Da Vinci Inventions Book. United States Of America: Apress, 2007. 359 p.



Figura 1: A escola municipal

1. O projeto

Para Sabba (2009, p.79), deve-se "pensar a educação como um modo de apreender o mundo, seus objetos e suas relações, deveria ser uma experiência mobilizadora que envolvesse o prazer da descoberta do novo, como se deu com Leonardo Da Vinci".

No desenvolvimento do projeto PIBID estamos produzindo atividades investigativas que possibilitam a compreensão dos protótipos elaborados por Leonardo Da Vinci via o trabalho educativo com Modelagem Matemática e Robótica Educacional.



Figura 2: A escola estadual



Figura 3: O kit LEGO Mindstorms



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SABBA, Claude George. A BUSCA PELA ATIVIDADE NO LÚDICO EM ALEM DOS LIMITES ESCOLARES. 2009. 221 f. Tese (Doutorado) - Universidade De São Paulo, São Paulo, 2009.

ANEXO G – *Banner visita ao abrigo*

ANEXO H – Banner projeto de pesquisa


MINDSTORMS



Recreação na Terceira Idade

“Antigamente, nas sociedades tradicionais, os idosos eram considerados, por serem sinônimos de lembranças e sabedoria. Atualmente o descaso e o desprezo os excluem da sociedade, que os julgam improdutivos. É comum encontrar idosos abandonados e ignorados dentro da própria família.”

Marlene Guerra



Na nossa pesquisa em busca de soluções para a terceira idade encontramos várias problemáticas que necessitavam de ser solucionadas. Muitos desses problemas estavam relacionados a saúde dos idosos e acidentes que eles sofriam. Mas um assunto que sempre surgia na conversa com idosos era a ociosidade que eles viviam, e também, desamparo dos que moram em asilos.

Encontramos na recreação a solução para esses empecilhos na vida dos idosos desde jogos educativos, músicas, atividades recreativas e, até, a inclusão digital. Sabemos que a relação interpessoal com os idosos é o que eles mais necessitam, já que muitos se sentem solitários. Propomos a criação de um espaço físico que promove a interação e a recreação dos idosos através de atividades lúdicas e matemáticas, que serão desenvolvidas periodicamente por alunos voluntários da escola.



“Depois de uma vida criando o lar, a profissão, os filhos, os filhos dos filhos que são os netos, é tempo então de recrear.”

Marlene Guerra



Referências:

Acesso em: http://i0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd90cGKs0gR8a_vGn2m800uN8f7pwhRguG0s0THS3Cy00

Acesso em: <http://i0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd90c0e0UjCg173oUAB2wb1Ntgc3JehXGQ084f2N8pT0RnV0GJTA>

Acesso em: http://i1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd90cRAn3YalcAavDOP50mcl_00780GQ0a_XuWPeNKTfK3XhE

Acesso em: <http://i3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd90cRLk0naVVFJEAVU000mDcLEzYK08pJmRq35D9DK0W0>

Marlene Guerra. Acesso em: <http://p6.scribd.com/doc/9359004/RECREACAO-NA-TERCEIRA-IDADE>

Patrocinadores:





ANEXO I – Avaliação projeto de pesquisa equipe Robot Storms



Torneio Mineiro de Robótica

Pesquisa

Número da equipe	
Nome da equipe	PUBLICO (Robot Storm)
Número dos jurados	RENER / OTALMIR

Instruções: Para cada área de habilidade, marque de forma precisa a caixa que melhor descreve a realização das equipes. Caso a equipe não demonstre habilidade em uma área específica, marque um 'X' na primeira caixa ND (Não Demonstrado). Forneça quantos comentários for possível para o reconhecimento do trabalho árduo de cada equipe e para ajudar no aprimoramento das equipes. Quando concluir a avaliação, circule o julgamento que você gostaria que fosse considerado a essa equipe.

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Processo de Pesquisa	Identificação do Problema – Definição clara do problema que sendo estudado			
	ND	não está claro; poucos detalhes	parcialmente claro; faltando detalhes	Claro em sua maioria; detalhado X
	Fontes de Informação – Tipos (por exemplo, livros, revistas, sites, relatórios e outros recursos) e número de fontes de qualidade citadas, incluindo profissionais do campo			
	ND	um tipo de informação citada; fontes mínimas	dois tipos de informações citadas, diversas fontes	três tipos de informações citadas; diversas fontes, incluindo profissionais X
				quatro(+) tipos de informações citadas; fontes extensas, profissionais da indústria
	Análise do Problema – Meio pelo qual o problema foi estudado e analisado pela equipe			
	ND	mínimo de estudo; nenhuma análise da equipe	mínimo de estudo; pouca análise da equipe	estudo suficiente; análise da equipe X
	Revisar Soluções Existentes – Até onde as teorias e soluções existentes foram analisadas pela equipe, incluindo um esforço para verificar a originalidade da solução da equipe			
	ND	mínimo de revisão; nenhuma análise da equipe	mínimo de revisão; pouca análise da equipe	revisão suficiente; análise da equipe X
				estudo e análise extensivos pela equipe

Comentários: O PROBLEMA ABORDADO FOI A SOLIDÃO, CAUSA DEPRESSÃO E EXCLUSÃO SOCIAL.

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Solução Inovadora	Solução da Equipe – Explicação clara da solução proposta			
	ND	dificuldade de compreensão	algumas partes são confusas	compreensível
				fácil de entender
	Inovação – Grau pelo qual a solução da equipe torna a vida melhor aprimorando opções existentes, desenvolvendo uma nova aplicação de ideias existentes, ou resolvendo o problema em uma maneira totalmente nova.			
	ND	solução / aplicação existente	solução / aplicação contém alguns elementos originais.	Solução / aplicação original
				solução/aplicação original com potencial para agregar valor significativo
	Implementação – Consideração de fatores para a implementação (custo, facilidade de fabricação, etc.)			
	ND	fatores mínimos considerados	alguns fatores considerados	fatores bem considerados; algumas perguntas feitas sobre a solução proposta
				fatores bem considerados e solução viável proposta

Comentários: PROPOE A UTILIZAÇÃO DE SÓLOS LÓGICOS ANTIGOS DE MADEIRA, PINTURA, DESENHO ARTÍSTICO. E/RECOLORAR O IDOSO EM CONTATO COM OUTRAS PESSOAS



Torneio Mineiro de Robótica

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Apresentação	Elcácia da Apresentação – Entrega da mensagem e organização da apresentação			
	ND	não clara OU desorganizada	Parcialmente clara; organização mínima	clara e organizada na maior parte do tempo X clara E bem organizada
	Criatividade – Imaginação usada para desenvolver e fazer a apresentação			
	ND	pouco incentivadora OU sem criatividade	incentivadora OU criativa	incentivadora E criativa muito incentivadora E excepcionalmente criativa
	Compartilhamento – Grau pelo qual a equipe compartilhou seu Projeto antes do torneio com outros, o que poderia beneficiar os esforços da equipe			
	ND	Compartilhado com um indivíduo	compartilhado com um grupo	compartilhado com um indivíduo ou grupo que possa ser beneficiado X compartilhado com diversos indivíduos ou grupos que possam ser beneficiados

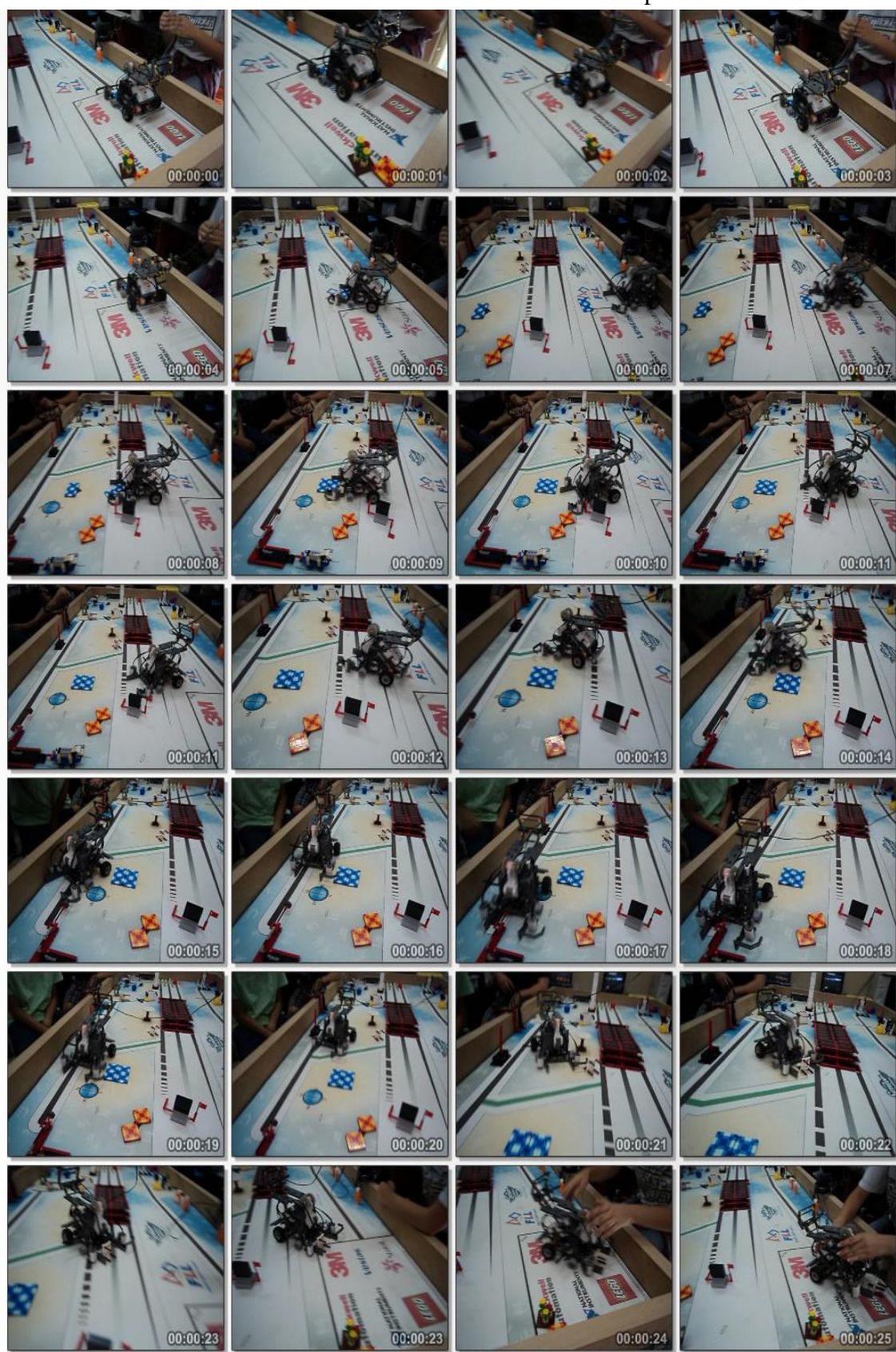
Comentários: BOA APRESENTAÇÃO.

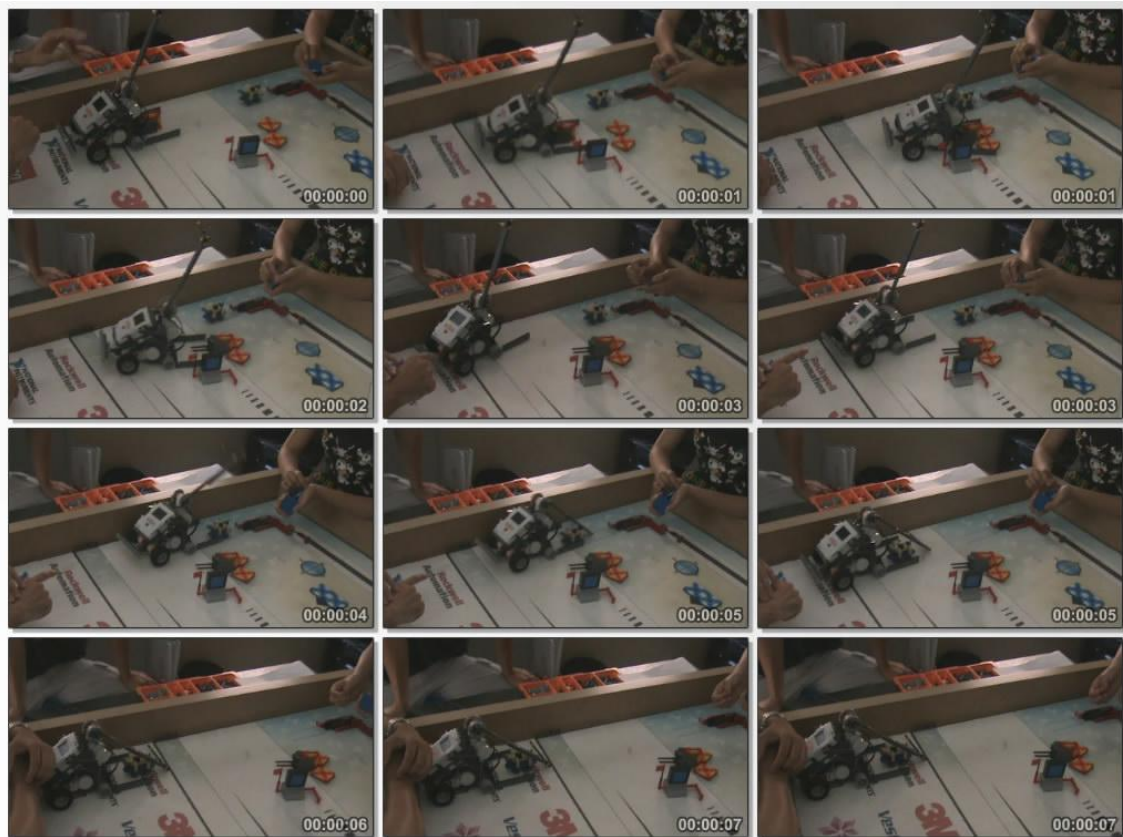
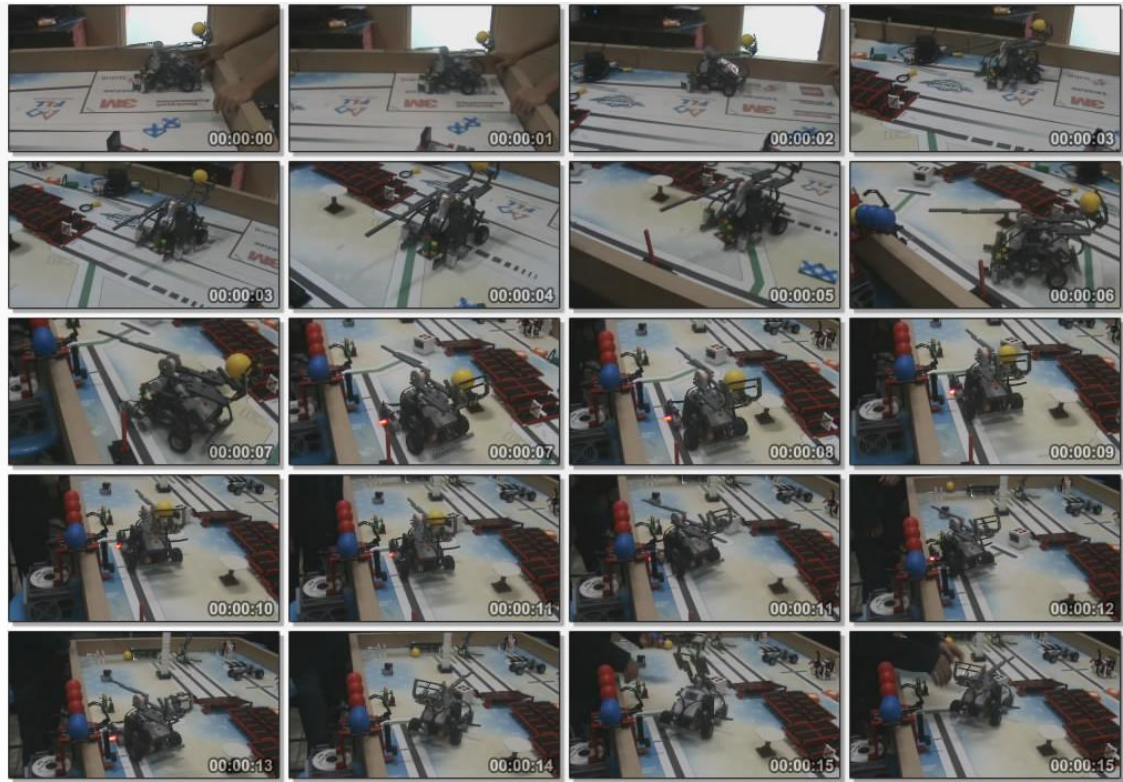
© 2012 The United States Foundation for inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST®) e The LEGO Group. Usado mediante permissão especial. Todos os direitos reservados.

Consideração para Prêmiação:	Processo de Pesquisa	Solução Inovadora	Apresentação
------------------------------	----------------------	-------------------	--------------



ANEXO J – Screenshot das missões do tapete





ANEXO K – Avaliação da equipe Robot Storms em projeto de robô



Torneio Mineiro de Robótica

Projeto do Robô

Número da equipe	
Nome da equipe	Robot Storms
Número dos jurados	2 - Andrei e Daniel

Instruções: Para cada área de habilidade, marque de forma precisa a caixa que melhor descreve a realização das equipes. Caso a equipe não demonstre habilidade em uma área específica, marque um 'X' na primeira caixa ND (Não Demonstrado). Forneça quantos comentários for possível para o reconhecimento do trabalho árduo de cada equipe e para ajudar no aprimoramento das equipes. Quando concluir a avaliação, circule o julgamento que você gostaria que fosse considerado a essa equipe.

Design Mecânico

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar	
	Durabilidade – Evidência de integridade estrutural; habilidade para aguentar a rigorosidade de uma competição				
	ND	bastante frágil; quebra com facilidade	defeitos/falhas frequentes ou significantes	defeitos/falhas são raros	construção sólida; sem reparos
	Elécia Mecânica – Uso mecânico de peças e tempo; fácil reparação e modificação				
	ND	peças ou tempo excessivos para reparo/modificação	peças ou tempo para reparo/modificação ineficientes	uso apropriado de peças e tempo para reparo/modificação	uso otimizado de peças e tempo para reparo/modificação
	Mecanização – Habilidade de mecanismos de robô para se moverem ou agirem com velocidade, resistência e precisão adequadas para as tarefas pretendidas (propulsão e execução)				
	ND	desequilíbrio da velocidade, resistência e precisão da maioria das tarefas	desequilíbrio da velocidade, resistência e precisão em algumas tarefas	equilíbrio apropriado da velocidade, resistência e precisão da maioria das tarefas	equilíbrio apropriado da velocidade, resistência e precisão em todas as tarefas

Comentários: A equipe apresentou um robô muito robusto, mas um pouco lento e um pouco de atraso. O uso de sensores foi legal e a equipe usou os dois sensores de luz.

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar	
Programação	Qualidade de Programação – Os programas são apropriados para os fins a que são destinados e obtiveram resultados consistentes, assumindo nenhuma falha mecânica				
	ND	não obtiveram o resultado E seria inconsistente	não obtiveram o resultado OU seria inconsistente	obteve o resultado repetidamente	deve obter o resultado a todo o momento
	Rendimento de Programação – Os programas são modulares, otimizados e compreensíveis.				
	ND	código excessivo e difícil de entender	código ineficiente e difícil de entender	código apropriado e fácil de entender	código otimizado e fácil para qualquer um atender
	Automação/Navegação – Habilidade do robô para mover ou agir conforme pretendido, usando o feedback sensor e/ou mecânico (com ligação mínima na intervenção do acionador e/ou temporizador do programa)				
ND	intervenção frequente do acionador para apontar E retomar o robô	intervenção frequente do acionador para apontar OU retomar o robô	robô move ou age conforme pretendido repetidamente com intervenção ocasional do acionador	robô move ou age conforme pretendido todas as vezes, sem intervenção do acionador	

Comentários: Os sensores requerem o uso de recursos mais avançados de programação, o que é um pouco legal. Gostamos de saber que comentários são essenciais para a criação de documentos. Podemos iniciar essa prática.



Torneio Mineiro de Robótica

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Estratégia e Inovação	Processo do Design – Habilidade para desenvolver e explicar os ciclos de aprimoramento onde alternativas são consideradas e reduzidas, seleções são testadas e designs são aprimorados (aplica-se também a programação e design mecânico)			
	ND	organização E explicação precisam de melhoria	organização OU explicação precisam de melhoria <input checked="" type="checkbox"/>	sistêmico e bem explicado
	ND	sem objetivos E sem estratégia claros	sem objetivos OU sem estratégia claros <input checked="" type="checkbox"/>	estratégia clara para obter os objetivos bem definidos da equipe
	ND	recurso(s) original(is) sem valor ou potencial agregado	recurso(s) original(is) com algum valor ou potencial agregado <input checked="" type="checkbox"/>	recurso(s) original(is) com potencial para adicionar significativamente

Comentários: A apresentação da equipe se concentrou em alguns membros, o que aparenta falta de organização. Mas compreendemos que a equipe é heterogênea, o que complica um pouco. A estratégia foi bem definida e executada.

Parabéns.

© 2012 The United States Foundation for Inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST®) e The LEGO Group. Usado mediante permissão especial. Todos os direitos reservados.

Consideração para Premiação:	Design Mecânico	Programação	Estratégia e Inovação
------------------------------	-----------------	-------------	-----------------------



ANEXO L – Pontuação da equipe Robot Storms



TABELA DE PONTUAÇÃO - DESAFIO DO ROBÔ
REGIONAL MINAS GERAIS

Equipe	ROUND 1	ROUND 2	ROUND 3
APOIO BOT	265	225	244
ARACNOBOTS	115	220	310
ATOM	110	210	215
AUTOM-ITA	65	65	115
BACK SIX	170	120	260
BARÕES DA ROBOTICA	235	157	240
BRB-12	260	135	155
CAR	213	235	275
CLICK	180	285	165
ELETRONIC HIGH	303	232	150
ERROR 404	132	199	195
Exporobot	155	155	186
Fator RH	154	115	71
FIRST PLACE	90	115	60
FREESTYLE	107	166	179
GNorange	110	65	55
GOPE	80	135	145
HARD 62	70	231	195
HEROBOTS	85	225	90
I9	80	75	270
INCOGNITAS	275	250	130
JOKER'S	195	205	175
KOI	115	140	100
LEGO ADVENTURE	165	180	185
LEGO DIMENSYON	130	125	130
LEGOBOS	260	320	255
NO BREAK	93	91	195
NO BUG	75	248	146
OS TITÃS	265	195	130

PSIU	230	300	150
QUARKS DE MINAS	85	195	130
RETTEC	190	216	165
REVOLUTION 12	85	50	125
ROBOT STORMS	155	145	220
ROBOTICA FOREVER	105	85	90
SKY	130	125	8
SKYNYX	195	150	155
STAR WARS	135	125	175
STRONGER 2012	115	150	321
TECNACIONAL	150	199	245
TEENS CONECTED	239	145	255
THE ANONIMOUS	167	87	202
TILT	240	95	240
TITANIUM	130	130	235
TUC	85	165	185
VISH	150	159	87
WARRIOR 52	115	232	245
XFACTOR	265	368	330
ZEST	155	235	240

ANEXO M – Avaliação da equipe Robot Storms nos core values



Torneio Mineiro de Robótica

Core Values

Número da equipe:	
Nome da equipe:	Robot Storms
Número dos jurados:	Angelica e Mariana

Instruções: Para cada área de habilidade, marque de forma precisa a caixa que melhor descreve a realização das equipes. Caso a equipe não demonstre habilidade em uma área específica, marque um 'X' na primeira caixa ND (Não Demonstrado). Forneça quantos comentários for possível para o reconhecimento do trabalho árduo de cada equipe e para ajudar no aprimoramento das equipes. Quando concluir a avaliação, circule o julgamento que você gostaria que fosse considerado a esta equipe.

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Inspiração	Instrução – Ênfase equilibrada em três aspectos (Robô, Projeto, Valores Principais) da FLL; não é apenas sobre julgamentos recebidos			
	ND ênfase em apenas um aspecto; os outros foram negligenciados	ênfase em dois aspectos; um foi negligenciado	ênfase em todos os três aspectos	ênfase equilibrada em todos os três aspectos
	Espírito de Equipe – Expressão entusiasmada e divertida da identidade da equipe			
	ND mínimo entusiasmo E mínima identidade	mínimo entusiasmo OU mínima identidade	a equipe está entusiasmada e divertida; identidade clara	a equipe estimula outras com seu entusiasmo e diversão; identidade clara
Trabalho em Equipe	Integração – Aplicação de valores FFL e valores fora da FLL (habilidade para descrever exemplos atuais e potenciais da rotina diária)			
	ND a equipe não aplica valores e habilidades fora da FLL	a equipe está apta a descrever um exemplo pelo menos	a equipe está apta a descrever múltiplos exemplos	a equipe está apta a descrever múltiplos exemplos, incluindo histórias individuais
	Comentários: - trabalho com a solidão imprevista na visita ao museu - falaram bem dos 3 aspectos - se tornamos			

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Trabalho em Equipe	Eficácia – Processos de resolução de problemas e tomada de decisões ajudam a equipe a atingir seus objetivos			
	ND objetivos da equipe E processos da equipe não estão claros	objetivos da equipe OU processos da equipe não estão claros	objetivos e processos da equipe estão claros	processos claros permitem que a equipe alcance objetivos bem definidos
	Rendimento – Recursos usados relacionados com o que a equipe realiza (gerenciamento da equipe, distribuição de funções e responsabilidades)			
	ND gerenciamento de tempo limitado E regras não claras	gerenciamento de tempo limitado OU regras não claras	gerenciamento de tempo e definição de funções excelentes permitem que a equipe obtenha a maior parte dos objetivos	gerenciamento de tempo e definição de funções excelentes permitem que a equipe obtenha todos os objetivos
Trabalho em Equipe	As Crianças Fazem o Trabalho – Equilíbrio adequado entre a responsabilidade da equipe e orientação do mentor			
	ND responsabilidade limitada da equipe e orientação excessiva do mentor	responsabilidade limitada da equipe OU orientação excessiva do mentor	Bom equilíbrio entre a responsabilidade da equipe e orientação do mentor	independência da equipe com o mínimo de orientação do mentor
	Comentários: - trabalham bem o grupo - todos falaram			



Torneio Mineiro de Robótica

	Início	Em Desenvolvimento	Finalizado	Exemplar
Gracious Professionalism™	Inclusão – Consideração e apreciação para contribuições (ideias e habilidades) de todos os membros da equipe, com envolvimento equilibrado			
	ND envolvimento desequilibrado da equipe E falta de apreciação por contribuições	envolvimento desequilibrado da equipe OU falta de apreciação por contribuições	envolvimento equilibrado da equipe E apreciação por contribuições da maioria dos membros	envolvimento equilibrado da equipe E apreciação por contribuições de todos os membros
	Respeito – Os membros da equipe agem e falam com integridade, de forma que os outros sintam o valor, especialmente mediante a resolução de problemas ou conflitos			
	ND não é evidente na maioria dos membros da equipe	é evidente com maioria dos membros da equipe	quase sempre evidente com maioria dos membros da equipe	sempre evidente, mesmo nas situações mais difíceis
Gracious Professionalism™	Gracious Professionalism™ – A equipe compete com espírito competitivo amigável e coopera com outros			
	ND não é evidente na maioria dos membros da equipe	é evidente com maioria dos membros da equipe	quase sempre evidente com maioria dos membros da equipe	sempre evidente, mesmo em situações difíceis - e a equipe ajuda ativamente as outras equipes

Comentários:

- focaram na aprendizagem da experiência e na diversão

© 2012 The United States Foundation for Inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST®) e The LEGO Group. Usado mediante permissão especial. Todos os direitos reservados.

Consideração para Prêmiação:	Inspiração	Trabalho em Equipe	Gracious Professionalism™
------------------------------	------------	--------------------	---------------------------



ANEXO N – Camiseta Robot Storms



ANEXO O – Relatório final Projeto Engenharia

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

**Robótica educacional de lego para alunos
do ensino médio.**

|

Bolsistas:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Orientador: Rogério

Período Relatado: 02/2013 a 12/2013

Relatórios Diários

No dia 28/01/13 o grupo Gabriel, Ygor, Natasha, Jéssica, Pedro, Igor Campos deu início ao projeto de BICJUNIOR/CNPq, com bolsa juntamente ao professor orientador Rogério Sales Gonçalves. A princípio, o professor Rogério, nos passou um desafio que nele tinha como tese, pegar um robô com os sensores de espectro, e de cor, e fazê-lo andar sobre um circuito cujo uma estrada principal com círculo e semirretas, utilizando uma programação da mindstorms em forma de C e C++. No entanto o grupo não tinha muita experiência com tal tipo de programação, então o aluno Lucas do grupo EDRON nos auxiliou, passou para o grupo apostilas que ajudou no conhecimento sobre tal programação.

No dia 29/01/13 com a presença de todos, retornamos ao laboratório, para dar continuação ao desafio proposto, e continuamos com o auxílio do Lucas, fizemos vários tipos de programação, começando por dar início ao programa, adicionar biblioteca, declarar variável, declarar sensores, funções, condições, e etc. Com a junção desses, conseguimos programar o robô.

No dia 30/01/13 apesar de estar terminada a programação, ainda faltava alguns ajustes pelo qual foi feito, e testamos o robô que funcionou perfeitamente. Sendo assim, finalizamos o desafio com sucesso.

No dia 05/02/13 montamos uma parte do trajeto com fita isolante, contendo curvas de 90° e com um gap. Fizemos uma alteração no robô substituindo o sensor de espectro por outro de cor e também mudamos a localização dos sensores colocando os próximos aos eixos das rodas, ao final fizemos a calibragem do sensor conseguindo o programá-lo.

No dia 07/02/2013, ao testarmos o robô nos deparamos com um defeito de programação, pois o mesmo não estava realizando a sua tarefa. Então, formatamos o nxt, fizemos algumas modificações na programação e reenviemos à mesma, resolvendo o problema. Após isso, adaptamos a condição mecânica para o robô realizar o restante do seu desafio.

No dia 14/02/13 fizemos modificações melhorando a “roda boba”, alteramos a altura dos sensores, adaptamos uma rampa, que o robô realizou perfeitamente. Pegamos novos sensores (toque e ultrassônico) e outro motor, que será usado para fazer uma garra. Assistimos vídeos, como pesquisa, para aperfeiçoarmos nosso robô.

No dia 19/02/13 fizemos várias modificações mecânicas no robô, alterando a “roda boba” para um ponto fixo, começamos a fazer o protótipo da garra, pesquisamos na internet formas dos robôs poderem captar a vítima e chegamos a conclusão que iremos usar 2 sensores ultrassônico (um na frente e outro do lado do robô), aproximamos mais os sensores de cor para ficar mais preciso, porém

tivemos dificuldades na subida da rampa, fizemos uma alteração no suporte do sensores de cor os deixando flexíveis.

No dia 27/02/13 fizemos algumas alterações na parte mecânica do robô, além de termos concluído a garra. Fomos à EDRON buscar opiniões para o robô subir a rampa. Depois de alguns conselhos, fizemos adaptações na roda, colocando um suporte para diminuir a oscilação das mesmas.

Hoje, dia 28/02/13, o grupo fez testes no robô e modificações, até que pensamos em modificações mais “radicais”, alteramos totalmente o robô, mas mantivemos a garra. Essas modificações permitiram que o robô, subisse a rampa mais facilmente e sem derrapar.

No dia 05/03/2013 fizemos outro robô colocando o NXT na posição da diagonal e também fizemos uma nova base e garra do robô, novos lugares do sensor ultra-sônico, nesse dia o nosso grande foco era alterar a parte mecânica do robô para que ele pudesse subir a rampa.

No dia 07/03/2013 estávamos com um grande problema o robô não conseguia subir a rampa, então o Leonardo da Edron (ele ajuda a gente, comentando e dando feedback no robô), ele disse que o NXT na diagonal não é muito bom, pois fica difícil encaixar as peças em um ângulo na diagonal, então pegamos o robô do teste para entrar na Edron que foi nos cedidos no início do projeto e voltamos a trabalhar nele.

No dia 12/03/2013 esse dia focamos mais na programação, porem mesmo assim continuava o problema da programação para seguir a linha quando o robô chegava ao GAP, então começamos a reprogramar para ver se conseguimos arrumar o robô, porem não conseguimos, esse dia fomos embora mais cedo pois a UFU estava tendo quedas de energia constante, e o robô tinha acabado a bateria. O professor Rogério ressaltou que o robô deveria ter acesso fácil para troca a bateria.

No dia 15/03/2013 usamos a base inicial do robô que recebemos no inicio do projeto fizemos várias modificações no robô facilitando a troca de bateria e também trocando o sensor de espectro por outro sensor de luz e também colocamos um sensor de distancia.

No dia 19/03/2013 começamos a programar o novo robô calibrando o seguidor de linha e pesquisando qual seria a melhor escolha, “roda boba” ou o ponto fixo, também pensamos como iríamos fazer para o robô captar a vítima e desviar dos objetos.

No dia 21/03/2013 continuamos a calibrar e programar os sensores, sempre buscando melhorias para o robô, fizemos vários teste de como desviar da vitima e qual seria a melhor.

No dia 26/03/2013 esse dia conseguimos ter acesso ao regulamento da OBR 2013 então passamos esse dia lendo e descobrimos alguns novos desafios um dos desafios novos foi a encruzilhada e também tivemos algumas problemas, pois o redutor de velocidade era de diâmetro de 1cm e o robô não conseguia passar por ele.

No dia 28/03/2013 continuamos a pensar de como conseguiríamos para passar do redutor de velocidade, tivemos várias idéias, mas o aluno Leonardo do Edron deu uma de colocarmos um meio de triângulos na frente do ponto fixo, assim conseguindo passar o redutor de velocidade. Apareceu outra dificuldade que era os sensores, eles encostavam-se nos redutores de velocidades evitando que robô passasse, então fizemos algumas modificações mecânicas para resolver isso (levantando um pouco os sensores), depois fizemos algumas modificações em sua programação para ficar mais rápido.

No dia 02/04/2013 o robô teve um grande problema em sua programação ficando totalmente louco, pois ele não executava nada que estava programado, ficamos o dia todo para tentar arrumá-lo, porém não obtivemos sucesso.

No dia 04/04/2013 o professor Rogério arrumou a placa de MDF para podemos confeccionar a pista, então fomos ao Edron para buscar a placa, era muito pesada, com ajudas de pessoas que passavam conseguimos levar ela para o laboratório, riscamos e começamos a cortá-la,

No dia 09/04/2013 cortamos a placa de MDF para montarmos o cenário, ao final do dia conseguimos terminar de cortar todos os pedaços necessários para fazer a pista.

No dia 11/04/2013 começamos a pregar as peças do cenário, e terminamos de montá-lo ao final do dia.

No dia 18/04/2013, começamos a programar o robô para realizar as provas do novo cenário.

Dia 23/04/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 25/04/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 30/04/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 02/05/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 07/05/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 09/05/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 14/05/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 16/05/2013, continuação dos testes da programação.

Dia 21/05/2013, devido à inclinação do sensor de espectro, modificamos mais uma vez o protótipo, colocamos o CLP um pouco a frente e aumentamos a altura. Com isso a leitura dos sensores ficou um pouco mais precisa e o robô passa com mais facilidade pelo redutor de velocidade.

Dia 23/05/2013, fizemos novos reajustes na programação para se adequar ao novo robô.

Dia 28/05/2013, ao tentar subir a rampa, o robô inclinou, pois estava sem estabilidade. Mas terminamos de rever a programação do piso inferior deixamos esse reajuste para a próxima reunião devido ao horário.

Dia 04/06/2013, reajustamos o protótipo devido ao fato de ele ter inclinado no dia anterior. O CLP foi colocado um pouco mais a frente, com isso o robô também ficou mais firme.

Dia, 06/06/2013, o robô ainda continuava com o problema da inclinação, então resolvemos o problema. Alinhamos o robô e fizemos outros reajustes na programação.

Dia 11/06/2013, hoje percebemos que o ponto fixo nunca estava perfeito então fizemos vários pontos fixos para fixar na frente do robô, tentamos a tentativa da "roda boba", porém quando o robô chegava no redutor de velocidade (Barra roliça de alumínio, com 1 cm de diâmetro), a roda travava e continuava travando o robô.

Dia 13/06/2013, voltamos com várias ideias para a ponto o fixo, depois de algumas horas fomos ao teste, chegando aos teste colocamos, chegando ao redutor de velocidade descobrimos novos problemas, quando robô subia junto com os sensores a leitura deles mudavam e com isso o robô voltava a perde a linha, tentamos fazer modificações na programação porém nada resolveu.

Dia 18/06/2013, deixamos o redutor de lado e fomos verificar se o robô seguia a linha perfeitamente, no começo ocorreu vários erros, então esse dia resolvemos dedicar apenas nessa parte.

Dia 20/06/2013, voltando no seguidor concluímos a parte de seguir a linha (porém devemos lembrar o robô executa a programação diferente em cada dia). Então começamos a programar a parte de cima usando os três pontos como referência.

Dia 25/06/2013, continuamos a mexer na parte de cima no objetivo de tentar alinhar ele usando os sensores e tentando criar uma modo de programação que ele alinhe do jeito "seguidor de linha". Com muitas dificuldades de reconhecer a faixa prata usando os sensores de cor e de espectro.

Dia 27/06/2013, continuamos tentando arrumar o alinhamento na parte de cima, e voltamos ao problema do redutor de velocidade, e observamos que o robô não passava no redutor e acabava ficando preso, continuamos tentando criar novos pontos fixos porém sem sucesso.

Dia 02/07/2013, voltamos a criar novos pontos fixos, conseguimos achar um que passava no redutor de velocidade porém ficava prendendo na fita isolante.

Dia 04/07/2013 até que fim conseguimos achar um ponto fixo que não ficasse preso na fita isolante, porém quando colocamos ele para seguir a linha tínhamos um pouco de problema na subida da rampa.

No dia 09/07/2013, focamos na parte de desviar do objeto, para ele desviar do objeto a equipe desenvolveu o trajeto de um retângulo para desviar do objeto, porém para ele voltar a linha tivemos o problema da condição "Preto- Preto" que no caso ocorre quando os dois sensores de cor que utilizamos para seguir a linha, porém pensamos no caso de desenvolver uma sub-rotina para o robô voltar a seguir a linha, conseguimos e colocamos o robô para rodar novamente com pequenas falhas técnicas em seguir a linha preta, chegando ao redutor de velocidade voltamos com o problema da diferença da leitura dos sensores, porque quando o sensor eleva a sua leitura vai para preto, ou seja volta a cair na função "Preto-Preto", e não podemos tirar essa função pois é com ela que o robô "conserta" no seguidor de linha.

No dia 11/09/2013, demos uma aliviada nos treinos e apenas calibramos pois na outra semana tínhamos provas bimestrais.

No dia 22/09/2013, com as energias carregadas, tivemos novas ideias para o ponto fixo e com vários teste (com pensas novas que o Igor trouxe para tentarmos criar algum ponto fixo melhor, porém não tivemos muito sucesso), com muita raiva colocamos o robô rodar sem ponto fixo(apenas com os "trenosinhos"), e acabamos encontrando o melhor ponto fixo que conseguia executar com uma taxa de erros muito menor. Então voltamos para o seguidor de linha, pois quando mudamos qualquer inclinação do robô temos de voltar revendo cada ponto da programação para ver se está tudo ok.

No dia 24/03/2013, com o ponto fixo fechado voltamos a programação do desvio do objeto que estava apresentando erros, então resolvemos o traçado circular, diminuindo o tempo gasto, os comandos na programação e a margem de erro, porem tivemos problemas com o "preto-preto" , então criamos uma nova sub rotina. O Seguidor se linha estava ok.

No dia 26/03/2013, voltamos a parte de cima para fecha-la com perfeição então ficamos calibrando em si o robô por inteiro e fomos decidir como ficaria a camiseta para a competição.

No dia 29/07/2013, focamos na parte de programação de cima, e o fechamento de camisetas, fomos atrás de novos patrocinadores e seus logos para poder finalizar essa parte e nos dedicar apenas para o robô, e começamos a pensar já o que vamos levar para a competição para ir preparado, e voltamos a reler o regulamento para tirar algumas dúvidas, e voltamos a calibrar o robô pois estava ocorrendo algumas falhas, principalmente na parte de cima(direta) depois de calibrar, fechamos com sucesso, agora estamos calibrando a parte de do lado esquerdo que também pode ser a entrada (pois a parte de cima pode ter 2 tipos diferentes de arena, então queremos ir preparados para isso), e continuamos a calibrar, pois a programação está praticamente pronta, faltam apenas ajustes para melhorar o robô em seu trajeto.

Depois desse dia tivemos um "intensivo" de robótica pois do dia 30/07/2013 ate o dia 01/08/2013 ficamos no laboratório das 7:00 horas até 11:30, calibrando motores, ajustando e melhorando ao máximo o que poderíamos no robô e dando o nosso máximo.

Chegou até o dia de sentar e fechar tudo, no dia 02/08/2013 ficamos das 7:00 horas ate 11:00 polindo o robô (o robô estava quase pronto só faltava a subida da rampa), saímos para almoçar, na volta do almoço ficamos 12:00 até 21:30 conseguindo que o robô subisse perfeitamente a rampa (sem paredes). Então exaustos fomos para a casa dormir.

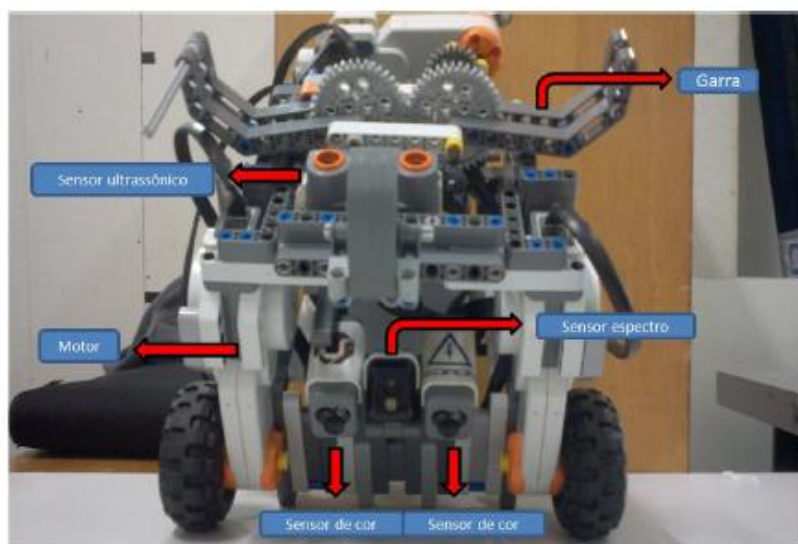
Dia 03/08/2013 chegou o dia de colocar o nosso trabalho em prática, 6:30 da manhã estávamos no Edron testando o robô para ir a competição perfeito, chegando a competição tivemos várias surpresas, pois muitos desafios como a encruzilhada(não teve) a faixa prata que utilizamos era diferente que estava nas pistas, depois de muito suor e trabalho, ficamos tristes do desempenho do robô, pois trabalhos muito nisso e ficamos em 6º lugar e levamos a medalha de melhor equipe estreante(tinha em média 4 equipes estreantes). É claro com esse campeonatos tivemos várias visões de como melhorar o robô e aprendendo muito sobre o que fazer e como construir um robô.

Resumo Final

O resultado em si foi bom, pois foi o primeiro campeonato desse estilo mais "sério" que participamos e aprendemos muito do robô, tivemos 7 meses para aprende a programar em C (Bricxs) , criar uma programação para a competição e montar um robô para ela, e no fim do torneio ficamos em sexto lugar, e ganhamos medalha de melhor equipe estreante . Ficamos muito desgastados, mais isso foi

muito produtivo, pois aprendemos algo que nunca iríamos aprender nessa idade. Queremos agradecer a todos que nos ajudaram em nosso projeto, e a conclusão é que "nenhum robô é perfeito, pois essa tecnologia sempre está se renovando".

Robô final:



Cenário:

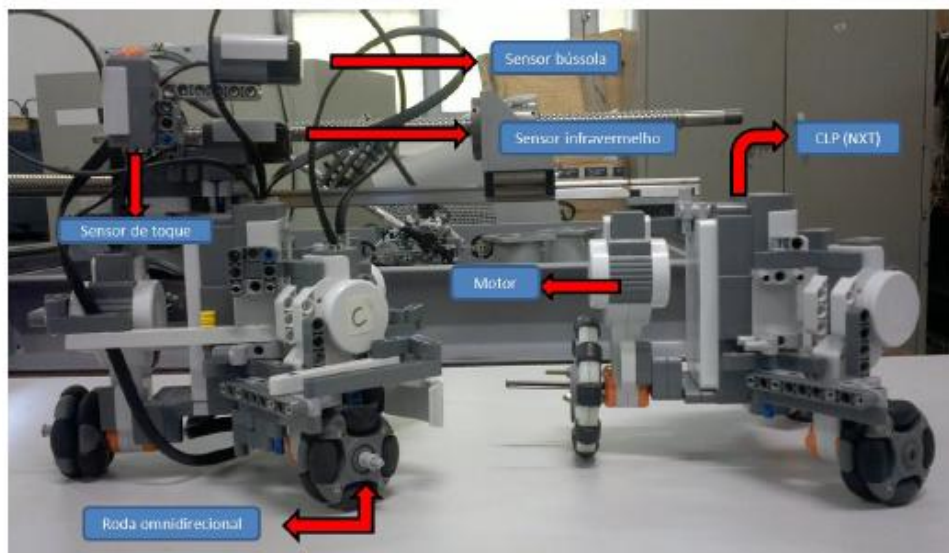


Relatório Futebol Messias Pedreiro

Após a Olimpíada Brasileira de Robótica, começamos as atividades para a competição de futebol, a RoboCup Soccer Junior.

Estudamos as regras, assistimos aos vídeos de competições anteriores, pesquisamos a melhor forma de montar nossos “jogadores”, construímos nossos robôs usando três rodinhas omnidirecionais e aprendemos a utilizá-las, então começamos a dar movimentos aos robôs.

Logo depois, começamos a trabalhar com os kits e sensores que haviam chegado. Aprendemos a utilizar os sensores de infravermelho (*infrared sensor seeker*), responsável por seguir a bola, que emite um sinal infravermelho, a utilizar o sensor bússola (*compass sensor*) para o robô se localizar na arena, e um sensor de toque para ligar a programação:




Compramos os materiais para a construção do cenário, tivemos um pouco de trabalho na montagem. Após a montagem do cenário começamos a programar o robô para seguir a bola.




Fizemos uma apresentação na Escola Estadual Messias Pedreiro, onde cursamos o ensino médio. Apresentamos os cenários de futebol e resgate e falamos um pouco da nossa experiência nos campeonatos e na robótica.

ANEXO P – Banner equipe MM

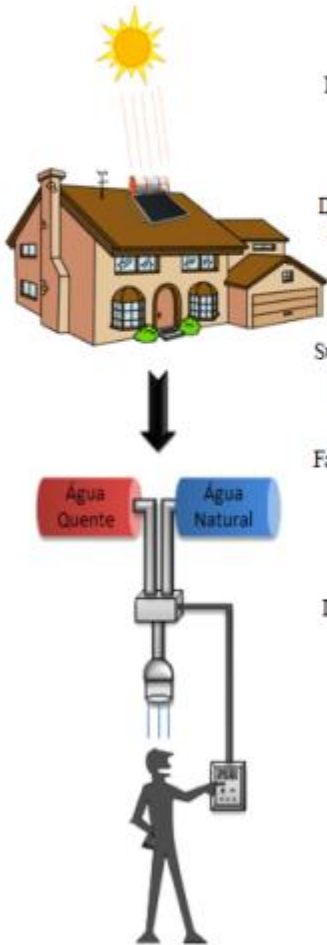


Torneio Mineiro de Robótica



A equipe apresenta:
Mario's Minds

Controlador de Temperatura de Banho: Uma proposta de utilizar um aparelho ecoeficiente para economizar água.



Nosso aparelho utiliza a fórmula de equilíbrio térmico da física, onde T é temperatura desejada, T_q (temperatura água quente) e T_n (temperatura água natural).

$$(T - T_q) + (T - T_n) = 0 \rightarrow 2T - T_q - T_n = 0 \rightarrow T = \frac{T_q + T_n}{2}$$

Difícil de entender isso? Vamos usar um exemplo, suponha que você tem a água natural a 25° e a água quente a 70° . Se abrimos as duas torneiras igualmente (1 Litro) teremos a temperatura de equilíbrio da água $47,5^\circ$ como mostra a fórmula abaixo.

$$T = \frac{T_q + T_n}{2} = \frac{70 + 25}{2} = \frac{95}{2} = 47,5^\circ$$

Suponha que queremos tomar um banho a 50° , porém como vamos saber o quanto de água natural e quente vamos misturar? Sabemos que a temperatura desejada é maior que a temperatura de equilíbrio, assim precisamos diminuir a quantidade de água natural. Dessa forma, precisamos saber qual o percentual de fechamento do registro de água natural.

Fazendo os cálculos para saber quantos litros de água natural é preciso para 1 litro de água quente.

$$(T - T_q) + L_n(T - T_n) = 0$$


$$(50 - 70) + L_n(50 - 25) = 0$$

$$L_n = \frac{20}{25} = 0,8$$

Logo precisamos para 1 litro de água quente, 800 ml de água natural. No caso L_n é a quantidade de água natural, ou seja, você terá que abrir 80% da água natural e 100% da água quente.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais.
 A nossa mentora Elaine Melquiades Santana.
 Ao nosso técnico Ygor Seiji Nakamura.
 A nossa professora de Ciências Silvana Mota.
 Aos professores Ana Carolina Vieira e Fernando da Costa Barbosa.
 Ao nosso professor de Robótica Brythunner Monteiro.
 A diretora da nossa escola Maria Aparecida Sousa (Cida).
 Aos nossos patrocinadores:



ANEXO Q – Banner equipe Guerreiros de Aço



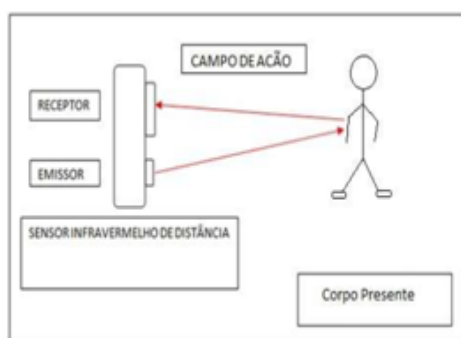
Torneio Mineiro de Robótica

Usando o chuveiro automático como forma de economizar água: Uma solução para os cidadãos de Uberlândia

O chuveiros é um dos grandes vilões quando o assunto é economia de água, visto que a água potável em nosso Planeta não é infinita, e está cada dia mais escassa.

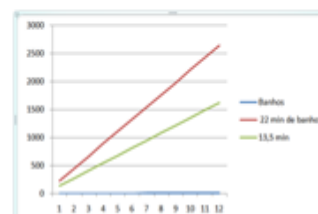
Como auxílio da tecnologia, tentaremos diminuir o consumo desnecessário de água, em meio à conscientização de cada indivíduo.

O objetivo geral desta pesquisa é mostrar através de dados coletados em uma escola do município de Uberlândia que as pessoas têm a tendência em demorar no banho, e que isso acarreta em desperdício de água



Banhos	22 min de banho	13,5 min
1	220	135
2	440	270
3	660	405
4	880	540
5	1100	675
6	1320	810
7	1540	945
8	1760	1080
9	1980	1215
10	2200	1350
11	2420	1485
12	2640	1620

Comparando o desperdício de água feito por pessoas com tempo diferente de banho



Nós da equipe



AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais.
 Anossa mentora Débora Parreira
 Anossa técnica Natasha Duarte.
 os professores Ana Carolina Vieira e Fernando da Costa Barbosa.
 Ao nosso professor de Gustavo Boaventura de Oliveira.
 Aos nossos patrocinadores:

queremos agradecer



ANEXO R – Banner equipe 8 de Ouros

PROJETO DE PESQUISA:

O cerrado é um bioma que se caracteriza por clima muito quente e seco, tornando-se uma região que favorece a ocorrência de queimadas, um problema ambiental muito importante. Em um lado, as queimadas produzem humos (as substâncias mortas ajudam a fertilizar o solo e adubar as plantas); por outro lado, as queimadas podem afetar os ecossistemas existentes no subsolo do cerrado, liberando gases como CO₂ (gás carbono).

O cerrado possui grande quantidade de água potável que aquiferos, mas com o gás carbônico produzido nas queimadas também é liberado o enxofre, o qual que pode penetrar os aquíferos e envenenar a água, tornando-a não potável. Queimadas descontroladas, tal como a mata de cerrado, causam a desertificação do cerrado, extinguindo boa parte de sua biodiversidade. Em grande parte, queimadas ocorrem por causa de descuidos, por exemplo, restos de cigarros que são jogados na vegetação ou fazendeiros que as provocam como forma de limpar áreas que serão utilizadas para pastagens ou plantações. Fazendeiros utilizam queimadas por serem mais baratas.

Queimadas também provocam erosão devido a destruição da vegetação nativa, tornando o solo desprotegido; a erosão, por sua vez, reforça a desertificação do cerrado. Os abusos cometidos contra o cerrado causam vários problemas, uma vez que destroem o solo e inviabilizam a agricultura, uma atividade econômica muito importante para o Brasil; também prejudicam a biodiversidade, uma atividade econômica e social fundamental para nossa população, principalmente para pequenos e médios produtores.



Sistema Robótico Contra Queimadas (S.R.C.Q.)



Nosso projeto é criar um pequeno robô voador (drone), controlado por uma central, que ao sobrevoar o cerrado identifica zonas de calor elevado e lança água molhada antes que o fogo se espalhe descontrolado. O drone também descontrolado, prevenindo, assim, queimadas descontroladas e diminuindo o risco de morte de pessoas e animais. O projeto também prevê a criação de uma unidade, a qual será responsável por garantir um bom custo para o equipamento e favorecer a prática de preservação ambiental. Estimamos um custo de 50.000, 00 (cinquenta mil reais) para cada unidade.

A aprovação desta ideia foi de 57 em 60 pessoas.

Referências:
 Caderno UNO. Enquete fundamental (material didático). São Paulo: Santillana, 2013.
 Disponível em: <<http://www.newfork.br/>>, acessado em 11 de dezembro de 2013.

Apoio:

ANEXO S – Questões da Entrevista 1

Questões da entrevista 01:

Segue abaixo um roteiro de questões da entrevista a ser realizada no final do projeto com os alunos participantes que não serão identificados e os áudios destruídos após análise.

Referente a aprendizagem:

1. Você acha que aprendeu alguma coisa com as aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.
2. Você utilizou algum conhecimento de Matemática ou de alguma outra matéria nas aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.
3. A Matemática foi importante na robótica? Por favor nos forneça exemplos.

Referente ao conhecimento matemático nas montagens:

1. Na montagem do robô (usar foto para recordar) você se baseou em alguma outra montagem?
2. Você precisou de algum conhecimento matemático para desenvolver essa montagem? Se sim, quais?

Referente ao conhecimento matemático nas programações:

1. Na programação do robô (usar foto para recordar) qual foi a lógica de raciocínio?
2. Você precisou de algum conhecimento matemático para desenvolver essa programação? Se sim, quais?

Referente a informática:

1. Antes do projeto, você utilizava a internet como recurso de pesquisa?
 - Tinha domínio sobre as ferramentas de pesquisa? Quais ferramentas você utilizava?
 - Onde e quem te ensinou a utilizar essas ferramentas?
2. Depois do projeto de robótica, a utilização da internet, que de fontes de pesquisa você mais utiliza?
3. Você dominava alguma linguagem de programação?
4. O que achou de desenvolver programação no projeto de robótica?
5. Quais as limitações dessa linguagem da LEGO para você?
6. Quais os pontos positivos de usar o facebook para registrar o projeto e atividades de robótica?
7. Quais os pontos negativos de usar o facebook?

Referente ao desenvolvimento do trabalho de projeto:

1. O que você achou de participar do projeto de robótica?
2. Atingiu sua expectativa? O que você esperava?
3. O que você acha que deveria mudar no projeto? Justifique
4. Quais atividades você mais gostou?
5. E quais atividades você menos gostou? O que você acha que deveria mudar nelas?

6. Qual sua opinião quanto a forma que as atividades são propostas?
7. Quais os pontos positivos da robótica com kit LEGO?
8. Quais os pontos negativos da robótica com kit LEGO?
9. Houve alguma diferença das aulas regulares para as de robótica? Quais?
10. Você prefere aula de robótica no extraturno ou dentro das aulas de matemática? Justifique.

Referente ao trabalho em grupo:

1. Como foi a sua participação no trabalho em grupo?
2. Como foi a participação dos outros alunos no desenvolvimento do projeto do seu grupo?
3. Seu grupo recebeu alguma ajuda de outras pessoas no projeto? De quem e em que momentos? Qual a importância desta ajuda para o seu aprendizado?

ANEXO T – Questões da Entrevista 2

Questões da entrevista 02:

Segue abaixo um roteiro de questões da entrevista a ser realizada no final do projeto com os alunos participantes que não serão identificados e os áudios destruídos após análise.

Descreva como é a robótica na engenharia?

Comparado com a robótica da escola quais diferença ela tem? E semelhanças?

O que você aprendeu com a robótica na engenharia?

Como você descreve a robótica do início até o dia do torneio?

Como foi o torneio na sua avaliação?

Os objetivos dos torneios?

O que ele cobrava? Em comparação com o torneio da lego?

Qual o objetivo da robótica na engenharia? E qual foi o da escola para você?

Durante a programação dos robôs que conhecimentos vocês utilizaram?

Vocês calcularam os dados a serem colocados na programação? Exemplos?

Ou foi tentativa e erro? Por que foi desta forma?

A robótica tem te ajudado na escolha profissional?

O que a robótica tem realmente te ajudado?

ANEXO U – Questões da Entrevista 3

Questões da entrevista 03:

Segue abaixo um roteiro de questões da entrevista a ser realizada no final do projeto com os alunos participantes que não serão identificados e os áudios destruídos após análise.

Como foi ser tutor de uma equipe?

O que você ensinou para os meninos?

O que você aprendeu?

Como foi o trabalho em equipe?

O que foi ruim no torneio? E o que foi bom?

Como você avalia a participação das equipes?

Como você avalia sua participação? Por quê?

Como que você avalia a escolha dos tutores ajudarem em todas as escolas?

Como deve ser o preparo dos alunos para um torneio?

Acha importante participar de torneio? Por quê?

Como foi a montagem do robô?

Como foi desenvolver a programação?

Qual foi a lógica para resolver o tapete?

Seguiu o mesmo raciocínio da edron, robô básico, programação ou voltou?

Como foi a construção do projeto pela sua equipe?

O que você achou do grupo cachopas?

Quais as dificuldades que você encontrou?

O que você aprendeu com a robótica nesses anos?

ANEXO V – Questões da Entrevista 4

Questões da entrevista 04:

Segue abaixo um roteiro de questões da entrevista a ser realizada no final do projeto com os alunos participantes que não serão identificados e os áudios destruídos após análise.

O que foi a experiência com Projetos de Robótica? Como você avalia isso?

Quais foram as experiências significativas nos seguintes momentos?

1. Messias
2. FLL
3. Universidade
4. OBR
5. TMR 2013,2014 e TBR 2015

Por quê?

A experiência com a matemática e a robótica ocorreu em que momentos? Onde? Como?

Como você avalia isso?

Por que é importante envolver jovens em projetos de Robótica?

Como está sendo a universidade e quais os seus planos? Por que esses planos?

ANEXO W – Questionário

06/09/2015

ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

✎ Editar este formulário

ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

Questionário sobre cultura digital dos alunos

***Obrigatório**

Qual o seu primeiro nome? *

Qual apelido você gostaria de ser chamado na pesquisa? *

Você estudou ensino fundamental em qual rede: *

☐ Municipal

☐ Estadual

☐ Federal

☐ Particular

Qual curso de ensino superior você pretende cursar? *

Essa escolha deve-se a que razão?

Como foi seu desempenho nas olimpíadas de Matemática?

☐ Não participei

☐ Medalhista

☐ Menção honrosa

☐ Não classifiquei

Você tem computador em casa? *

☐ Sim

☐ Não

Qual tipo?

☐ Desktop

☐ Notebook/netbook

☐ Tablet

<https://docs.google.com/forms/d/1BS14z5LH73eObkvnMolUVMxfi-SxVCEJw1JkMwTx8/viewform>

1/4

05/09/2015

ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

- ☐ Smartphone
☐ nenhum

Para que você usa o computador? *

- ☐ Jogos
☐ Msn
☐ Facebook
☐ Pesquisas
☐ Outro:

Quais recursos da internet você utiliza em sua pesquisa?

Marque quantas alternativas desejar.

- ☐ Sites de busca (Google, Yahoo, etc)
☐ Vídeos
☐ Blogs
☐ Twitter
☐ Facebook
☐ Webquest
☐ Yahoo respostas
☐ Orkut
☐ Outro:

Alguém te ensinou a fazer pesquisa na internet? *

- ☐ Sim
☐ Não

Onde você aprendeu fazer pesquisa na internet?

- ☐ Nas aulas regulares na escola
☐ Nas aulas de robótica
☐ Em casa
☐ Amigos
☐ Lan House
☐ Outro:

Quais softwares você domina? *

- ☐ Word
☐ Power Point
☐ Excell
☐ Outro:

Você fez algum curso de informática? *<https://docs.google.com/forms/d/1BS14z5LH73eObkvnMolUIMxfl-SxVlCEjw1JkMwTx8/viewform>

2/4

05/09/2015

ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

- ☐ Sim
☐ Não

Qual tipo?

- ☐ Windows
☐ Linux
☐ Programação
☐ Webdesign

Qual linguagem de programação você domina?

- ☐ C++
☐ Java
☐ Flash
☐ Opção 4
☐ Outro:

Em suas tarefas da escola em que grau você utiliza livros?

sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐**Em suas tarefas da escola em que grau você utiliza Jornais?**

sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐**Em suas tarefas da escola em que grau você utiliza Internet?**

sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐**Em que grau você utiliza Internet para jogos?**

Sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐**Em que grau você utiliza Internet para acesso as redes sociais?**

Sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

09/09/2015

ROBÓTICA EDUCACIONAL: AS ARTES DO FAZER CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Em que grau você utiliza Internet para e-mail?

Sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Em que grau você utiliza Internet para aprender coisas novas?


Sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Que tipo de informação você procura aprender na internet?

Sendo 0 para nenhum acesso e 10 para acesso prioritário e diário

☐ Assuntos das matérias da escola☐ Tecnologia☐ Moda☐ Relacionamento☐ Outro: **Qual uso das redes sociais ?**☐ Conhecer amigos☐ Conversas☐ Acessar informações da escola☐ Conhecimento☐ Diversão**Enviar***Nunca envie senhas pelo Formulários Google.*Powered by
 Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ANEXO X – Questionário

Quem sou...

Quem é você? Faça uma descrição sua.

Nessa questão quero que você de onde você é, nasceu, idade, sexo, qual escola você estudou, o que gosta de fazer, quais matérias você mais gosta, preferência, o que você gosta de pesquisar na internet, fale o que quiser que descreva você e o que você pretende para o futuro. O que você faz hoje que lhe caracteriza. Fale tudo que queira, lhes apresentei apenas algumas coisa que podem falar..Agradeço novamente e aguardo.

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Powered by

 Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ANEXO Y – RESULTADO DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Após a finalização das atividades do torneio, em janeiro de 2013 realizamos um encontro com os membros da equipe Robot Storms que tinham disponibilidade para realizar a construção da modelagem do tapete de competição. Esse encontro aconteceu no laboratório do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação da Universidade Federal de Uberlândia. No decorrer da manhã e nas discussões um problema antigo veio à tona novamente, como calcular com precisão o quanto de rotações o robô necessita para realizar um determinado giro.

Essa questão já tinha sido levantada no projeto do robô que faria a limpeza da sala de aula. Projetar a estratégia que orientaria o robô foi finalizada no encontro intensivo que ocorreu na segunda semana de outubro de 2012 na escola pesquisada. No entanto um problema ficou em aberto, como controlar com precisão a rotação do robô sem utilização de tentativa ou sorte.

O uso de robótica na educação requer um planejamento cuidadoso de todas as etapas do processo ensino-aprendizagem. Este uso não se limita a simples montagem de protótipos, mas, sobretudo, como e quais conceitos podem ser abordados ao se elaborar tal protótipo. (SILVA, 2009, p.69)

O desenvolvimento do protótipo também envolve o controle de programação, essa deve ser lógica e eficiente. Não permitindo nenhuma falha. Assim, dedicamos a manhã para estudar e traçar uma estratégia de cálculo que pudesse facilitar todas as vezes o processo de obtenção dos dados de entrada para controle dos motores do robô. Partimos de duas constatações feitas até então: o *raio das rodas* e a *largura do robô*.

A partir das nossas discussões foi possível formular um problema: *Dado um robô sobre uma superfície plana, temos que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano e concêntrica ao motor que propulsiona o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô gire em um determinado ângulo?*

Uma situação comum é posicionar o robô no centro de uma sala e, quando o mesmo identificar um obstáculo, ele pode fazer um giro de 90° para que possa desviar. Essa ação tem duas possibilidades de execução:

- Travar uma das rodas enquanto a outra exerce o movimento;
- Fazer com que as duas se movimentem simultaneamente;

A solução proposta pelos alunos foi sintetizada em uma planilha eletrônica, pois segundo os alunos, existe uma maior compreensão das medidas envolvidas, bem como das relações entre elas. Nesse contexto, a planilha pode ser vista como um simulador, para os cálculos matemáticos. Para esse texto, decidimos apresentá-la, inicialmente (Figura 98) e, posteriormente descrevê-la explicando sua construção, pois acreditamos que os modelos matemáticos envolvidos se tornam mais significativos.

	A	B	C	D	E
1	O Robô se movendo em trajetória retilínea				
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus	
3	2,4	10	1,33	478,8	
4	3	10	1,06	381,6	
5	4,2	10	0,76	273,6	
6	5,7	10	0,56	201,6	
7	8,2	10	0,39	140,4	
8					
9	Girar o Robô só com uma roda se movendo				
10	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação	Graus
11	2,4	90	12	2,5	900
12	3	90	12	2	720
13	4,2	90	12	1,43	514,8
14	5,7	90	12	1,05	378
15	8,2	90	12	0,73	262,8
16					
17	Girar o Robô com as duas rodas se movendo				
18	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação	Graus
19	2,4	90	12	1,25	450
20	3	90	12	1	360
21	4,2	90	12	0,71	255,6
22	5,7	90	12	0,53	190,8
23	8,2	90	12	0,37	133,2
24					

Figura 01 Produto da solução dos alunos

Fonte: próprio autor

Essa é uma produção dos alunos do Ensino Médio. Para entendê-la é preciso recuperar as ideias que a constituíram. Nessa produção encontramos dois tipos de movimentos no plano: os retilíneos e os curvilíneos, ou seja, o primeiro refere-se ao movimento em trajetórias retas e o segundo refere-se ao movimento em trajetórias não retas.

Nesse sentido, para o movimento retilíneo importa o diâmetro ou raio da roda e a distância a ser percorrida. Além disso, constatou-se que o movimento curvilíneo se **dividia em** dois tipos: aquele no qual somente uma roda se mexe e o outro em que as duas rodas se movimentam. Em ambos os casos, para o movimento curvilíneo, o *raio das rodas* e a *largura do robô* estavam relacionados aos dados a serem inseridos na planilha. Dessas observações,

percebemos que era preciso compreender como explicar matematicamente as medidas que envolviam o movimento do robô, que analisamos em duas partes:

- A relação entre as rotações do motor e o comprimento de uma trajetória retilínea;
- A relação entre as rotações do motor e o comprimento do giro da roda;

Primeira parte: A relação entre as rotações do motor e o comprimento de uma trajetória retilínea

Dado que o contorno da roda pode ser considerado como uma circunferência, a **Rotação** (ρ) é a quantidade de vezes que esse ponto percorre toda circunferência até retornar sua posição de origem. Vale lembrar que a roda e o motor são concêntricos, isto é, as rotações da roda coincidem com as rotações do motor.

Desse ponto de vista, podemos expressar a Rotação como a razão entre comprimento da trajetória (l), pelo comprimento (c) da roda:

$$\rho = \frac{l}{c} \quad (1)$$

A roda, nesse caso, é representada por uma circunferência, logo, c é o comprimento dessa circunferência e este é determinado por $c = \pi \cdot d$, em que d é o diâmetro da circunferência e a constante $\pi \cong 3,14$, então:

$$\rho \cong \frac{l_{3,14} \cdot d}{c}$$

Desse modo, o modelo matemático que determina a quantidade de rotações da roda foi representado no Excel da seguinte forma:

$$\rho \cong \frac{C3}{3,14 \cdot A3}$$

A expressão é apresentada na planilha como mostra a Figura 5.

	A	B	C
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea		
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação
3	2,4	10	1,33
			=ARRED(B3/(3,14*A3); 2)

Figura 02 Giro do motor em Rotações

Fonte: próprio autor

Observe que o modelo resulta da quantidade de rotações. Essa quantidade pode ser, também, expressa em Graus sendo o comprimento total de uma circunferência. O arco de uma volta corresponde a 3, portanto, a relação entre rotação da roda e Graus (γ) do motor é dada por:

$$\gamma = \rho \cdot 360^\circ \quad (2)$$

No Excel, Figura 100, este modelo ficou escrito da seguinte forma:

$$\gamma = E3 \cdot 360^\circ$$

	A	B	C	D
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea			
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus
3	2,4	10	1,33	478,8
				=C3*360

Figura 03 Giro do motor em Graus

Fonte: próprio autor

Vejamos um exemplo: Dado o diâmetro da roda igual a 5,7 cm, quantas Rotações (ρ) ou Graus (γ) são necessários para percorrer uma trajetória de 40 cm?

Calculando ρ :

$$\rho \cong \frac{40}{3,14 \cdot 5,7} \cong 2,23$$

Calculando γ :

$$\gamma \cong 2,23 \cdot 360 \cong 802,8^\circ$$

Observe que o resultado obtido corresponde àquele produzido pela planilha eletrônica (Figura 101).

	A	B	C	D
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea			
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus
3	5,7	40	2,23	802,8

Figura 04 Exemplo no movimento retilíneo

Fonte: próprio autor

Portanto, para que um robô cujas rodas possuem diâmetro de 5,7 cm percorra uma trajetória retilínea, de comprimento 40 cm, é necessário inserir no software 802,8°.

Segunda parte: relação entre as rotações do motor e o comprimento do giro da roda

Segundo Villate (2012, p. 2) a “posição de um corpo rígido em qualquer instante pode ser determinada indicando a posição de um ponto do corpo, a orientação de um eixo fixo em relação ao corpo e um ângulo de rotação à volta desse eixo”. Assim, para compreender essa relação, é fundamental subdividir o movimento de giro em duas linhas de análise:

- O giro do carrinho adotando uma roda como eixo fixo, excetuando a roda “boba”, observe a Figura 102 parte 1;
- O giro do carrinho adotando o ponto médio entre as rodas como eixo fixo, excetuando a roda “boba”, observe a Figura 102 parte 2;

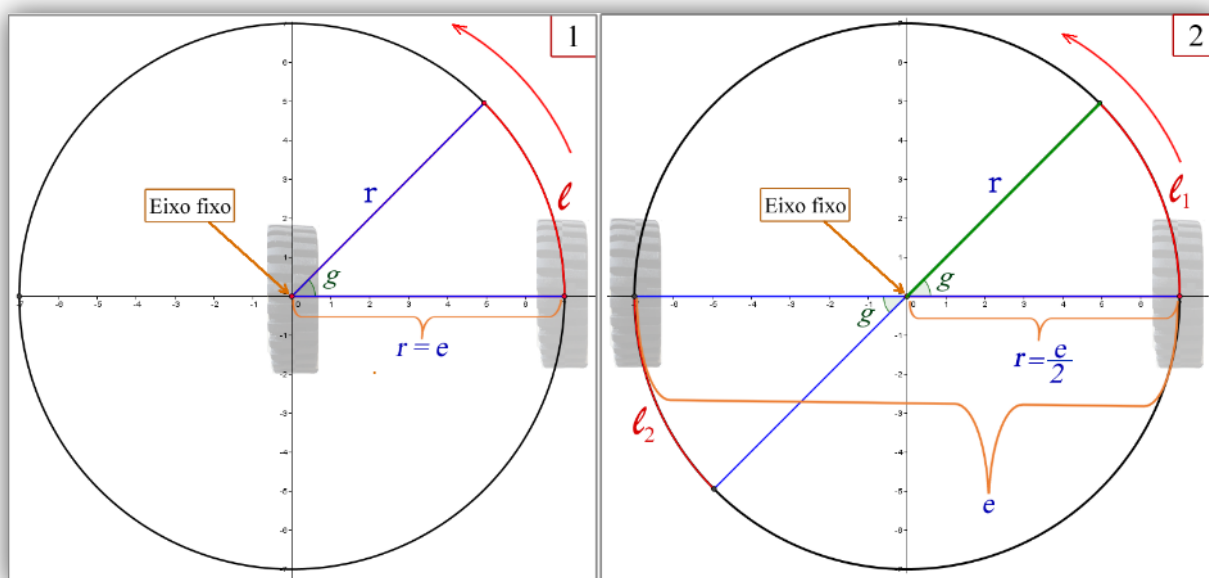


Figura 05 Giros do robô

Fonte: próprio autor

Adotando uma roda como eixo fixo

Deve-se compreender que, ao adotar uma roda como eixo fixo, essa estará inerte enquanto o movimento é executado pela outra. Assim, pode-se definir que a distância (e) entre as rodas é o raio da circunferência (trajetória) que o robô faz ao mover-se, como visto na Figura 8.1. Temos que o cálculo da Rotação, ρ , é dado pela equação (1).

Vale lembrar que c é comprimento da roda, e l é o comprimento da trajetória que o robô faz ao mover-se. Mas, agora, o valor de l não é mais dado pelo aluno. Ele, agora, insere uma certa quantidade de graus para que o robô gire, chamamos isso de “graus estimados” (g). Queremos, então, encontrar a relação entre o comprimento l e a medida g (em graus) do arco, isso é, segundo Dante (2003) dado pela equação:

$$l = \frac{g \cdot \pi \cdot r}{180^\circ} \quad (3)$$

Sabemos que $c = d \cdot \pi$, em que d é o diâmetro da roda, assim temos:

$$\rho = \frac{\frac{g \cdot \pi \cdot e}{180^\circ}}{d \cdot \pi} = \frac{g \cdot e}{d \cdot 180^\circ} \quad (4)$$

A figura 103 mostra a equação (4) desenvolvida pelos alunos no Excel:

	A	B	C	D
1	Girar o Robô só com uma roda se movendo			
2	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação
3	5,7	90	12	1,05
				=ARRED((B3*C3)/(A3*180); 2)

Figura 06 Rotações em movimento curvilíneo

Fonte: próprio autor

O termo ARRED é uma função do *software* para arredondamento, neste caso, ele arredonda para duas casas decimais após a virgula. A correspondência da equação (4) para a tabela fica: $g = B3$, $e = C3$, e $d = A3$, logo:

$$\rho = \frac{B3 \cdot C3}{A3 \cdot 180^\circ}$$

Lembramos que essa Rotação (ρ) é a quantidade voltas que o eixo central do motor tem que executar para que, nesse caso, o robô gire em um dado ângulo g . No entanto, a programação não trabalha com g e sim com γ , ou seja, não inserimos no *software* o giro do robô, mas sim a Rotação do motor para que o robô gire no ângulo desejado. Da equação (1) e (2) temos que:

$$\gamma = \rho \cdot 360^\circ = \frac{g \cdot e}{d \cdot 180^\circ} \cdot 360^\circ = \frac{2 \cdot g \cdot e}{d} \quad (5)$$

Agora, vejamos como os alunos determinaram a equação (5) no Excel (Figura 104):

	A	B	C	D	E
1	Girar o Robô só com uma roda se movendo				
2	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação	Graus
3	5,7	90	12	1,05	378
					=D3*360

Figura 07 Giro do motor ao adotar uma roda como eixo fixo

Fonte: próprio autor

A correspondência da equação (5) com essa planilha fica com $\rho = D3$, logo:

$$\gamma = D3 \cdot 360^\circ$$

Obtidas as equações que fazem parte da relação entre as Rotações do motor e o comprimento do giro da roda quando adotamos uma roda como eixo fixo, resta conhecer a parte final, em que a relação entre as Rotações do motor e o comprimento do giro da roda se dão por meio do ponto médio entre as rodas como eixo fixo (Figura 102 parte 2).

Adotando o ponto médio entre as rodas como eixo fixo

Observando a Figura 102 parte 2 constatamos que a solução desse problema está amparada na observação individual das trajetórias das rodas, em que l_1 é o comprimento da trajetória que o robô descreve pela roda 1 e l_2 é o comprimento da trajetória que o robô descreve pela roda 2. As rodas são iguais, logo têm o mesmo diâmetro (d). Então, existe uma Rotação (ρ_1) para o motor associado à roda 1 e uma Rotação (ρ_2) associada à roda 2 para o outro motor, pois cada um deles pode ser programado de forma independente ou em conjunto, ficando essa escolha a cargo do programador e da necessidade das tarefas da máquina construída. Logo, pela equação (1) obtemos:

$$\rho_1 = \frac{l_1}{c} \text{ e } \rho_2 = \frac{l_2}{c}$$

Mas, ambos, ρ_1 e ρ_2 , geram uma única trajetória para robô, ou seja, a Rotação total dos motores é dada por:

$$\rho_1 + \rho_2 = \frac{l_1}{c} + \frac{l_2}{c} \quad (6)$$

Embora o robô permita programar $\rho_1 \neq \rho_2$, os alunos entenderam que não faria sentido terem elas distintas, pois caso isso ocorresse a trajetória descrita pelo robô não seria uma circunferência. Assim, os motores do robô foram programados, sempre, com a mesma Rotação, ou seja, $\rho_1 = \rho_2 = \rho$. Assim $l_1 = l_2 = l$, logo da equação (6):

$$\rho + \rho = \frac{l + l}{c} \Rightarrow 2 \cdot \rho = \frac{2 \cdot l}{c} \Rightarrow \rho = \frac{l}{c}$$

Observe que ao consideramos $\rho_1 = \rho_2$ voltamos à equação (1). Retomando a Figura 8.2, a distância (e) entre as rodas é metade do raio (r) da circunferência, ou seja, $r = \frac{e}{2}$. Temos, então, da equação (3) na equação (1).

$$\rho = \frac{l}{c} = \frac{\frac{g \cdot \pi \cdot r}{180^\circ}}{d \cdot \pi} = \frac{g \cdot \frac{e}{2}}{d \cdot 180^\circ} = \frac{e \cdot g}{2 \cdot d \cdot 180^\circ} = \frac{e \cdot g}{d \cdot 360^\circ} \quad (7)$$

A Figura 105 mostra a equação (7) desenvolvida pelos alunos no Excel:

	A	B	C	D	E
1	Girar o Robô com as duas rodas se movendo				
2	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação	
3	5,7	90	12	0,53	
4				=ARRED((B3*C3)/(A3*360); 2)	
5					

Figura 08 Rotações com movimento de duas rodas

Fonte: próprio autor

A correspondência da equação (7) para o Excel fica: $g = B3$, $e = C3$, e $d = A3$, logo:

$$\rho = \frac{B3 \cdot C3}{A3 \cdot 360^\circ}$$

Para encontrar a correspondência de quantos graus (γ), o eixo central dos dois motores deverá girar temos, a partir da equação (2):

$$\gamma = \rho \cdot 360^\circ = \frac{g \cdot e}{d \cdot 360^\circ} \cdot 360^\circ = \frac{g \cdot e}{d} \quad (8)$$

Vejamos como os alunos determinaram os graus no Excel (Figura 106):

	A	B	C	D	E
1	Girar o Robô com as duas rodas se movendo				
2	Diâmetro da roda	Graus estimados	Entre-rodas	Rotação	Graus
3	5,7	90	12	0,53	190,8
4					=D3*360
5					

Figura 09 Graus com movimento de duas rodas

Fonte: próprio autor

A correspondência da equação (8) com essa planilha fica com: $\rho = D3$, logo:

$$\gamma = D3 \cdot 360^\circ$$

A equação (8) responde a nossa indagação inicial. Dessa forma, são necessárias $\gamma = \frac{g \cdot e}{d}$ Rotações da roda para que o robô gire em um determinado ângulo g .

Assim, analisando esse resultado, chegamos à considerar de que esse trabalho com robótica, no contexto culminou no processo de Modelagem Matemática. Contudo, apresentamos aqui nossa visão acerca da experiência narrada e, devido ao processo produzido, notamos características marcantes da Modelagem. Essas características podem ser agrupadas, segundo Biembengut e Hein (2000), em três etapas:

- A interação que é composta por: Reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado;
- A matematização que é composta por: Formulação do problema e resolução dele em termos do modelo;
- O modelo matemático que é composto por: Interpretação da solução e validação do modelo;

A falta de precisão e a quantidade demasiada de tentativas para girar o robô em graus, fez com que fosse criado um momento de reflexão, com o intuito de otimizar o método até então utilizado. Isso configurou o reconhecimento da situação-problema, parte integrante da etapa interação. Ainda, nessa etapa tivemos a familiarização com o assunto a ser modelado, por meio de tentativas e erros.

Decorrente da primeira etapa os alunos formularam o seguinte problema: *Dado um robô sobre uma superfície plana, temos que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano, e concêntrica ao motor que propulsiona o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô gire em um determinado ângulo?* A partir das reflexões os modelos matemáticos, representados pelas equações (1), (2), (3), (4), (5), (7) e a (8), foram construídos com o auxílio do *software* Excel.

Construídos os modelos, os alunos passaram a interpretá-los, observando as implicações de suas respectivas soluções. Além disso, foram realizadas verificações de adequabilidade. Isto é, os valores determinados a partir das equações foram inseridos na

programação do robô, para que os discentes analisassem a confiabilidade dos modelos, enquanto solução para o problema, propiciando a validação dos mesmos à medida em que eles não apresentavam distorções na execução dos giros.