



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

BRYTHNNER MONTEIRO DELFINO

**CAMPEONATOS DE ROBÓTICA NA ESCOLA:
CONSTITUIÇÃO DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM.**

UBERLÂNDIA – MG
2017

BRYTHNNER MONTEIRO DELFINO

**CAMPEONATOS DE ROBÓTICA NA ESCOLA: CONSTITUIÇÃO DE UM
AMBIENTE DE APRENDIZAGEM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Junior.

UBERLÂNDIA – MG
2017

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

D349c Delfino, Brythnner Monteiro, 1991-
2017 Campeonatos de robótica na escola : constituição de um ambiente de
aprendizagem / Brythnner Monteiro Delfino. - 2017.
144 f. : il.

Orientador: Arlindo José de Souza Júnior.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática.

Inclui bibliografia.

1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Robótica - Competições -
Teses. 3. Educação - Inovações tecnológicas - Teses. 4. Escolas públicas
- Inovações tecnológicas - Teses. I. Souza Júnior, Arlindo José de, . II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

BRYTHNNER MONTEIRO DELFINO

CAMPEONATOS DE ROBÓTICA NA ESCOLA: CONSTITUIÇÃO DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Uberlândia, 06 de Março de 2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Junior - UFU
(Membro Titular – Orientador)

Prof.^a Dr.^a Maria Teresa Menezes Freitas – UFU
(Membro Titular)

Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa – UFG
(Membro Titular)

Prof. Dr. Danilo Rodrigues César – UFTM
(Membro Suplente)

UBERLÂNDIA – MG
2017

À minha família e amigos.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus (*Soli Deo Gloria*). À minha família por todo suporte e apoio. À Suíla Cristina por seu amor e companheirismo. Ao meu orientador Arlindo José pela nova oportunidade de confirmar meu “caminho”. Ao Fernando Barbosa por sempre me orientar nos passos que me trouxeram aqui. À Maria Teresa pelo reconhecimento e amparo em minha formação acadêmica. Ao Danilo César por expandir minha consciência sobre Robótica Pedagógica. Ao Alexandre Campos que tem contribuído para o meu desenvolvimento mais do que ele imagina. À esta universidade, seu programa de Pós-graduação, corpo docente, direção, administração e amigos de mestrado. À professora Elaine Aparecida e a diretora Maria Aparecida (Cida) por inaugurarem o laboratório de robótica e permitirem pesquisar nesta área tão fascinante. Ao Weliton Nascimento e Ygor Seiji por contribuírem com seus saberes nas experiências com robótica. Aos alunos da equipe de robótica *Mario's Minds* por me propiciar momentos tão agradáveis e gratificantes. E por último, mas não menos importante, aos amigos de fora (novos e antigos) pelos inúmeros momentos de diversão nas horas de lazer.

***“A vida é uma viagem a três estações: ação,
experiência e recordação.”***

Júlio Camargo

Resumo

As tecnologias contemporâneas são elementos centrais da nossa sociedade, e sua consolidação como instrumentos transformadores e capacitores das ações cotidianas influenciaram e ainda influenciam diversas áreas de atividades humanas. Dentre diversas mudanças, esta investigação procurou destacar as exigências criadas para a educação, com enfoque no processo de ensino-aprendizagem de matemática por meio da robótica. Para isso, esta pesquisa propôs analisar o ambiente de aprendizagem constituído por meio da preparação e participação de alunos nos campeonatos de robótica. No processo de produção de informação adotamos como metodologia de pesquisa a de caráter qualitativo, em um delineamento baseado nos parâmetros da observação participante, na qual utilizamos fotos, filmagens, documentos produzidos pelos alunos e entrevista. Assim sendo, por um período de dois anos, acompanhamos alunos, com idade entre 10 e 16 anos, que cursavam o Ensino Fundamental II de uma escola municipal na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, em suas atividades de preparação e participação em competições de robótica, das quais destacamos suas produções e elaboração de estratégia de organização. No processo de análise das informações consideramos dois momentos: o primeiro, relacionado aos estudos e reflexões sobre o processo de produção de conhecimento envolvendo a organização de estratégias para preparação e participação em competições de robótica; e o segundo momento, que compreende o processo de produção de conhecimentos pelos estudantes relacionados às exigências dos campeonatos de robótica, destacando a criação de um projeto escrito, numa perspectiva científica, dentro dos moldes de campeonatos de robótica e no processo de montagem, programação e simulação de robôs. No desenvolvimento da análise das informações desta investigação apresentamos algumas dificuldades no processo de consolidação deste ambiente de aprendizagem, tais como: aquisição de materiais na escola pública; formação e/ou capacitação de professores em robótica; relacionar as atividades desenvolvidas com robótica e as aulas de matemática em sala de aula e desenvolver a prática de pesquisar dos alunos. Entretanto, esse ambiente de aprendizagem possibilitou que os alunos desenvolvessem sua autonomia e criatividade quando realizavam construções de maquetes e trabalhavam com mídias sociais. A montagem e programação de robôs evidenciou o processo de autoria e de produção coletiva dos estudantes da escola pública.

Palavras-Chave: Tecnologias Contemporâneas. Robótica Pedagógica. Competições de Robótica. Ambientes de Aprendizagem. Educação matemática. Escola pública.

Abstract

Contemporary technologies are central elements of our society and its consolidation as transformative instruments and capacitors of everyday actions have influenced and still influence diverse areas of human activities. Among several changes, this investigation sought to highlight the demands created for education, focusing on the process of teaching-learning of mathematics through robotics. For this, this research proposed to analyze the learning environment constituted through preparation and participation of students in the robotics championships. In the process of information production, we adopted qualitative research methodology, in a design based on the parameters of participant observation, in which we use photos, filming, documents produced by students and interviews. Thus, for a period of two years, we accompanied students, aged between 10 and 16, who were attending Elementary School II of a municipal school in the city of Uberlândia, Minas Gerais, in their activities of preparation and participation in robotics competitions, of which we highlight his productions and elaboration of organizational strategy. In the process of informations analysis we consider two moments: the first, related to the studies and reflections on the process of knowledge production involving the organization of strategies for preparation and participation in robotics competitions; And the second moment, which comprises the process of knowledge producing by the students related to the requirements of the robotics championships, highlighting the production of a scientific research within the molds of robotics championships and on the process of assembly, programming and simulation of robots. In the development of analyzing the information of this investigation we present some difficulties in the process of consolidation of this learning environment, such as: acquisition of materials in the public school; training and/or improvement of teacher in robotics; to relate the activities developed with robotics and to the classes of mathematics in the classroom and to develop the practice of researching the students. However, this learning environment made it possible for students to develop their autonomy and creativity when constructing mock-ups and working with social media. The assembly and programming of robots evidenced the process of authorship and collective production of public school students.

Keywords: Contemporary Technologies. Pedagogical Robotics. Robotics Competitions. Learning Environments. Mathematical education. Public school.

Lista de Figuras

Figura 1 – Campo de Missões e Arena	31
Figura 2 – Base do Campo de Missões	31
Figura 3 – As modalidades do TBR.....	32
Figura 4 – Resultados esperados do TBR	33
Figura 5 – Visão panorâmica do laboratório de ciências/sala de robótica	47
Figura 6 – Classificação de um ambiente de aprendizagem	53
Figura 7 – Apresentação de um tapete de competição	54
Figura 8 – Contato com os materiais de robótica livre.....	55
Figura 9 – Sugestões de logomarca da equipe	60
Figura 10 – Logomarca da equipe <i>Mario's Minds</i>	60
Figura 11 – Separação da equipe na 1ª competição.....	62
Figura 12 – Integrantes da <i>Mario's Minds</i> ao longo das competições	65
Figura 13 – Equipe <i>Mario's Minds</i> após o TMR 2014 - Etapa Regional.....	67
Figura 14 – Alunos no Balanço Geral.....	71
Figura 15 – Relação com membros de outra equipe	73
Figura 16 – Preparação e participação no torneio	77
Figura 17 – Misturador de água digital	85
Figura 18 – Gasto de água dependendo da quantidade de banho.....	87
Figura 19 – Maquete da composteira automática.....	90
Figura 20 – Recorte da página do <i>facebook</i> da equipe <i>Mario's Minds</i>	91
Figura 21 – Recorte do <i>blog</i> da equipe <i>Mario's Minds</i>	91
Figura 22 – Diferença nos modelos de roda traseira	99
Figura 23 – Versão final <i>Heimerdinger</i> , pós-aquisição <i>kit EV3</i>	100
Figura 24 – Registro de uma programação no caderno de avaliação	101
Figura 25 – Exemplo de programação da Equipe <i>Mario's Minds</i>	103
Figura 26 – Materiais de robótica na escola Roxa	109
Figura 27 – Elementos que compõem o ambiente de aprendizagem constituído nesta pesquisa.....	115

Lista de Quadros

Quadro 1 – Datas das entrevistas com os sujeitos da pesquisa	51
--	----

Lista de Siglas

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

MIT - Instituto de Tecnologia de Massachusetts

ONG - Organização Não Governamental

PAIES - Processo Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

TBR - Torneio Brasil de Robótica

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

TMR - Torneio Mineiro de Robótica

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Estrutura da Dissertação	18
2. ROBÓTICA PEDAGÓGICA	20
3. TEORIAS DE APRENDIZAGEM E ROBÓTICA PEDAGÓGICA	34
4. CAMINHOS METODOLÓGICOS	43
4.1. Procedimentos para realização da pesquisa	44
4.1.1. Fotografias e filmagens	45
4.1.2. Documentos produzidos pelos alunos	45
4.1.3. Entrevistas	46
4.2. Âmbito da Pesquisa	46
4.3. O Programa Mais Educação	47
4.4. Sujeitos da Pesquisa	49
5. ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	52
5.1. Momento 1 – Identidade coletiva e organização de uma equipe de robótica	59
5.2. Momento 2 – Processo de produção de conhecimento dos estudantes para a participação no campeonato de Robótica	82
5.2.1. Projeto escrito em campeonatos de robótica	82
5.2.2. Montagem, programação e simulação de robôs em campeonatos de robótica	96
5.2.3. Produto educacional	105
6. CONSIDERAÇÕES	108
7. REFERÊNCIAS	117
8. ANEXOS	122
8.1. Perguntas de entrevista	122

8.2.	Banner do projeto escrito da temporada 2013	125
8.3.	Banner do projeto escrito da temporada 2014/2015	126
8.4.	Produto Educacional	127

1. Introdução

Buscarei¹ apresentar de maneira cronológica, um breve memorial sobre minha cultura digital através de minha trajetória estudantil. Recorrendo a fragmentos de lembranças relacionados a contatos que tive com a tecnologia, as quais se destacam pelo fascínio que me causaram em determinadas situações, fazendo em alguns momentos, com que eu observasse a tecnologia como algo mágico (mas será que ela não é?).

Quando me lembro do início da minha trajetória estudantil recordo-me como essa começou de maneira atípica. Em 1995 quando eu cursava o antigo Jardim *II*² já dominava a leitura e a escrita que se esperava para a minha faixa etária. A solução encontrada pela coordenação da instituição na qual eu estudava, em comum acordo com meus pais, foi me adiantar para o pré-escolar, atual 1º ano do Ensino Fundamental.

Dessa mesma época surgem minhas primeiras lembranças com a tecnologia. Certo dia houve falta de energia em casa, e para tomarmos banho foi necessário esquentar a água no fogão de lenha. Era um árduo processo e eu só pensava como era mais simples utilizar o chuveiro. Em contrapartida, na falta de luz elétrica, me divertia com a criação de sombras utilizando a luz das velas. Ainda por esse tempo, me lembro da minha mãe ganhar uma promoção lançada por uma marca de refrigerantes em que ela foi contemplada com uma *mini tv* de 7 polegadas³, me permitindo assistir meus programas favoritos em qualquer cômodo da casa, algo surreal para uma criança. Eu mal imaginava o avanço tecnológico que estava vindo.

Nossa era é marcada pela criação⁴ do computador e da *internet*. Lembro-me de quando meus primos ganharam um computador, que era utilizado para jogar e conversar com pessoas de outros lugares. Lembro, ainda, do som do *modem*⁵ processando as informações. Nessa mesma época, não sei dizer ao certo se antes ou depois, quando eu cursava a 4º série do ensino fundamental, atual 5º ano, no ano 2000, em uma instituição pública, os computadores

¹ Nesta introdução será usada a primeira pessoa do singular.

² Período escolar que antecede o 1º ano do Ensino Fundamental, que contempla crianças com até 5 anos a serem completados até o dia 30/06 do ano letivo.

³ Aproximadamente 17,78 cm. Medida baseada no tamanho da diagonal visual, que vai de um vértice da tela até o vértice oposto. É aquela que o telespectador efetivamente enxerga como imagem.

⁴ No capítulo 2 será feito uma discussão sobre essa questão.

⁵ Dispositivo de entrada e saída, utilizado para transmissão de dados entre computadores através de uma linha de comunicação, permitindo conexões de internet.

havam chegado às escolas de maneira despretensiosa. Certo dia, a professora levou toda a sala para um laboratório cheio deles, mas em um número menor do que o de alunos, fazendo com que cada máquina ficasse ocupada por três crianças. A atividade era simples: responder contas variadas de multiplicação o mais rápido possível. Para mim, já foi algo muito interessante, pois além do caráter desafiador da atividade, tinha a questão da tecnologia envolvida. Não me lembro de voltar naquele laboratório para participar de outras atividades.

Quando ingressava no Ensino Médio, em 2005, em uma instituição privada, a sensação tecnológica era o celular. Diferente de mim, boa parte de meus colegas de classe possuíam um para se comunicar, jogar e, os mais modernos, tirarem fotos, mesmo que essas não fossem de uma boa qualidade, mas para a época era excelente. Além disso, era mais simples se comunicar com outras pessoas. Os celulares se tornaram cada vez mais acessíveis e mais comuns dentro das salas de aula. Juntamente com essa ascensão surgiram alguns problemas, como, por exemplo, alunos que não prestavam atenção nas atividades escolares. Os professores tiveram que aprender a lidar com esse novo recurso tecnológico, e os alunos começaram a se complicar por conta disso. Que bom que eu não tinha celular. E que ruim que eu não tinha celular.

Foi durante essa época, no ensino básico, que duas disciplinas me chamaram a atenção, por considerá-las essenciais na formação escolar das pessoas: Português e Matemática. A língua portuguesa foi meu “atalho” para o 1º ano, assim eu percebi o quanto ela era útil, ainda mais quando me deparei com alunos que tinham dificuldades com a alfabetização. Já a admiração pelos números surgiu quando observei que possuía facilidade nessa área do conhecimento, diferentemente da maioria dos estudantes.

No fim do Ensino Médio, meu interesse pelas exatas prevaleceu, me fazendo considerar os cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. No ano de 2007 houve uma Semana Acadêmica⁶ na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na qual era possível visitar os cursos que a universidade oferecia. Em uma caminhada pelo *campus* da universidade me deparei com a exposição do curso de Matemática que foi fascinante, pois conheci diferentes recursos utilizados para lecionar. A habilidade com os números e a curiosidade por uma nova maneira de ensinar me fizeram optar por esse caminho ao invés dos outros dois.

⁶ Considerado o evento correspondente ao “Vem pra UFU”. Disponível em: <http://www.vemproufu.ufu.br>. Acesso em: 11 jan. 2017.

Ingressei no curso de Matemática no ano de 2008 por meio do antigo processo de ingresso à universidade chamado PAIES⁷ (Processo Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior). Foi nessa época que ganhei meu primeiro celular, pois como passava a maior parte do dia na universidade era preciso ter uma forma de ser contatado. Além disso, passei a ter uma proximidade frequente com os computadores, que me fascinaram pelas suas funções, fazendo as disciplinas que o utilizavam muito estimadas por mim. Com os *softwares*⁸ matemáticos e uma enorme curiosidade, passei muito tempo explorando suas diversas funções e me surpreendendo a cada descoberta. Foi assim que decidi focar meu caminho acadêmico para a exploração da Matemática através das tecnologias contemporâneas⁹.

Durante o curso surgiu a oportunidade de fazer parte de um projeto de iniciação à docência, que teve sua terceira edição iniciada no segundo semestre de 2011. E foi graças a esse que me decidi tornar educador, na medida em que ia vivenciando essa realidade. O auxílio financeiro que recebia desse projeto me deu condições de comprar meu primeiro *notebook*.

Eu, enquanto bolsista, recebi a proposta de acompanhar um trabalho de Robótica Pedagógica¹⁰ já existente na escola contemplada pelo projeto de iniciação à docência, visando dar continuidade ao trabalho no ano seguinte. A falta de conhecimento na área me fez hesitar na escolha dessa linha de pesquisa, mas a curiosidade me fez seguir em frente. Por ser uma área tão rica e tão interessante de ser trabalhada com os alunos, me motivei a pesquisar sobre o tema para me familiarizar.

Os estudos me permitiram realizar trabalhos no que tange o processo de ensino-aprendizagem¹¹ de Matemática em um contexto da educação pública. Nesse sentido desenvolvi atividades educativas com robótica para alunos que cursavam o ensino fundamental do 6º ao 9º ano. Alunos esses já conectados e que costumavam demonstrar um fascínio pelos robôs que comparo ao meu pelas tecnologias nos episódios supramencionados. E as atividades realizadas com essas crianças permitiram a produção do meu trabalho de

⁷ Prova realizada em três etapas, uma a cada ano do ensino médio, onde o aluno fazia a opção pelo curso na 3ª etapa. Disponível em: <http://www.ingresso.ufu.br/seriados/anteriores/paies>. Acesso em: 11 jan. 2017.

⁸ Termo utilizado para representar os vários tipos de programas usados para operar computadores em dispositivos relacionados. Considerado também o complemento do termo *hardware*, que descreve os aspectos físicos de computadores e dispositivos relacionados.

⁹ Ou novas tecnologias, ou seja, aquelas responsáveis pelo processamento e armazenamento de informações digitalizadas. Alguns exemplos dessas são os *tablets*, *pendrivers*, *bluray*, *smart TVs*, plataformas para programação, simulações computacionais, além da própria *internet*.

¹⁰ O capítulo 2 apresenta a definição desse termo.

¹¹ Compreendemos que o processo de ensino é indissociável do processo de aprendizagem, assim de modo a transmitir a associação desses dois tipos de relações pedagógicas e cognitivas utilizaremos o hífen quando tratarmos desse conceito.

monografia (DELFINO, 2013) intitulado “*Robótica Educacional: uma Perspectiva de Ensino-Aprendizagem de Matemática*”, defendido e aprovado em Setembro de 2013.

A robótica que era para mim uma nova linha de pesquisa desde 2011, se tornou memorável no ano de 2013, pois fiz parte de um projeto de robótica em outra instituição pública que foi “a primeira escola municipal de Uberlândia, [...], a adquirir o *kit* de robótica da *LEGO*¹² por meio do projeto governamental [...]” (BARBOSA, 2016, p.151). Os trabalhos na escola iniciaram em Julho, quando dei continuidade aos trabalhos de robótica que já vinha desenvolvendo desde 2011. Nessa mesma época foi formulado um projeto de pesquisa para o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado profissional¹³ da UFU, determinando essa escola como campo de pesquisa. Ao me submeter às etapas do processo de ingresso fui aprovado para o programa.

Inicialmente, o projeto de pesquisa propunha um estudo da aprendizagem matemática por meio de determinadas atividades de robótica. Nesse mesmo ano, os alunos do projeto tiveram a possibilidade de participar de um campeonato de robótica que tem por objetivo promover a socialização do aprendizado¹⁴ por meio de uma competição¹⁵. Vimos assim, nessa circunstância, uma oportunidade de estudo.

Agora, buscando o aprofundamento das pesquisas sobre robótica na educação, a proposta dessa dissertação é analisar o ambiente proporcionado pela preparação e participação de alunos de uma escola pública nos campeonatos de robótica. Para realizar essa investigação propomos a seguinte pergunta: ***É possível constituir um ambiente de aprendizagem visando à participação dos estudantes de uma escola pública em campeonatos de robótica?***

Nossa pergunta nos leva ao objetivo geral dessa pesquisa, o qual propõe: compreender a complexidade da organização e desenvolvimento de um trabalho educativo, de caráter científico, matemático e tecnológico, no âmbito da robótica, que viabilizou a participação de estudantes de uma escola pública de Uberlândia nas etapas locais, regionais e nacionais de um campeonato de robótica.

Agora, quanto aos objetivos específicos desta pesquisa pretendemos:

¹² Empresa dinamarquesa que existe desde 1949, cujo foco era o desenvolvimento de brinquedos de montar. *LEGO* é uma abreviação de duas palavras dinamarquesas *leg* *godt*, que significa “brincar bem”, e em latim também significa “eu monto” ou “eu junto”.

¹³ Disponível em: <http://www.ppgecm.ufu.br/node/57>. Acesso em: 11 jan. 2017.

¹⁴ Alguns torneios de robóticas trabalham em cada edição com temáticas variadas, voltadas para a relação do ser humano e o meio que ele vive, desenvolvendo nos alunos a criatividade e a capacidade investigativa na construção do conhecimento como forma de trabalho. Um aprofundamento maior sobre assunto será aprestado no capítulo 2.

¹⁵ Um aprofundamento maior sobre assunto será aprestado no capítulo 2.

- Investigar a constituição da identidade coletiva de uma equipe de robótica, considerando os membros envolvidos, o nome da equipe e a logomarca da equipe;
- Analisar as estratégias elaboradas e executadas para a preparação e participação de uma equipe em campeonatos de robótica;
- Refletir sobre o processo de organização e criação de um projeto escrito, numa perspectiva científica, elaborada em função do programa proposto pelos organizadores dos respectivos campeonatos de robótica;
- Estudar como foram produzidos os conhecimentos envolvendo a Matemática durante o processo de montagem e programação de robôs.

Como resultado do presente trabalho, foi criado um ambiente que utiliza a robótica no processo de ensino-aprendizagem, no qual os alunos, através do processo de preparação para o torneio, desenvolviam seus conhecimentos e aperfeiçoavam o método de produção de saberes utilizando as tecnologias contemporâneas envolvidas no desenvolvimento de pesquisas e robôs.

Como produto educativo final dessa pesquisa, foi elaborada uma proposta¹⁶ de atividades educativas que possibilitam o diálogo entre a matemática de sala de aula e a matemática presente em competições de robótica, especialmente naquela presente no Campo de Missões¹⁷, que é o espaço destinado à simulação com robôs.

1.1. Estrutura da Dissertação

O Capítulo 1 apresentou um resgate da minha trajetória estudantil, num viés da cultura digital. Também foi exposto o tema, a justificativa, o problema, a pergunta de pesquisa e os objetivos, geral e específico, desta investigação.

O Capítulo 2 apresenta uma visão panorâmica do estabelecimento e uso das tecnologias contemporâneas em diversos campos da atividade humana, com destaque para a Educação. Das várias tecnologias que as pessoas têm a sua disposição destacamos a robótica e seu uso no contexto escolar para auxílio do processo de ensino-aprendizagem, apontando a possibilidade de se trabalhar com ela em torneios de robótica.

¹⁶ Apresentada na seção 5.2.3.

¹⁷ No capítulo 2 é feito um trato aprofundado sobre esse termo.

O Capítulo 3 apresenta a teoria de aprendizagem construtivista, na perspectiva de *Lev Vigotsky*¹⁸ e *Seymour Papert*, os quais propõem analisar o desenvolvimento do conhecimento tomando como ponto de partida o sujeito, levando em consideração vários fatores.

O Capítulo 4 descreve brevemente a metodologia proposta, apresentando as ferramentas utilizadas para a produção de informações e o contexto da pesquisa, com destaque para o local e os sujeitos envolvidos.

O Capítulo 5 apresenta e analisa as informações provenientes das observações da experiência vivenciada e das produções dos alunos. Além disso, é apresentado o produto educacional desenvolvido ao longo desta pesquisa.

Por fim, o último capítulo foi destinado às considerações finais do trabalho realizado, seguido das referências bibliográficas e os anexos.

¹⁸ O nome Vigotsky é encontrado, na bibliografia existente, grafado de várias formas: Vigotski, Vygotsky, Vygotski, Vigotsky. Optamos por empregar a grafia Vigotsky, mas preservamos, nas indicações bibliográficas, a grafia adotada em cada uma delas.

2. Robótica Pedagógica

A palavra tecnologia tem sua origem na junção das palavras gregas “*tekhne*” que significa “arte, técnica, ofício” e “*logia*” que significa “estudo”. Se quisermos¹⁹ compreender a tecnologia apenas por essa perspectiva, o conceito fica vago, por não abarcar todas as dimensões desse significado. Entretanto, essa definição a partir de seu significado etimológico combina perfeitamente com as palavras de Kenski (2003) que diz que para todas

atividades que realizamos, precisamos de produtos e equipamentos resultantes de estudos, planejamentos e construções específicas, na busca de melhores formas de viver. Ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade nós chamamos de “tecnologia”. Para construir qualquer equipamento – seja uma caneta esferográfica ou um computador –, os homens precisam pesquisar, planejar e criar tecnologias (KENSKI, 2003, p. 18).

Assim, percebemos que a tecnologia é uma resposta cultural a um anseio humano, ou seja, são construções provenientes de estudo e de necessidades. Hoje vivemos em um estágio de desenvolvimento da tecnologia a nível digital, pois os meios de comunicação com a eletricidade se comunicam de forma binária, com dígitos 0 e 1, por isso é dito que vivemos hoje na era digital (ou era da comunicação), recém-egressos da era industrial. Tal avanço tecnológico surpreende por sua velocidade de desenvolvimento e por conseguir alcançar várias áreas e atividades sociais, econômicas, políticas e culturais. Silva (2009, p.13) diz que a “grande diferença em relação a outras épocas é que não só criamos tecnologias contemporâneas de dominação da natureza, como também, essas tecnologias contemporâneas possibilitam a apropriação da informação”. Oliveira (2003) reforça essa ideia:

a capacidade de produção, distribuição e consumo em massa da informação fez surgir assim uma nova estrutura social, uma nova economia e uma nova cultura. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) invadiram o cotidiano social e têm exigido uma autêntica revolução em inúmeras profissões, atividades de investigação científica, na concepção e gestão de projetos e na administração pública (OLIVEIRA, 2003, p. 92).

Essa revolução, citada por Oliveira (2003), propicia um novo olhar social, onde se espera que o cidadão esteja preparado para relacionar as tecnologias contemporâneas no seu

¹⁹ A partir de agora será usada a primeira pessoa do plural.

cotidiano, explorando suas potencialidades. Sendo assim, destacamos o uso das tecnologias contemporâneas no contexto escola, ou seja, no auxílio do processo de ensino-aprendizagem.

Para isso, partimos da expectativa que a escola “assegure a todos uma formação cultural e científica para a vida pessoal, profissional e cidadã, possibilitando uma relação autônoma, crítica e construtiva com a cultura em suas várias manifestações” (OLIVEIRA, 2003, p. 93), e, também, que as tecnologias contemporâneas “em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas implicações que exercem no cotidiano das pessoas” (BRASIL, 1998, p.43). Assim, entendemos que os trabalhos com as tecnologias contemporâneas passam a ter um papel na construção da cidadania do estudante.

Assim, é preciso propor uma resignificação dos papéis empregados por todos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração todo o contexto desses, não se restringindo ao espaço inserido. Há mais de uma década Kenski (2003) já discutia sobre o paradigma do trabalho com tecnologias em sala de aula, que segundo ela, era, e cremos que ainda seja,

um dos grandes desafios para a ação da escola na atualidade. Viabilizar-se como espaço crítico em relação ao uso e à apropriação dessas tecnologias de comunicação e informação. Reconhecer sua importância e sua interferência no modo de ser e de agir das pessoas e na própria maneira de se comportarem diante de seu grupo social, como cidadãos (KENSKI, 2003, p. 25).

A afirmação de Kenski (2003) reforça a ideia de que as experiências com as tecnologias têm a capacidade desenvolver intelectualmente o estudante, habilitando-o para encarar os desafios, ampliar horizontes, atuar tanto no presente quanto no futuro com sucesso, e se qualificar para o mercado de trabalho e principalmente para a vida. E não só os alunos, mas também os professores devem estar preparados para relacionar as novas exigências que as tecnologias contemporâneas têm trazido para o nosso cotidiano, proporcionando novas formas de trabalho, bem como, do processo de ensino-aprendizagem. Pois, como é destacado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

uma característica contemporânea marcante no mundo do trabalho, exigem-se trabalhadores mais criativos e versáteis, capazes de entender o processo de trabalho como um todo, dotados de autonomia e iniciativa para resolver problemas em equipe e para utilizar diferentes tecnologias e linguagens (que vão além da comunicação oral e escrita). Isso faz com que os profissionais tenham de estar num contínuo processo de formação e, portanto, aprender a aprender torna-se cada vez mais fundamental (BRASIL, 1998, p.27).

Seguindo a ideia defendida pelo PCN e considerando o fato da tecnologia se encontrar em um processo de desenvolvimento exponencial, temos um aumento no uso de diversos recursos tecnológicos dentro das salas de aula, como, por exemplo, o computador e o celular, ambos com acesso a *internet*. A inserção desses recursos tecnológicos no contexto escolar além de inevitável é também necessária, pois

não é difícil pensar num futuro para a educação em que os ambientes informatizados vão ultrapassar sua função de simples ferramentas de apoio ao pensar, na forma que a psicologia cognitiva hoje explica, passando então a ter papel fundamental no próprio desenvolvimento de novas capacidades cognitivas do indivíduo, ainda hoje não imaginadas (GRAVINA; SANTAROSA, 1998, p.22).

Baseando-se no pensamento de Gravina e Santarosa (1998) pode surgir a falsa ideia de que apenas a aquisição de materiais para o desenvolvimento de atividades proporcionará um trabalho eficiente, já que o avanço tecnológico impõe o uso das tecnologias contemporâneas em sala de aula. Contudo, acreditamos que também é necessária a formação e/ou capacitação²⁰ de pessoas para desenvolver esse trabalho, pois os professores devem se familiarizar com o ensino através das tecnologias durante a sua formação a docência. Oliveira (2003) concorda com essa ideia quando diz que

não é a simples modificação do currículo que vai dinamizar o ensino e a aprendizagem. É necessário haver pessoal qualificado para utilizar a tecnologia; a universidade precisa preparar os educadores, capacitando- os a elaborar planos, programas e projetos; implantar sistemas e produzir software educacional (OLIVEIRA, 2003, p. 99).

Além disso, é importante destacar que as dificuldades encontradas para utilizar a tecnologia no ensino, como acesso aos materiais, tempo, apoio da escola e pessoas qualificadas para o desenvolvimento do trabalho, como pontuados anteriormente, tornam as atividades relacionadas às tecnologias contemporâneas um desafio para o professor.

Em contrapartida, o trabalho fica mais fácil quando partirmos do princípio de que as crianças são advindas de uma sociedade da informação, onde é natural que para algumas²¹ o uso de tecnologias contemporâneas não seja uma atividade atípica. Essas crianças são

²⁰ Formação de professores transmite a ideia de ação de formar pessoas, no sentido de estas virem a tornar-se docentes, enquanto que capacitação de professores indica a ação de torná-los ainda mais capazes do que a sua formação de docentes faria supor.

²¹ Silva (2009) diz que há “pessoas à margem de todo processo informacional, os denominados excluídos digitais”. Uma pessoa excluída é “aquela que não tem a capacidade de participar totalmente nas esferas sociais e econômicas devido a uma grande variedade de problemas sociais, incluindo desemprego e falta de instrução, entre outras deficiências” (SILVA, 2009, p.13).

chamadas de nativas digitais²², pois é levada em consideração a época em que nasceram. Schivani (2014) diz que

não se pode esquecer que os estudantes de hoje (do nível básico ao universitário), em sua maioria, já estão habituados à comunicação e à informação audiovisual dinâmica e sucinta, comum na linguagem da televisão, do cinema e, principalmente, da informática (SCHIVANI, 2014, p.69).

Além disso, Schivani (2014) percebeu que o fato das crianças estarem habituadas com o uso das tecnologias origina mudanças sociais em várias dimensões, pois “além de influenciarem significativamente os modos de vida e de produção da sociedade em geral, possuem potencial para gerar novas situações de ensino e aprendizagem” (SCHIVANI, 2014, p.69). Sendo assim, a forma de se utilizar as tecnologias contemporâneas para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem apoia o professor no exercício da docência.

Das tecnologias contemporâneas gostaríamos de destacar a robótica que é comum nas atividades diárias da maioria das pessoas, além de possuir um papel importante nos dias atuais, como o de criar condições para exploração em novas abordagens.

A robótica gera curiosidade e fascínio, pois está associada à ideia de criar seres que são capazes de reproduzir ações por si só, pensando e agindo como pessoas. Essa vontade traz escondido um desejo que está relacionado à palavra “robô”, que, segundo Silva (2009), deriva da palavra tcheca “*robota*”, que pode ser traduzida por “servo” ou “escravo”, ou seja, a ambição humana de inventar uma criatura que satisfaça as suas vontades. Tal significado aparece pela primeira vez em um livro de Karel Capek²³ no início do século XX. Ampliando essa definição Campos (2005) apresenta o termo robô como sendo

um dispositivo geralmente mecânico, que desempenha tarefas automaticamente, seja de acordo com a supervisão humana direta, através de um programa predefinido ou seguindo um conjunto de regras gerais, utilizando técnicas de inteligência artificial. Geralmente estas tarefas substituem, assemelham ou estendem o trabalho humano, montagem de peças, manipulação de objetos pesados ou perigosos, trabalho no espaço, etc. (CAMPOS, 2005, p.22).

²² O termo nativo digital foi sugerido por Prensky em 2001 para designar os nascidos a partir de 1990. Também faz referência à criança que “não somente nasceram em um mundo cercado por tecnologia digital e estão mais pré-dispostos a usá-la, mas que também fazem uso de mídias digitais como parte de suas vidas” (FRANCO, 2013, p.19).

²³ Escritor tcheco (1890 - 1938) que em 1920 cria o termo no romance R.U.R. (Robôs Universais de Rossum), onde Rossum projeta e produz um exército de robôs que aprimoram a inteligência e dominam o mundo.

O termo robótica também surgiu da literatura, sendo utilizado pela primeira vez pelo o escritor e bioquímico Isaac Asimov, em 1941, na história *Runaround*²⁴, referindo-se ao estudo e uso de robôs. De maneira mais ampla, podendo ser considerada como “a ciência ou o estudo da tecnologia associado com o projeto, fabricação, teoria e aplicação dos robôs” (SILVA, 2009, p.27), ou, complementarmente,

o ramo da mecânica, [...] que atualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controlados por circuitos integrados (micro processadores), tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos ou mesmo computadores (CAMPOS, 2005, p.22).

Conceituado o que é robótica e robô na nossa visão, destacamos que por mais que essa ciência se promova hoje na nossa sociedade graças à literatura e o cinema, os robôs já estão bem presentes no nosso cotidiano, já que “nos últimos anos, as pesquisas em robótica têm desenvolvido artefatos não só para a indústria automobilística e têxtil (suas primeiras aplicações), mas também para o agronegócio, indústria bélica, alimentícia, entretenimento, etc.” Silva (2009, p.3). Além disso, “existe uma grande esperança, especialmente no Japão, de que o cuidado do lar para a população de idade avançada possa ser levado a cabo por robôs” (CAMPOS, 2005, p.24).

Dada a diversidade de aplicação da robótica é permitido afirmar que ela é hoje uma ciência em expansão e transdisciplinar por natureza, envolvendo várias áreas de conhecimento,

pois nela é agrupado e aplicado o conhecimento de microeletrônica (peças eletrônicas do robô), engenharia mecânica (projeto de peças mecânicas do robô), física (movimento do robô), matemática (operações quantitativas), inteligência artificial (operação com proposições) e outras ciências. Além desses conhecimentos que compõem o desenvolvimento de atividades com a robótica, outras áreas das ciências humanas (como a pedagogia) também podem agregar valores e serem aplicadas. Vale ressaltar que questões éticas, morais, culturais, socioeconômicas, religiosas, por exemplo, são retomadas sempre que a robótica é colocada como centro das discussões (CÉSAR, 2013, p.45).

Das diversas áreas pontuadas por César (2013) destacamos aquela voltada para a pedagogia. Segundo Barbosa (2011) a palavra pedagógico ou educacional, vem associada a uma ferramenta ou área específica apontando a finalidade de complemento para o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, da união de robôs, característicos da robótica, com

²⁴ Um conto de ficção científica que se passa em Mercúrio no ano de 2015, onde Powell, Donovan e o robô Speedy voltam para reiniciar as operações em uma estação de mineração. Quando Speedy é enviado para buscar Selênio, a fim de reparar um problema na estação, ele é afetado por esse material. Fazendo com que o robô tenha uma discordância cognitiva.

conteúdos escolares surge a Robótica Pedagógica ou Educacional, que “é uma denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvido em propostas de ensino e de aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento” (CÉSAR, 2009, p.25).

Essa união, da robótica com a educação, possibilita uma aprendizagem especial, pois o robô é um elemento tecnológico que possui conceitos científicos com princípios básicos abordados em conteúdos escolares, oriundos de sua natureza transdisciplinar, e, além disso, tem um caráter lúdico que trabalha a imaginação da criança. A forma de se ensinar e trabalhar utilizando os robôs sugere outro caminho para apoiar o professor no exercício da docência. Em sua pesquisa César (2009) destaca:

[...] relembrando que concebemos como robôs não somente criações à imagem e semelhança dos homens, nesta pesquisa queremos explorar um aspecto que extrapola a fobia humana em relação ao “brincar de Deus” dos cientistas. [...] enfocaremos o uso da Robótica Industrial num contexto em que as atividades de construção e controle de dispositivos propiciem o manuseio de conceitos de ciências em geral num ambiente de sala de aula (CÉSAR, 2009, p.22).

Análogo à pesquisa de César (2009) é que procuramos relacionar o robô com a educação, o foco deste trabalho. A robótica no contexto escolar é vista através de outra perspectiva, pois passa da finalidade de produção de robôs, para se estabelecer como um mediador no processo de ensino-aprendizagem, o que permite que esse recurso pedagógico oportunize diversas formas de trabalho.

Os estudos referentes às formas de se trabalhar com a Robótica Pedagógica, e também suas implicações, segundo Silva (2009), surgiram com Seymour Papert, pesquisador do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), nos anos 60. Os trabalhos de Papert trouxeram grande contribuição para essa área, abrindo caminho para outros pesquisadores estudarem os trabalhos da robótica no ensino e seus desdobramentos.

Dentre os trabalhos na área, temos o de Zilli (2004), que constatou que ao utilizarmos a robótica estamos oportunizando aos alunos o desenvolvimento de algumas capacidades, tais como a organização, responsabilidade, criatividade, capacidade de resolver problemas, trabalho em equipe, raciocínio lógico, formulação de conjecturas, exposição de ideias, etc.

As habilidades, citadas anteriormente, surgem, por exemplo, nos trabalhos que recorrem ao recurso da resolução de situações-problemas²⁵, quando há um estudo das etapas do trabalho buscando encontrar a solução do problema. Ao relacionar a automação e a programação os alunos são levados frente às situações-problemas, a “buscarem soluções que integram conceitos e aplicações de outras disciplinas envolvidas, como matemática, física, mecânica, eletrônica, *design*, informática, etc” (BRUM, 2017, p.3). Nesse processo há uma interação entre teoria e prática, induzindo a uma busca de novos saberes e do saber-fazer, acarretando em uma “ligação inteligente entre a percepção e a ação” como pontua Pio, Castro e Júnior (2006), pois

trabalhar em robótica significa estudar, projetar e implementar sistemas ou dispositivos que, com a utilização de percepção e de certo grau de inteligência, sejam úteis na realização de uma determinada tarefa, pré-definida ou não, que envolva interação física entre o sistema (ou dispositivo) e meio onde a tarefa está sendo realizada (PIO; CASTRO; JÚNIOR, 2006, p. 197).

Sendo assim, entendemos que a Robótica Pedagógica proporciona aos seus usuários formas de experimentação, a nível individual e coletivo, possibilitando a manipulação de diferentes materiais de uso diário, culminando na produção de projetos concretos e de interesse real. Barbosa (2011) vem reforçar essa ideia ao analisar a Robótica Pedagógica

[...] como uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de oferecer condições de trabalho com atividades investigativas e de treino, ou seja, constituir ambientes diversos de aprendizagem dependendo da abordagem pedagógica adotada e dos objetivos educacionais a serem alcançados. Nesse sentido, a robótica transcende um conjunto de peças e montagem de robôs, alcançando um contexto de produção intelectual e desenvolvimento cognitivo capaz de preparar um indivíduo a pensar coletivamente e fazer do seu consumo (conhecimento e informação) um processo de produção e autoria (BARBOSA, 2011, p.56).

A afirmativa de Barbosa (2011) trata da robótica enquanto resposta a inquietação da produção do próprio conhecimento e autonomia intelectual na educação, pois o sujeito capaz de buscar algo que o estimule, já que Robótica Pedagógica assume um papel motivador. Zilli (2004) corrobora essa ideia ao dizer que

pela proximidade na vida cotidiana, a robótica pode ser uma forte aliada no processo de aquisição do conhecimento, pois possibilita uma aprendizagem ativa, dialogal e participativa, onde o aluno é o sujeito do seu processo de construção do conhecimento (ZILLI, 2004, p.15).

²⁵ É uma situação que demanda a realização de uma sequência de ações ou operações para obter um resultado. Ou seja, a solução não está disponível de início, mas é possível construí-la. (BRASIL, 1998).

Percebemos que tanto Barbosa (2011) quanto Zilli (2004) usam os termos “produção” e “construção” insinuando, de maneira proposital ou não, um jogo de palavras com a ideia de montagem de robôs, em paralelo ao fato do aluno ser, nas atividades de robótica, ativo no processo de aprendizagem. Porém, é importante destacar que quando consideramos esse papel ativo do aluno, não excluimos o papel do professor. Assim, acreditamos que ambos têm funções importantes no processo de ensino-aprendizagem.

Com a Robótica Pedagógica o professor não é mais aquele que apenas ensina, outorgando aos alunos essa função, em um processo em que todos aprendem reciprocamente. Isto mostra que com a ciência dos robôs, os alunos podem ser mais participativos no processo de aprendizagem, desenvolvendo a autonomia para pensar. É durante o trabalho coletivo que se espera a participação ativa dos alunos. Por isso é importante que durante o processo a criança seja motivada a interagir e desfrutar deste diferencial em seu aprendizado, por meio de respostas empíricas sobre as ações desenvolvidas de forma prática, permitindo que o estudante explore o potencial da Robótica Pedagógica, porquanto essa

contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a sua construção cultural e, enquanto cidadão, torna-o autônomo, independente e responsável. O professor, como facilitador desse processo, muitas vezes chega a confundir-se com o próprio ambiente (ZILLI, 2004, p.77).

É importante destacar na afirmação de Zilli (2004) o termo “ambiente”, que é um dos elementos que compõem os trabalhos de robótica. Existem outros que sugerem por qual perspectiva que analisamos a Robótica Pedagógica, como apresenta César (2009):

ora encontramos o termo Robótica Pedagógica relacionado aos dispositivos robóticos, as máquinas (ao hardware), ora relaciona-se ao espaço físico, ao laboratório ou ao ambiente de aprendizagem; e, por vezes, o termo aparece como sinônimo de Robótica Educativa, do projeto em desenvolvimento ou mesmo como a metodologia em si (CÉSAR, 2009, p.25).

Entendemos a partir da compreensão de César (2009) a importância da tríade que compõe um trabalho de robótica, na qual cada um tem a sua importância. Ou seja, a metodologia não diminui a importância dos espaços e nem dos recursos utilizados, visto que ambos são necessários para uma atividade de robótica.

Quanto aos dispositivos robóticos utilizados nas atividades, destacamos os materiais patenteados, que definem uma linha chamada de Robótica não livre²⁶, ou Robótica por *Kits*, na qual se lança mão de um *kit* específico, que possui linguagem própria de programação ou

²⁶ Tal linha se contrapõe a Robótica livre, que propõe o uso de sucata para a montagem dos robôs, e utiliza *softwares* livres para programação dos mesmos, como apresenta César (2009, 2013).

utiliza outras existentes no mercado. Campos (2011) em sua pesquisa pontuou os prós e contras dessa linha da Robótica Pedagógica ao dizer que

a Robótica não Livre limita o número de peças utilizáveis ao conteúdo das caixas disponíveis de cada empresa e faz com que cada robô seja parecido com o outro: mesmas cores, mesmos sensores. Montar toda a estrutura do robô com pequenas peças pode também ser muito laborioso e o custo do *kit* pode ser inviável para a maioria. Mas as peças encaixáveis pensadas de maneira a terem múltiplas conexões e o fato de ser programável facilita muito o trabalho de quem utiliza esta linha (CAMPOS, 2011, p.11).

Campos (2011) ainda destaca que utilizar o *kit* próprio de robótica “pode ser um agente facilitador na obtenção das partes para montagem, além de permitir a programação – enriquecedora, enquanto anima um robô” (CAMPOS, 2011, p.34). No mercado educacional existe uma variedade²⁷ de *kits* educacionais de robótica para serem utilizados em ambientes de aprendizagem de Robótica Pedagógica. Essa diversidade é um reflexo de como

essa área tem crescido e despertado o interesse de empresas especializadas em material para automação, e de escolas que os utilizem em sala de aula como objeto de aprendizagem ou simplesmente para participar de competições de robótica (SILVA, 2009, p.34).

Na afirmação de Silva (2009) percebemos outro foco para o desenvolvimento de trabalhos de Robótica Pedagógica além das atividades em sala de aula, recorrendo ao uso de *kits* de robótica, que é a participação em competições de robótica.

De uma maneira geral, a mais conhecida aplicação dos robôs a nível educacional, como também afirma a autora, está relacionada à preparação e participação em competições de robóticas²⁸ que se realizam a nível nacional e internacional, geralmente associadas a projetos do ensino médio e superior. Agora, quanto à preparação Martins (2012) diz que

há escolas que possuem um grupo para competições e, depois de se inscreverem para algum campeonato, iniciam o trabalho de preparação para o mesmo. A preparação envolve pesquisas na internet, compreensão do desafio do campeonato e desenvolvimento de um robô para a participação (MARTINS, 2012, p.14).

Esse processo de preparação é importante para os alunos, pois é possível o desenvolvimento de saberes e habilidades dos alunos em diversos campos, estimulados pela proposta do campeonato. Após o período de preparação os alunos passam pelo o momento de participação da competição.

Em algumas instituições, há o estímulo para que os alunos participem de competições, cujas atividades propostas são solucionadas, em sua maioria, por um robô inteligente com capacidade de decisão, promovendo, dessa

²⁷ Os diferentes tipos de *kits* podem ser vistos, em particular, nos trabalhos de Cabral (2011), Schivani (2014), Silva (2009) e Zilli (2004).

²⁸ As competições com maior visibilidade são as de futebol com robôs.

maneira o raciocínio dos alunos quanto aos aspectos mecânicos necessários ao robô para a realização das tarefas propostas (CASTRO, 2008, p.17).

A competição é gerada por uma situação-problema na qual determinada pessoa, ou um grupo, é capaz de realizar certa tarefa, que exija raciocínio e estratégias elaboradas, e é nesse momento que a Robótica Pedagógica surge, colaborando na produção de robôs e projetos.

O aprendizado referente às práticas é consolidado em competições em arenas de robô, onde as experiências obtidas nas atividades de preparação são aplicadas na prática. Aspectos importantes são observados como o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, persistência e criatividade, socialização com o apoio do grupo e autonomia.

Dentre as diversas competições se destaca a *RoboCup*²⁹, que teve início em 1997 e realiza “um campeonato de futebol entre robôs projetados por alunos de diferentes instituições de ensino, [...] representa um dos mais conceituados eventos mundiais de competição de robótica” (ROCHA, 2006, p.53).

Essa competição promove o estudo e o desenvolvimento da robótica, inteligência artificial e áreas afins, privilegiando o trabalho de equipe com o objetivo de solucionar problemas reais e desafios, combinando várias tecnologias, ciências e métodos para obter os melhores resultados, a saber:

O último grande objectivo/projecto da RoboCup, é que, aproximadamente até ao ano 2050, se consiga desenvolver uma equipa de robots humanóides autónomos que consigam vencer a equipa humana campeã do mundo, num jogo de futebol. A RoboCup é também designada RoboCupSenior (BATISTA, 2010, p.11).

Buscando também a realização de trabalhos com esse potencial, é que diferentes países têm desenvolvido essa competição, agregando ao seu título o nome de sua nação. Não foi diferente com o Brasil. A “*RoboCup Brasil*³⁰ promovida pelo Conselho Brasileiro da *Robocup*, promovida pela *International Robocup Federation* ocorre desde 2004” (SILVA, 2009, p.45). Em 1998, integrada na *RoboCup*, surge a *RoboCupJunior*³¹, que foi realizada pela primeira vez no Brasil em 2005. O foco da *RoboCupJunior* é a educação, voltada para o Ensino Básico, e tem por objetivo “introduzir a robótica aos jovens estudantes dos níveis mais elementares da educação. Mais do que o desenvolvimento tecnológico, o foco nesta liga é a educação e o estímulo ao surgimento de futuros pesquisadores” (SILVA, 2009, p.45).

²⁹ Disponível em: www.robocup.org. Acesso em: 11 jan. 2017.

³⁰ Disponível em: www.robocup.org.br. Acesso em: 11 jan. 2017.

³¹ Disponível em: rcj.robocup.org. Acesso em: 11 jan. 2017.

Análogo a *RoboCupJunior* existem outras competições cujo foco é educacional, não se limitando a área tecnológica, ao trabalhar temáticas variadas³², como, por exemplo, desastres naturais, uso consciente da água e agricultura sustentável. As temáticas são o cerne do torneio, pois elas determinam as produções que as equipes devem fazer. Basicamente, o trabalho dos alunos é buscar soluções para os problemas sobre a temática, além de participarem de uma disputa de robôs relacionada ao tema em questão.

Uma competição que segue essa filosofia é o Torneio Mineiro de Robótica³³ (TMR), um torneio de âmbito regional, que além da proposta educacional, não deixa de lado a questão do entretenimento, possuindo um caráter lúdico e educativo³⁴. Além disso, essa competição, assim como outras, recorre à tecnologia *LEGO® Mindstorms*³⁵ para a produção e desenvolvimento de suas atividades, permitindo desenvolver a robótica de forma prática e interativa dentro de um ambiente informal. Quanto a sua origem 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 (BARBOSA, 2016, p.203).

Nessa proposta, o TMR propõe diversas atividades, cujas avaliações são divididas em: Organização e Método, para analisar a conduta e capacidade de gestão da equipe; Mérito Científico, em que as equipes precisam levantar uma problemática e propor uma solução inovadora a partir da temática, por meio do desenvolvimento de um projeto; e, Tecnologia e Engenharia, que envolve avaliação do *design* de robôs e a participação de uma disputa de robôs.

A disputa acontece sobre um local chamado Campo de Missões, que é um “tapete” feito com uma malha de lona, colocado em uma mesa adequada, o qual possui locais específicos para posicionar várias construções de peças da *LEGO®*, representando atividades relacionadas ao tema, as quais são chamadas de missões, formando, assim, um cenário. A união de dois Campos de Missões é chamada de Arena. Os dois Campos de Missões são

³² Usualmente o tema central é o mesmo declarado pela UNESCO, a cada ano, como sendo de relevância mundial, para análise e reflexão de tema transversal às escolas.

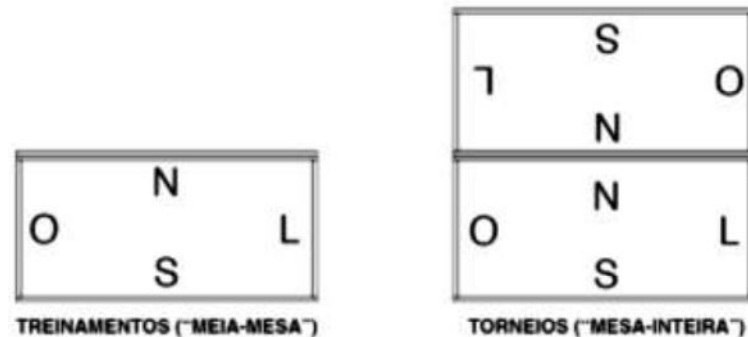
³³ Disponível em: https://www.facebook.com/pg/torneiomineiroderobotica/about/?ref=page_internal. Acesso em: 11 jan. 2017.

³⁴ Educativo expressa a ideia de “um processo de formação não-planejado pedagogicamente, isto é, os conteúdos/ações pensados, executados e avaliados não são sistematizados”, o qual deriva de uma relação com “pessoas que vivencia(ra)m experiências diversas das nossas, que assumem diferentes ideias, gostos, atitudes e comportamentos e/ou concepções de ética, filosofia, credo, dentre outras” (CÉSAR, 2013, p.54).

³⁵ Linha de brinquedo desenvolvido pela *LEGO® Education*, uma divisão da empresa dinamarquesa *LEGO®*, voltada para a educação tecnológica. Disponível em: <http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>. Acesso em: 11 jan. 2017.

idênticos, e em alguns casos possuem missões comuns, a serem resolvidos por uma das equipes. Na Figura 1 vemos a disposição da(s) mesa(s).

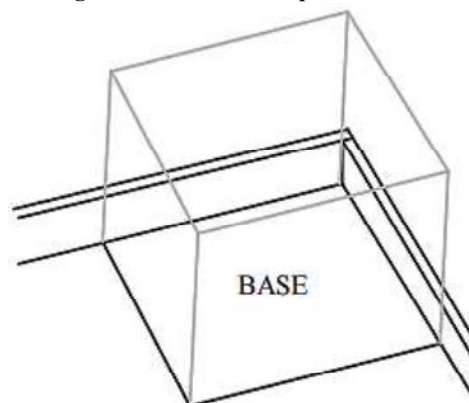
Figura 1 – Campo de Missões e Arena



Fonte: Barbosa (2016, p.248)

Define-se como Base em um Campo de Missões a região no canto de encontro das paredes Oeste e Sul, que delimita um cubo imaginário de 30 cm de aresta (Figura 2). É dentro dessa região que o robô inicia seu movimento, por isso é permitido tocar no robô apenas quando ele está dentro da Base, seja para prepará-lo ou modificá-lo.

Figura 2 – Base do Campo de Missões



Fonte: TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017c

Estabelecido o espaço que acontece a disputa de robôs, passamos para a forma que essa é realizada. O objetivo é que o robô de forma autônoma³⁶ seja capaz de realizar as missões, cada uma com uma pontuação, no menor tempo³⁷ possível, de acordo com uma determinada tática dos alunos.

Seguindo essa estrutura, de desenvolvimento e avaliação, o TMR teve mudanças, no ano de 2014, ao adotar a etapa nacional. Antes as equipes participavam de uma etapa local e

³⁶ Tipo de robô que pode movimentar-se sem estar conectado a nada externo.

³⁷ A duração máxima é de 120 segundos. Esse tempo só para quando termina, quando um time conclui todas as missões ou quando um time encerra a partida por excesso de penalidades.

uma regional, apenas. Essa mudança estabeleceu, assim, o Torneio Brasil de Robótica³⁸ (TBR), que aconteceu em março de 2015, na cidade de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. Assim sendo, as equipes classificadas da etapa regional do TMR em 2014 estavam classificadas para o TBR em 2015. Essa competição é

uma iniciativa da empresa R2E – Robótica Educação e Eventos, 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 (TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017b).

Podemos perceber, assim, que a proposta do TBR é análoga a do TMR. As diferenças notórias nos torneios são a dimensão, passando de regional para nacional, e a empresa que apoia as competições. Outra diferença é que o TBR criou modalidades (Figura 3) baseadas na faixa etária, começando a ser válida para a etapa local da temporada 2015/2016.

Figura 3 – As modalidades do TBR

Kids 6 a 9 anos	Middle 10 a 15 anos	High 16 a 19 anos	University ≥ 17 anos
Modalidade em experimentação	Modalidade regular	Modalidade regular	Modalidade em experimentação

Fonte: Editada pelo autor, origem TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017a

No TMR as equipes eram formadas por um técnico, maior de 17 anos, e um mentor, maior de 18 anos, além de três a dez alunos de idade mínima de 9 anos e a máxima de 16. Assim, uma criança de 9 anos acabava competindo com os adolescentes de 16, que possuíam, normalmente, uma maior vivência escolar. Com essas separações, o TBR respeita as faixas etárias dos participantes e, também, oportunizam outros a participarem, aqueles englobados pelas modalidades *Kids* e *University*.

Com essas mudanças o TBR busca a melhor forma de contemplar as diversas possibilidades de ganhos que a robótica proporciona, seja no nível educacional, ou no social. É por isso que esse torneio, dentro das suas realizações e objetivos, precisa

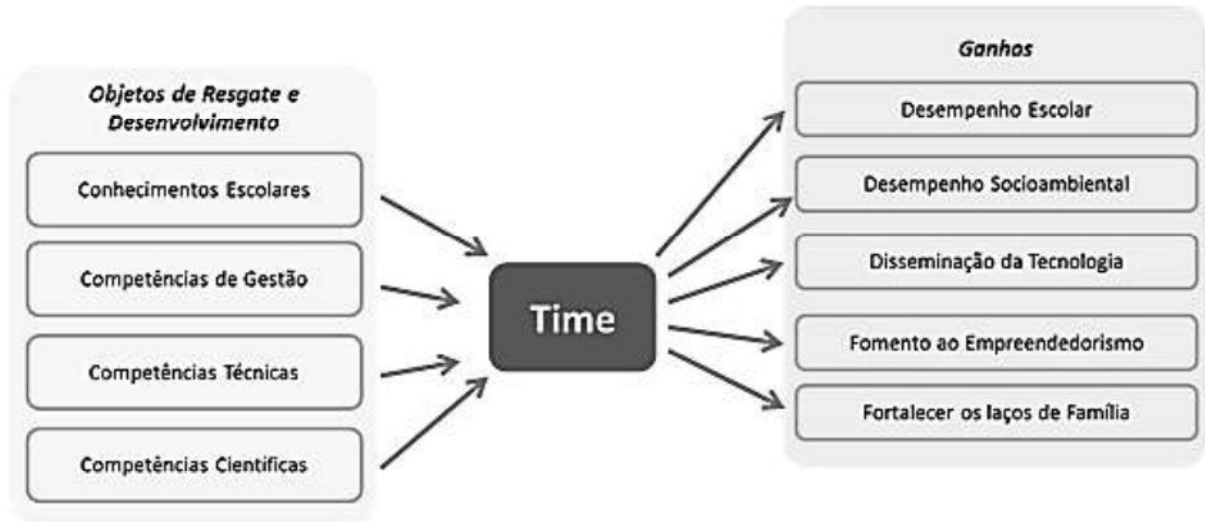
ser entendido como um foro livre, em que a capacitação do público atendido possibilitará o desenvolvimento humano de forma holística, de modo que possam se enveredar pelo mundo maravilhoso das descobertas, invenções e inovações” (TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017b).

Portanto, de modo a contemplar esse desenvolvimento nos alunos, espera-se que, por meio de determinados conhecimentos e competências as crianças, dentro das diversas

³⁸ Disponível em: www.torneiobrasilderobotica.com.br. Acesso em: 11 jan. 2017.

atividades do torneio, “possam compreender melhor sua localização no mundo, importância na comunidade em que habitam, capacidade de realização e necessidade por uma sociedade mais equânime” (TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017b), gerando ganhos, como podemos ver na figura 4.

Figura 4 – Resultados esperados do TBR



Fonte: Editada pelo autor, origem TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA, 2017b

Compreendemos, assim, que o TBR cria espaços educativos que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem das ciências exatas e tecnológicas em consonância com outras áreas do ensino, levando em considerações a realidade dos sujeitos, suas idades, interesses, aptidões, seus acessos a informações, a tecnologias, da participação dos projetos na escola e das práticas pedagógicas presentes na instituição que estudam, almejando o desenvolvimento dos participantes, primeiramente, e, depois, as pessoas à sua volta.

3. Teorias de Aprendizagem e Robótica Pedagógica

Ao olharmos para a história podemos ver como o Homem tem usado seu intelecto para realizar criações ou descobertas, que apontam para o conhecimento, sua origem e evolução. Uma análise que culminou em diferentes teorias, das quais destacamos o Inatismo, o Comportamentalismo e o Construtivismo.

Nessas três teorias compreende-se que o desenvolvimento cognitivo resulta de um processo de interação do indivíduo com o ambiente e que o conhecimento se constrói ativamente durante o mesmo. O que difere cada teoria é a maneira com que os pesquisadores buscavam explicar esse processo.

No Inatismo, estudado por nomes como Noam Chomsky e Konrad Lorenz, acreditava-se que o conhecimento é próprio da pessoa, ou seja, está incutido nela desde seu nascimento, nada que ela faça aumentará sua gama de saberes, cabendo apenas descobri-los e aprimorá-los à medida em que se desenvolve, pois o indivíduo é inteligente por natureza.

Já na teoria do Comportamentalismo o sujeito é visto como um ser incompleto, vazio e desprovido de inteligência, que por meio de experiências com o ambiente desenvolve seu conhecimento. As aquisições desses conhecimentos ocorrem por meio de um processo dual de estímulo-resposta, em que não se considera o que sucede na mente durante o processo de aprendizagem. John Watson, um dos pesquisadores dessa teoria, acreditava que

poderia transformar qualquer criança, vinda de qualquer meio, naquilo que desejasse. Expressava, deste modo, sua crença de que o homem é produto do meio, bem como sua expectativa de que a mente humana seria uma “tabula rasa” na qual se registraria aquilo que se pretendesse. (GOULART, 2010, p.133)

Nesse sentido, no contexto de sala de aula o Comportamentalismo se manifesta nos métodos e materiais de ensino, pois se espera que esse seja bem planejado. Dessa forma é possível antever os resultados e assim direcionar o estudante para o comportamento desejado. A avaliação é tradicionalmente realizada por provas, as quais permitem constatar se os resultados foram alcançados. Assim, o aluno pode aprender a partir de estímulos, que são os pontos, caso se comporte como se espera.

Já no Construtivismo acredita-se que o conhecimento não advém simplesmente de um processo transmissivo, mas sim de vários fatores que levam a modificação das estruturas cognitivas do sujeito, que se origina na relação dele com o meio, não de um sobre o outro isoladamente, mas sim da interação de ambos. Essa perspectiva foi estudada por diversos autores que estabeleceram diferentes teorias, das quais destacamos a teoria sociocultural de Lev Vigotsky e a teoria construcionista de Seymour Papert.

Foi Jean Piaget que iniciou o movimento do Construtivismo, na década de 20, ao contrapor o Inatismo e o Comportamentalismo. Em uma assembleia em 1975 na Abadia de Royaumont, na França, que pretendia abordar os caminhos das pesquisas nas áreas de linguística, psicologia e epistemologia, ele expôs seus estudos que indicavam que cada pessoa constrói o conhecimento, durante seu desenvolvimento, e as bases para esse processo são

a própria ação do sujeito. Ele é, pois, construtor ativo do seu conhecimento. [E também,] o modo pelo qual isto se converte num processo de construção interna, isto é, de formação dentro da mente de uma estrutura contínua expansão, que corresponde ao mundo exterior. (GOULART, 2010, p.133)

Pouco depois do encontro na Abadia as pesquisas de Vigotsky vieram a público. Acredita-se que Piaget chegou a conhecer esses estudos e que os dois chegaram a se corresponder. Contudo a questão da guerra e a diferença de modelos políticos não permitiu uma aproximação, uma vez que Piaget era Suíço e Vigotsky bielo-russo (GOULART, 2010).

Diferente de Vigotsky, o sul-africano de origem e naturalizado norte-americano, Papert teve a oportunidade de trabalhar, aproximadamente, cinco anos com Piaget no Centro Internacional de Epistemologia Genética na Universidade de Genebra, Suíça. A produção acadêmica de Papert relaciona-se com as áreas da Educação, Informática, Inteligência Artificial e Matemática. Consideram-se os estudos de cada um desses pesquisadores de grande significado para a educação, culminando assim em diferentes propostas pedagógicas para colaborar com o ensino.

O cerne do construtivismo é a ideia da contínua produção do conhecimento por meio da interação que se estabelece entre os dois elementos, sujeito e objeto, no ato de conhecer, descaracterizando a ideia que ele se encontra forma absoluta no sujeito e no objeto. Dessa forma, a produção do conhecimento extrapola fatores genéticos e ambientais, alcançando também fatores culturais e emocionais, os quais contextualizam a relação sujeito-objeto.

Ensinar é bem mais do que o simples ato de “passar” ou “transmitir o conteúdo”, pois o ato de ensinar não garante necessariamente que a outra pessoa irá aprender. Por isso, diversos pensadores, adeptos do construtivismo, têm sinalizado que o centro do processo de

ensino-aprendizagem não está exclusivamente naquele que ensina, mas também, naquele que aprende. Ou seja, considera-se a relação entre educador e educando, que permite, baseando-se na proposta construtivista, que ambos aprendam. O elo dessa relação é o conhecimento, que não podemos considerar estático e nem absoluto, pois, na atualidade, é gerado em um contexto caracterizado pelas mudanças tecnológicas e culturais. Assim, tanto o objeto (o mundo) quanto o sujeito (o ser humano), transformam-se continuamente.

Contrapondo os construtivistas, os comportamentalistas defendiam que o Homem era apenas um corpo, o qual poderia ser modificado pelo o meio. Tal princípio se baseia no materialismo³⁹, contudo essa teoria não consegue explicar a diferença entre Homem e animais. Vigotsky não compartilhava dessa posição teórica, e assim buscava “mostrar que as funções psicológicas superiores humanas⁴⁰ não derivam da multiplicação e complicação dos comportamentos animais, numa combinação de estímulo e resposta” (GOULART, 2010, p.131). Suas pesquisas eram mais amplas, e propunham descrever e explicar as funções psicológicas superiores de uma maneira coerente com as ciências naturais. Foi assim que ele “marcou uma etapa diferenciada no estudo da determinação sócio-histórica do psiquismo humano” (MEIRA, 1998, p. 63).

Em sua teoria Vigotsky destaca a importância das relações sociais para o indivíduo, ao afirmar que esse não pode existir sem o outro, porquanto ninguém consegue se desenvolver sozinho. Logo, a aprendizagem “está vinculada às interações entre o sujeito e a sociedade, a cultura e a sua história de vida, além das oportunidades e situações de aprendizagem” (VERONEZI et al., 2005, p. 538). Vigotsky quis assim comprovar sua tese “de que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser encontradas nas relações sociais que o indivíduo estabelece com o mundo exterior” (MEIRA, 1998, p. 64). É nesse sentido que Vigotsky destaca a importância da cultura para o Homem, apesar dessa ser uma produção humana.

É através da cultura que a pessoa terá acesso a novas experiências que modificarão suas estruturas mentais. Para compreender esse processo de mudança Vigotsky “chegou a propor a análise dos mecanismos pelos quais a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa, sem perder de vista a associação da psicologia cognitiva experimental com a neurologia e a fisiologia” (GOULART, 2010, p.131).

³⁹ Teoria filosófica que afirma que a matéria é a única substância, já que apenas dela que se pode provar a existência, todas as coisas são compostas de matéria e todos os fenômenos são o fruto de interações materiais.

⁴⁰ As funções psicológicas superiores (FPS), segundo Veronezi et al. (2005), são organizadas em sistemas funcionais, e têm a finalidade de organizar adequadamente a vida mental de um indivíduo em seu meio. Alguns exemplos são a atenção, memória, imaginação, pensamento e linguagem.

Portanto, Vigotsky mesmo considerando a questão cultural, não deixava de ponderar a questão epistemológica. Para defender sua teoria ele destacou duas chaves importantes para a aprendizagem: a linguagem e o pensamento. Essas estão intrinsecamente conectadas e “teriam origens sociais, não se explicando apenas pela maturação, mas derivando da interação da pessoa com a cultura” (*Id. Ibid.*).

Vigotsky considera a linguagem como uma ferramenta social de contato que permite o indivíduo se desenvolver, e assim alcançar seu potencial. Já que “os processos psicológicos superiores humanos se constituem em atividades mediadas pela linguagem, estruturadas em sistemas funcionais, dinâmicos e historicamente mutáveis” (MEIRA, 1998, p. 64). Na interação social,

o papel essencial corresponde aos signos e aos diferentes sistemas semióticos que, do ponto de vista genético, têm primeiro uma função de comunicação e logo uma função individual. Começam a ser utilizados como instrumentos de organização e de controle do comportamento individual, o que significa que as FPS não poderiam surgir e constituir-se no processo do desenvolvimento sem a contribuição construtora das interações sociais. (VERONEZI et al., 2005, p. 538)

Dessa forma, compreendemos que a linguagem não exerce apenas o papel de instrumento de comunicação, já que ela permite ao Homem formular conceitos, abstrair e generalizar a realidade, através de atividades mentais complexas. Ao utilizar a linguagem o sujeito participa dinamicamente do processo de aprendizagem. Não atuando apenas passivamente, moldado por agentes externos, e nem ativamente, regulado por agentes internos, mas sim de maneira interativa. Entretanto, vale destacar que esse processo tem uma ordem de ocorrência, em que os “processos psicológicos humanos se realizam inicialmente no social, enquanto processos interpessoais e interpsicológicos, para posteriormente tornarem-se individuais, ou seja, intrapessoais ou intrapsicológicos” (MEIRA, 1998, p. 64). Durante esse processo surge um conceito fundamental na teoria de Vigotsky, a mediação, que é uma

ação onde a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada por sistemas simbólicos, elementos intermediários entre o sujeito e o mundo. Essa concepção liga o desenvolvimento da pessoa à sua relação com o ambiente sócio-cultural em que vive e a sua situação de organismo que não se desenvolve plenamente, sem o suporte de outros indivíduos de sua espécie. (VERONEZI et al., 2005, p. 539)

Dessa forma compreendemos a importância das relações para o desenvolvimento humano para Vigotsky, bem como das funções do ensino, pois por meio da mediação o conhecimento não está sendo visto como uma ação do sujeito sobre a realidade, e sim pela mediação feita por outros sujeitos. Por isso que “o ser humano, relacionando-se com o mundo

e a coletividade onde vive, vai construindo o seu conhecimento através de uma interação mediada por diversas relações intra e interpessoais” (VERONEZI et al., 2005, p. 541).

Contudo o fato de interagir, não garante a aprendizagem, ainda é preciso considerar o nível de desenvolvimento do aluno. Vigotsky determinou dois tipos de nível de desenvolvimento, os quais estão relacionados ao campo de atuação do indivíduo. O primeiro nível é o de desenvolvimento atual e o segundo de desenvolvimento próximo⁴¹.

O desenvolvimento atual representa o “nível de desenvolvimento da criança que foi conseguido como resultado de um processo de desenvolvimento já realizado. Este nível de desenvolvimento pode ser percebido através da compreensão do que a criança já é capaz de fazer sozinha” (MEIRA, 1998, p. 65). O desenvolvimento próximo “corresponde ao que a criança é capaz de realizar com a ajuda de adultos ou companheiros mais experientes” (*Id. Ibid*). Veja que, embora o sujeito tenha o potencial para se desenvolver, mas não interage, esse não se desenvolverá completamente. Pois, é através da interação que haverá a transição dos níveis de desenvolvimento.

O papel do professor nessa teoria é evidente, pois esse toma medidas que possibilitam que os conceitos sejam internalizados pela a criança, e façam parte da sua zona de desenvolvimento atual, ocasionando no aumento da zona de desenvolvimento próximo. Para possibilitar esse processo o professor pode realizar atividades com diferentes metodologias. Contudo, nem sempre é preciso o professor inovar tanto, uma mudança na maneira de explicar determinado conteúdo ou estimular o aluno de forma mais ativa pode ser suficiente (MEIRA, 1998). À luz da teoria sociocultural compreendemos que não é certo afirmar que um aluno que tenha dificuldade não tem potencial para aprender. Na verdade, o que acontece é que “naquele momento as capacidades cognitivas necessárias à realização das tarefas propostas encontram-se em processo de formação” (MEIRA, 1998 p.66). Por isso é importante que o professor assuma um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento de seus alunos.

Meira (*Id. Ibid*) diz que o “professor que sabe que o desenvolvimento cria potencialidades, mas que só a aprendizagem as concretiza, é aquele que se volta para o futuro no sentido de dar condições para que todos os seus alunos se desenvolvam”. Ou seja, o professor precisa detectar o potencial do aluno, e assim estimulá-lo a apropriar-se do que a criança, teoricamente, é capaz, crendo que será possível devido às interações sociais.

⁴¹ De acordo com Meira (1998) no Brasil também se usa as expressões potencial e proximal.

Um dos objetos de interação social existente é o brinquedo. E sua manipulação nos remete a ideia de brincadeira, que segundo Vigotsky é um processo de aprendizagem sociocultural. Sendo assim, é necessário entender como o lúdico⁴² se estabelece na perspectiva sociocultural.

Brincar, enquanto atividade sociocultural, define-se levando em consideração o contexto local e temporal em questão. Balduino (2014, p.33) desenvolve o conceito desse verbo ao considerar essa ação com “interpretações complexas que envolvem comportamentos, pensamentos, emoções, gênero e cultura. O espaço do brincar articula-se na fronteira entre a subjetividade e a objetividade”. Ou seja, a brincadeira possibilita a criança um acesso a outro universo, existente na sua mente. Segundo Silva (2009) na perspectiva de Vigotsky, essa ideia é confirmada ao dizer que

o brincar e o brinquedo criam na criança uma nova forma de desejos. Ensinam-na a desejar, relacionando seus desejos a algo fictício, ao seu papel no jogo e suas regras. Nas brincadeiras a criança sempre se comporta além de seu comportamento habitual de sua idade, além de seu comportamento diário. No brinquedo, é como se ela fosse maior do que é na realidade. Isso possibilita a criação de zona de desenvolvimento proximal. (SILVA, 2009, p. 20)

Assim, enquanto uma criança brinca ela trabalha o cognitivo, fazendo relações com o que sabe, buscando formas de fazer, num processo quase que espontâneo. Assim, entendemos que o “brincar é uma atividade complexa, não importa o lugar em que se desenvolva, como, quando e com quem tal atividade é realizada. Trata-se de um movimento de ação-reflexão-ação que é parte constituinte do ser humano” (BALDUINO, 2014, p.35).

Balduino (2014, p.33) trata da apropriação dessa ação na criança ao dizer que “brincar não é inato ou espontâneo. É preciso aprender a brincar, e isto requer conhecer significados e regras que compõem tal atividade”. Dessa forma, essa ação é gerada nas crianças ou pelos adultos, que vão introduzindo o lúdico por meio das interações, ou pelas próprias crianças, através de descobertas delas entre si. Nesse sentido que César (2013, p.57) afirma que “junto com o brincante estão outros brincantes, que, juntos, brincam e trocam experiências, confrontando o outro, chorando e alegrando-se com ele, e com ele aprendendo, com ele solidarizando-se, e fazendo descobertas”.

Agora, quanto a ferramenta social de brincar Balduino (2014, p.37) afirma que “conhecer a história cultural do brinquedo é importante para entendermos significados e sentidos que crianças e adultos de hoje imprimem a esse objeto tão humanamente

⁴² Termo que abarca brinquedo, brincadeira e brincar.

potencializador da criatividade”. Sendo assim, retomando a discussão apresentada no Capítulo 2 acerca do desenvolvimento tecnológico e sua inserção nas diversas esferas que compõem a nossa sociedade, englobamos também a cultura do brincar. Assim, analisando a relação da tecnologia na sociedade e o apreço pelo brincar, Balduino (2014) constata que

nossa cultura atual está muito ligada a processos tecnológicos, fluidez na informação e na comunicação e os brinquedos caminham nessa direção, tal como é possível observar na demanda por videogames em 3D, jogos eletrônicos e brinquedos robóticos que falam e/ou obedecem a comandos de voz, e outros. Nunca se produziu tanta tecnologia como hoje e consequentemente nunca houve tantos brinquedos tecnológicos como agora. (BALDUINO, 2014, p.37-38)

Dos brinquedos tecnológicos pontuados por Balduino (2014) destacamos os robôs, dado seu caráter lúdico que trabalha a imaginação das crianças. Entendemos, assim, que a robótica “vai deixando de ser um tema trabalhado apenas por cientistas e começando a fazer parte do cenário educacional ao considerar os brinquedos e as brincadeiras na sua constituição” (CÉSAR, 2013, p.60-61). Nessa perspectiva que Barbosa (2011) classifica os robôs como

brinquedos educativos (jogos educativos), pois ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa. 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. (BARBOSA, 2011, p.131)

Percebemos na fala de Barbosa (2011), quando traz o sentimento de prazer e/ou desprazer de brincar, que a relação dos robôs com as crianças vai além da questão emotiva, alcançando o cognitivo infantil, pois esses são vistos pelas crianças como

algo divertido e a outra é possibilidade de se estimular a exploração e a investigação de problemas concretos por meio do raciocínio lógico. Ao criar e programar o robô, as crianças estão sendo constantemente desafiadas a pensar sobre o que se estão fazendo de forma lógica e organizada. (SILVA, 2009, p. 32-33)

Esse pensar da criança mostra que “brincar é mais do que manipular brinquedos; brincar envolve estar numa atividade por interesses que extrapolam resultados, envolve impulso interno e motivação externa” (BALDUINO, 2014, p.31). É nesse sentido que dizemos que a Robótica Pedagógica extrapola a ideia de confecções de robôs. Barbosa (2011, p.152) corrobora essa ideia ao dizer que “trabalhar com robótica é mais que desenvolver protótipos, é um estímulo a criatividade, é desenvolver novos hábitos que, até então, a escola pouco tem contribuído”. Além disso, consideramos que o processo

precisa ser bem compreendido aqui, mais do que a técnica em si, [...] é o de criação e desenvolvimento dos artefatos, no que auxilia a apreensão dos conhecimentos técnicos e científicos, pois os Brincantes em pequenos grupos, de diferentes culturas e diferentes infâncias, constroem seus artefatos cognitivos a partir do brincar. (CÉSAR, 2013, p.57-58)

Pois, é nesse processo que se constitui uma “nova forma de interação com o mundo, ou seja, permite que os pensamentos de ordem mental se materializem e dialoguem com o real, ganhando sentido” (BARBOSA, 2011, p.53). Através desse aspecto, do robô como recurso lúdico-pedagógico, que se constituem os estudos de Seymour Papert. Foi em meio ao cenário da inovação tecnológica, com destaque para a inserção dos computadores no contexto escolar, que seu nome se destacou ao questionar qual seria a melhor via de integração dos computadores na educação, quando

dedicou-se a pesquisas na área de matemática na Cambridge University no período de 1954 a 1958. Posteriormente, transferiu-se para a Universidade de Genebra onde trabalhou de 1958 a 1963. No início da década de 60 filiou-se ao Massachusetts Institute of Technology (MIT). [...]. A produção acadêmica de Papert relaciona-se com as áreas da Educação, Inteligência Artificial e Matemática. (LIMA, 2009, p. 30)

Sua pesquisa voltou-se para a produção de uma linguagem de programação criada para fins educacionais, chamada *LOGO*, intentando apresentar a tecnologia como uma ferramenta possível de se utilizar no cotidiano escolar propiciando um ambiente de aprendizagem. Essa linguagem tinha como finalidade possibilitar aos alunos melhores condições de aprendizagem, principalmente de Matemática.

Seus trabalhos, realizados coletivamente com pesquisadores de diferentes áreas, como Psicologia, Computação e Filosofia, tratavam do desenvolvimento de Inteligência Artificial, dando origem, assim, ao *LOGO*.

O grupo do MIT criou, junto com a linguagem de programação, um protótipo que executava os movimentos designados pelo usuário. No software se programa os movimentos de uma tartaruga e esses movimentos podem ser visualizados na tela. Sendo utilizados por crianças, o grupo decidiu que os movimentos seriam melhor compreendidos se executados “fora” do computador, por um objeto específico. A tartaruga ganhou uma versão física [...] que quando conectada ao computador, por um fio, executava a programação elaborada no *LOGO*. (MARTINS, 2012, p. 23)

O desenvolvimento do *LOGO*, perpassando pela a construção da versão física da tartaruga, culminou na criação de *kits* de robótica. Porém, o cerne de sua pesquisa não era a Robótica Pedagógica, essa foi uma consequência de seu trabalho, ele buscou “apresentar a tecnologia como algo que pode ser incorporado ao cotidiano escolar e a organização de um ambiente de aprendizagem” (MARTINS, 2012, p. 24).

A proposta de Papert de uma educação tecnológica baseada no computador vai contra o cenário que ele vivia, pois ele “já indicava que a sociedade resistiria à mudança e se esforçaria para que seu modelo (tradicional) não fosse ‘destruído’” (MARTINS, 2012, p. 23). Mesmo advogando o uso dessa ferramenta ele ainda dizia que “não são apenas mudanças de materiais ou de metodologias, são mudanças nas concepções e nas relações entre professores, alunos e comunidade” (MARTINS, 2012, p. 28).

As colocações de Papert sobre os computadores na educação são passíveis de uso em um ambiente não-informatizado. Mais que “ensinar” como usar os computadores nas escolas ele propõe uma nova maneira de pensar e fazer a educação. É preciso pensar e repensar o fazer da escola. É preciso pensar e repensar o papel do professor. É preciso pensar e repensar o currículo. (MARTINS, 2012, p. 25)

Nas suas reflexões sobre o uso dos computadores no processo de ensino-aprendizagem Papert constatou que esse pode ser utilizado de três formas, levando em consideração qual é a postura do indivíduo frente a essa tecnologia. As três maneiras são:

“aprender com o computador”: que seria usando como ferramenta; “aprender do computador”: que seria o computador como tutor; “aprender sobre o computador” que seria como aprendiz. A relação entre o “sobre” e a ideia de ensinar o computador está no fato que para programar o computador é preciso conhecê-lo densamente, sua linguagem, suas possibilidades etc. (MARTINS, 2012, p. 26)

Nesse sentido surge a teoria de Seymour Papert chamada construcionismo, que tem sua origem na teoria construtivista de Jean Piaget. Sendo assim, pode-se considerar essa teoria uma reconstrução teórica do construtivismo piagetiano. A grande inovação em relação ao construtivismo passa pela valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais. Talvez a principal diferença das duas teorias seja essa: a necessidade das construções físicas como auxílio às construções mentais. Um progresso na aprendizagem, segundo essa teoria, não surgirá da melhoria dos processos de ensino, mas sim da melhoria das oportunidades de construir concedidas. Quando o sujeito constrói algo externo, ocorrem simultaneamente construções internas. Estruturas internas mais desenvolvidas levarão à assimilação de aprendizagens cada vez mais complexas.

Essa teoria surge para confirmar a utilização da Robótica Pedagógica, e embasar cientificamente o uso dessa metodologia. E não apenas essa, mas as demais teorias construtivistas propostas, que respeitam a individualidade do sujeito, e sua diferente forma de aprender e desenvolver. Mesmo que essas sejam abordadas de maneiras separadas, elas são complementares para o estudo da aprendizagem. Talvez seja por isso que não exista uma única teoria que explique como uma pessoa aprende.

4. Caminhos Metodológicos

Compreendido a metodologia, será possível refletir e discutir nossa pergunta diretriz, pois o que determina a escolha da metodologia é a natureza do problema, assim para esta pesquisa adotamos a de caráter qualitativa. Oliveira (2008, p.15) afirma: “Para que a realidade complexa, que caracteriza a escola, seja estudada com rigor científico necessitará dos subsídios encontrados na vertente qualitativa de pesquisa”.

Além disso, acreditamos que a pesquisa qualitativa proporciona ao pesquisador olhar as informações com mais detalhes além das quantitativas. A respeito desse aspecto subjetivo nos pautamos em Rey (2005) que afirma que ao falar sobre pesquisa qualitativa a partir da epistemologia qualitativa, ele “defende o caráter construtivo interpretativo do conhecimento, o que de fato implica compreender o conhecimento como produção e não como apropriação linear de uma realidade que se nos apresenta” (REY, 2005, p. 5). Complementando esse pensamento, Godoy (1995) vem ainda destacar que em uma pesquisa qualitativa

o pesquisador vai a campo buscando "captar" o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vistas relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno. Partindo de questões amplas que vão se aclarando no decorrer da investigação, o estudo qualitativo pode, no entanto, ser conduzido através de diferentes caminhos (GODOY, 1995, p.21).

Assim, percebemos que na pesquisa qualitativa, o acontecimento no seu processo de desenvolvimento destaca pontos que direcionam o pesquisador no campo de estudo, no qual ele irá construindo, com base nas suas reflexões teóricas e desdobramentos que possam acontecer, os distintos elementos relevantes que comporão o modelo de problema pesquisado.

Yin (2005, p.26) ainda afirma que “a forma de uma questão fornece um indício importante para traçar a estratégia de pesquisa que será adotada”, assim a pesquisa qualitativa permite a busca de percepções e entendimento sobre a natureza da pergunta de pesquisa, possibilitando-nos fazer a interpretação das informações com os sujeitos da investigação, buscando compreender a questão a ser investigada: ***É possível constituir um ambiente de aprendizagem visando à participação dos estudantes de uma escola pública em campeonatos de robótica?***

Na busca por responder essa pergunta adotamos a observação participante como método de pesquisa, já que tem a capacidade de “integrar o observador à sua observação, aproximar o sujeito conhecedor ao seu conhecimento” (GUERRA, 2014, p.31). Também se pode dizer que essa é:

a técnica mais utilizada nas pesquisas de natureza qualitativa. Nesta técnica, o observador faz parte da vida dos observados e assim é parte do contexto que está sendo observado. Ao mesmo tempo em que investiga, é capaz de modificar o objeto pesquisado e também de ser modificado pelo mesmo (GUERRA, 2014, p.32)

Assim, para se alcançar a aproximação, essa estratégia relaciona a participação ativa com os sujeitos, a observação intensiva, entrevistas abertas informais e análise documental, dessa forma a participação direta do pesquisador no ambiente a ser observado gerará maior profundidade na compreensão do mesmo, por isso que “os investigadores imergem no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam” (OLIVEIRA, 2008, p.8).

Nessa relação mais próxima do pesquisador e sujeitos é possível ter “acesso a uma série de dados, inclusive informações confidenciais, podendo solicitar que o grupo coopere. O que o investigador acatará é o controle das informações por parte do grupo que irá decidir o que será ou não publicado” (OLIVEIRA, 2008, p.10). A confiança decorre da proximidade criada no momento da observação participativa. Acreditamos que “os estudos qualitativos são importantes por proporcionar a real relação entre teoria e prática, oferecendo ferramentas eficazes para a interpretação das questões educacionais” (OLIVEIRA, 2008, p.16).

Por isso, no que se segue, apresentamos os próximos tópicos, que trazem, primeiramente, os procedimentos para realização da pesquisa, o local onde a pesquisa foi realizada, o projeto educacional em questão, e, por fim, os sujeitos da pesquisa.

4.1. Procedimentos para realização da pesquisa

Toda a produção de informações foi realizada sempre preservando a integridade dos sujeitos da pesquisa, e sua análise foi realizada com base nas observações criteriosas das atividades desenvolvidas nos espaços destinados à preparação e participação das competições.

Acreditamos que as informações produzidas “devem ser provenientes da convergência ou da divergência das observações obtidas de diferentes procedimentos”, pois é “fundamental para garantir a qualidade dos resultados obtidos” (GIL, 2002, p.140). Dessa forma que é possível atribuir “validade ao estudo, evitando que ele fique subordinado à subjetividade do pesquisador” (*Id. Ibid*).

Buscando, então, essa convergência que destacamos os seguintes instrumentos de produção de informações:

- Fotografias e filmagens das atividades de robótica;
- Documentos produzidos pelos alunos durante as atividades de robótica;
- Entrevistas com os estudantes participantes do projeto.

Para justificarmos o uso de cada recurso acima citado, esclarecemos quais as contribuições que o uso desses recursos traz à pesquisa.

4.1.1. Fotografias e filmagens

Durante este estudo foram utilizadas fotografias como um dos recursos de registro de informação, as quais permitiram captar os momentos de montagem, discussão, organização e testes dos protótipos realizados pelos os alunos. De forma análoga, foi utilizado o recurso das filmagens com o objetivo de registrar mais detalhes como falas, obtendo dados vantajosos que talvez se fossem apenas descritos ou fotografados, não teria o mesmo efeito. Foram realizadas filmagens dos grupos trabalhando, o que permite ouvir as discussões feitas e perceber o modo como os alunos se relacionavam dentro do grupo.

4.1.2. Documentos produzidos pelos alunos

Outro procedimento adotado para registrar a produção de informações a serem analisadas nesta pesquisa são os materiais/documentos produzidos pelos alunos. Nesse sentido, estamos caracterizando as produções dos alunos durante as atividades de robótica na escola desde a sua preparação até suas participações em torneios. Barbosa (2016) em sua tese de doutorado também utilizava de materiais e documentos, sendo esses entendidos como

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. (BARBOSA, 2016, p.88)

Também fazem parte dos documentos o registro via *blog* dos alunos, bem como na página do *facebook*, os quais serviram para registrar suas impressões e saberes sobre as atividades, além de ser um ambiente de autoria pessoal do grupo. Durante análise e utilização desses materiais/informações foram respeitados os direitos autorais e preservamos as identidades dos sujeitos. Não existe nenhum fim lucrativo no uso desses documentos, todo interesse restringe-se a fins de pesquisa científica.

4.1.3. Entrevistas

As entrevistas⁴³, ocorridas no último trimestre de 2016, tiveram o propósito de resgatar dúvidas ou fatos não esclarecidos durante as experiências. Quando mencionamos entrevistas, nos referenciamos em Furletti (2010), que utiliza o termo “entrevista despadronizada focalizada” que

é aquela em que o entrevistador segue um roteiro de tópicos relativo ao problema em estudo, existindo a possibilidade de realizar perguntas que não foram inseridas no roteiro. Esse instrumento é uma forma de explorar mais amplamente uma questão, e pode criar um clima de conversação informal no ato de aplicação. (FURLETTI, 2010, p.57)

Ela surge como um complemento, pois pode oferecer dados para comparar evidências coletadas com outras fontes a fim de ampliar a confiabilidade dos resultados, além de oferecer diferentes olhares sobre uma determinada situação.

4.2. Âmbito da Pesquisa

Situada na periferia da cidade, especificamente na região oeste, a Escola Roxa⁴⁴ é uma escola pública/municipal que oferece aulas para alunos de Educação Infantil, Ensino Fundamental de 9 anos, Educação de jovens e adultos e Educação Especial. No local existem salas de aula, sala de artes, laboratório de informática e de ciências, biblioteca, salas para professores, direção, secretaria, cantina, refeitório, pátio coberto, quadra coberta, quiosque, almoxarifado, depósito e banheiros, no piso superior e térreo, para alunos e funcionários.

A maioria das atividades foram realizadas dentro do espaço físico da escola. Esse foi o local de preparação dos alunos para as competições de robótica. Algumas experiências ocorreram em outros cenários. As informações produzidas nesses outros ambientes também foram consideradas nesta pesquisa, contudo o detalhamento de cada local será tratado no Capítulo 5, no decorrer da análise de informações.

Os espaços destinados à realização do projeto de robótica foram o laboratório de informática e o laboratório de ciência. No entanto, o centro de todas as atividades foi esse último, o qual tinha uma dupla função na escola, sendo utilizado como laboratório de ciências⁴⁵ no turno da manhã e de robótica no período vespertino.

⁴³ As perguntas da entrevista se encontram nos anexos.

⁴⁴ Usaremos esse pseudônimo para proteger a identidade da escola.

⁴⁵ O uso desse espaço para esse fim não diz respeito à pesquisa, uma vez que essa trata dos trabalhos de robótica.

Figura 5 – Visão panorâmica do laboratório de ciências/sala de robótica



Fonte: Próprio autor.

Na figura 5 percebemos que os objetos apontavam para a ideia de um laboratório de ciência, uma vez que a sala foi organizada com esse propósito. A ideia de utilizar o espaço como sala de robótica foi uma questão de logística, pois suas dimensões, o quadro negro, a lousa branca, três mesas de mármore fixas e armários de madeiras e metal permitiam o trabalho com os robôs.

Os armários eram exclusivos para os materiais de ciência, apesar de haver a necessidade de um local seguro para armazenar os materiais de robótica. Por isso foi estudada a possibilidade de realizar confecções de armários para guardar os materiais robóticos. No dia 12/09/13 realizou-se uma reunião com um representante da secretaria de educação e uma representante do departamento de marcenaria, ambos da Prefeitura Municipal de Uberlândia, com o objetivo de avaliar os custos para instalar armários na sala para alocar os materiais de robótica. A proposta não saiu do papel, sendo necessário utilizar outros espaços da escola para guarda os *kits* de robótica.

Uma mudança no espaço do laboratório de ciência de forma a constituir o laboratório de robótica aconteceu no dia 09/08/13, com instalação de computadores que possibilitam a programação dos robôs montados. Esses computadores foram adquiridos com o auxílio da parceria da Prefeitura Municipal de Uberlândia e a escola, mediante ao Programa Mais Educação. Contudo, os computadores não tinham acesso à internet fazendo-se necessária a utilização do laboratório de informática.

4.3. O Programa Mais Educação

Buscando uma proposta de trabalho que compreenda o processo de ensino-aprendizagem, utilizando as tecnologias contemporâneas para auxiliá-lo, em que se destacam os aspectos relacionados, levando em consideração os sujeitos envolvidos e os espaços educativos em que eles estão inseridos, o governo federal criou em 2007 o Programa Mais Educação. Esse projeto

constitui-se como estratégia do Ministério da Educação para indução da construção da agenda de educação integral nas redes estaduais e municipais de ensino que amplia a jornada escolar nas escolas públicas, para no mínimo 7 horas diárias, por meio de atividades optativas nos macrocampos: acompanhamento pedagógico; educação ambiental; esporte e lazer; direitos humanos em educação; cultura e artes; cultura digital; promoção da saúde; comunicação e uso de mídias; investigação no campo das ciências da natureza e educação econômica (BRASIL, 2017)

Ao ampliar a jornada escolar, surge a necessidade de ampliar, também, o currículo com outros componentes curriculares ou oficinas pedagógicas temáticas, nas quais são desenvolvidas atividades sobre um determinado conteúdo, aqueles englobadas pelos macrocampos. Dessa forma, o trabalho pedagógico mescla componentes curriculares e oficinas, que propicia ao aluno frequentar uma escola que desenvolva suas potencialidades físicas, cognitivas, afetivas e culturais. Caso uma escola deseje adotar esse sistema e ser parceira desse programa é preciso submeter-se a um processo seletivo, o qual

atende, prioritariamente, escolas de baixo IDEB [Índice de Desenvolvimento da Educação Básica], inicialmente situadas em capitais e regiões metropolitanas, [...] em territórios marcados por situações de vulnerabilidade social e educacional, que requerem a convergência prioritária de políticas públicas. (BRASIL, 2011, p.8).

Comumente os alunos dessas regiões se encontram em um estado de carência social, conceito empregado no sentido geral, alcançando questões motivacionais, financeiras e intelectuais, os quais podem refletir no IDEB. O Programa Mais Educação trabalha baseando-se nessas condições ao desenvolver as suas atividades.

Para cada oficina é designado um monitor que tenha especialidade na área, o qual recebe um auxílio financeiro do governo federal para desempenhar essa tarefa. A pessoa responsável por coordenar todas as oficinas realizadas na escola é o Professor Comunitário, ou Coordenador, que tem por função, além de acompanhar os monitores, dirigir

o processo de articulação com a comunidade, seus agentes e seus saberes, ao mesmo tempo em que ajuda na articulação entre os novos saberes, os novos espaços, as políticas públicas e o currículo escolar estabelecido. (BRASIL, 2011, p.16)

Também cabe ao Coordenador escolher uma oficina para ser ministrada aos alunos contemplados pelo programa. Uma das oficinas incluída dentro do planejamento do Programa Mais Educação são as de robótica, que são compreendidas pelo macrocampo Investigação no Campo das Ciências da Natureza, que tenciona capacitar os alunos a

montar mecanismos robotizados simples baseados na utilização de “kits de montagem”, possibilitando o desenvolvimento de habilidades em montagem e programação de robôs [...] colocando em prática conceitos teóricos a partir

de uma situação interativa, interdisciplinar e integrada. (BRASIL, 2012, p.21)

Além disso, essa proposta salienta que os trabalhos dessa natureza propiciam

uma diversidade de abordagens pedagógicas em projetos que desenvolvam habilidades e competências por meio da lógica, blocos lógicos, noção espacial, teoria de controle de sistema de computação, pensamento matemático, sistemas eletrônicos, mecânica, automação, sistema de aquisição de dados, ecologia, trabalhos em grupos, organização e planejamento de projetos (BRASIL, 2012, p.22)

O Programa Mais Educação, ofertando projetos de robótica, reforça o conceito de escola de tempo integral, pois ambos têm condições de estimular a permanência dos alunos no contraturno. Oportunizando o aluno explorar as diversas funções das ferramentas utilizadas, dos métodos de aprendizagem e solução de problemas. Quanto ao aspecto do material a ser adotado pela escola⁴⁶, cabe a análise das condições e necessidades do projeto escolar.

Campos (2011) diz que nem todos os alunos têm acesso e oportunidade de aprender com robótica, dado a dificuldade de acesso aos materiais. Porém, esse empecilho não pode se tornar um fator determinante que impeça que trabalhos com Robótica Pedagógica sejam realizados. Moura (2013) reflete sobre a importância de se desenvolver trabalhos dessa natureza no contexto escolar.

Desenvolver um trabalho coletivo no cotidiano da escola é uma tarefa permanente, em que se constroem e desconstroem conhecimentos na tentativa de desenvolver a prática pedagógica para um determinado contexto. Percebemos, assim, que o trabalho coletivo pode possibilitar ao grupo um processo de reflexão constante na tentativa de superar os diferentes problemas e situações que e eles se apresentam. (MOURA, 2013, p. 187).

Da fala de Moura (2013) intuimos que o trabalho coletivo com Robótica Pedagógica no contexto escolar envolve uma complexidade de fatores que muitas vezes inviabilizam que seus estudantes tenham oportunidade de vivenciarem esta rica experiência educativa. Porém, quando oportunizado, como é feito pelo programa Mais Educação, resulta em diferentes desdobramentos relatados em diversas experiências, como, por exemplo, esta pesquisa.

4.4. Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos de uma pesquisa, também, influenciam na investigação como um todo. Sendo assim, é importante no contexto da escola,

compreender a constituição de um ambiente de aprendizagem com robótica na visão dos alunos, pelas expressões em áudio, vídeo e produções deles, os principais personagens de sua própria criação em projeto de Robótica

⁴⁶ No capítulo 5 será explanado sobre o tipo de material adotado e como esse foi escolhido.

Educacional no ensino fundamental de uma escola pública de Uberlândia.
(BARBOSA, 2011, p.58)

Os personagens principais desta pesquisa participavam das atividades no período da tarde, contra turno deles. Os alunos escolhidos pelo corpo docente da instituição foram convocados com base na participação em projetos já presente na escola. Ao todo, cerca de quarenta alunos, que cursam do 6º(sexto) ao 9º(nono) ano, participaram das atividades de robótica na escola ao longo desta pesquisa, pois se considerou o acesso aos materiais disponíveis⁴⁷ e a regulamentação do torneio de robótica⁴⁸.

Dos quarenta alunos participantes dos trabalhos de robótica consideramos um grupo formado por oito. Essa quantidade de alunos assistidos ao longo desta pesquisa foi uma amostra por conveniência, levando em consideração a continuidade⁴⁹ no projeto. Esses sujeitos tiveram seus nomes alterados, por questão de ética⁵⁰. Abaixo, a descrição dos oito alunos, baseando-se nas entrevistas realizadas.

- **Prates 1:** Aluno de 15 anos, e atualmente estuda no Instituto Federal Triângulo Mineiro, está no primeiro ano do Ensino Médio e faz curso de informática. Além disso, pretende cursar Ciências da Computação;
- **Prates 2:** É irmão de Prates 1, tem 13 anos, e está no oitavo ano na escola Roxa. Pretende cursar Engenharia Mecânica e diz ter tomado essa decisão enquanto participou do projeto de robótica;
- **Franco:** Aluna de 15 anos que está no nono ano na escola Roxa. Pretende cursar Engenharia Mecatrônica por causa da robótica;
- **Silvério:** Aluna de 16 anos, que está no segundo ano do Ensino Médio, e pretende cursar Administração;
- **Silva Souza:** Possui 17 anos, sendo o mais velho do grupo. Cursa o segundo ano do Ensino Médio. Trabalha como auxiliar em uma credenciada de um banco. Primeiramente tinha interesse em cursar Engenharia, mas diz que optaria pelo curso de Matemática depois das experiências com os campeonatos de robótica dada as diversas áreas de aplicação da disciplina;

⁴⁷ Os trabalhos de Cabral (2011), Schivani (2014), Silva (2009) e Zilli (2004) apresentam o material utilizado nas competições de robótica que permitem a manipulação de um número limitado de alunos por vez.

⁴⁸ No capítulo 2 foi realizada uma explanação sobre as regras das competições de robótica.

⁴⁹ No capítulo seguinte é relatado como se deu a inserção e evasão dos alunos da trajetória ao longo das competições de robótica.

⁵⁰ Pelo mesmo princípio as fotos tiveram edições para preservar as identidades dos sujeitos.

- **Pereira:** Aluna de 16 anos, que está cursando o primeiro ano do Ensino Médio. Pretende cursar algo relacionado à informática ou robótica, graças à vivência com as competições de robótica;
- **Cardoso:** Com 12 anos foi a mais nova do grupo, está cursando o nono ano, uma série a mais do que a esperada para a sua faixa etária. Afirma que pretende cursar cardiologia ou engenharia civil;
- **Feitosa:** Aluno de 15 anos que atualmente está cursando o primeiro ano do Ensino Médio. Trabalha de menor aprendiz numa empresa de telefonia móvel. Sonha em servir a Aeronáutica ou Exército brasileiro;

As informações referentes a esses oito alunos estão de acordo com a data que as respectivas entrevistas foram feitas, conforme consta no quadro abaixo. Um destaque para os sujeitos Silvério e Cardoso que responderam a entrevista por meio da rede social *facebook*, pois não foi possível realizar o encontro pessoalmente.

Quadro 1 – Datas das entrevistas com os sujeitos da pesquisa

Nome	Data da Entrevista
Prates 1	26/10/16
Prates 2	26/10/16
Franco	25/10/16
Silvério	12/11/16
Silva Souza	25/10/16
Pereira	25/10/16
Cardoso	19/11/16
Feitosa	22/10/16

Fonte: Próprio Autor

Além desses oito alunos, na narração dos episódios serão considerados outros personagens como a **Diretora** da escola, a **Coordenadora**⁵¹ do projeto Mais Educação, os dois técnicos (**Técnico 1**⁵² e **Técnico 2**⁵³) da equipe de robótica, um **Doutorando**⁵⁴ que acompanhou a pesquisa e mais cinco alunos que compuseram por um momento a equipe e não participaram da entrevista, que serão chamados de Alunos 1, 2, 3, 4 e 5.

⁵¹ Professora licenciada em História e pós-graduanda em Ensino na UFU. Professora concursada na rede municipal de ensino de Uberlândia, reajustada para a função de coordenadora do Programa mais educação.

⁵² Aluno do ensino médio que participou de trabalho de robótica em sua escola, e fez parte da pesquisa de Barbosa (2016).

⁵³ Licenciando em Matemática, bolsista de um projeto de iniciação a docência.

⁵⁴ Professor doutor, que construiu sua trajetória na UFU com um dos focos em Robótica Pedagógica. Utilizamos o termo Doutorando uma vez que ele ainda não havia concluído o doutorado quando ocorreu esta pesquisa.

5. Análise das Informações

Nossa aproximação do objeto de pesquisa teve início no mês de março de 2013. No dia 08 deste mês fomos procurados por uma professora da escola Roxa, que se apresentou como a Coordenadora do Programa Mais Educação na escola em questão, e que buscava pessoas qualificadas para ministrar uma oficina de robótica, e informações referentes aos diferentes tipos de materiais utilizados em trabalhos educativos de Robótica Pedagógica.

Após uma breve conversa, sobre como era ministrada às atividades de robótica e o material utilizado, a Coordenadora achou viável o desenvolvimento do projeto na escola Roxa e propôs que o início do mesmo no segundo semestre de 2013. A partir deste momento se iniciou o nosso trabalho coletivo, referente a esta pesquisa de mestrado, de constituição de um ambiente de ensino-aprendizagem da Matemática com Robótica Pedagógica.

Compreendemos por ambiente de aprendizagem um espaço onde determinado indivíduo está sujeito às oportunidades de aprendizagem. Contudo, o conceito extrapola a ideia de espaço físico, pois abrange o conjunto formado por sujeitos, objetos, recursos e condições, os quais interagem potencializando a construção de conhecimentos, contribuindo, assim, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, no trabalho, na escola e no lazer (BRAGANÇA et.al., 2008).

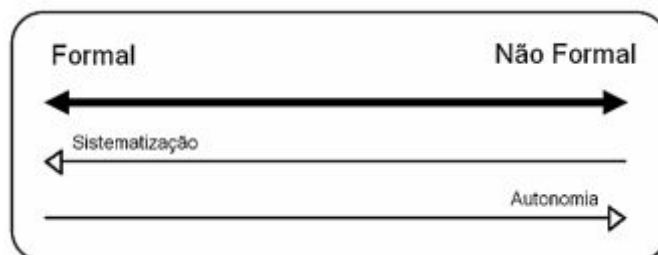
Um ambiente de aprendizagem é um espaço carregado de significação que destaca os fatores sociais e psicológicos (cognitivos e afetivos) que influenciam o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, são estabelecidos de acordo com a prática pedagógica e as metodologias de ensino, quais são: a organização, os objetivos e a direção das atividades, que ao serem aplicados sugerem uma classificação referente à sistematização ou a autonomia do aprendiz.

A sistematização é o que estrutura e valida o processo de aprendizagem, como avaliações, certificados e contratos entre os sujeitos que participam do processo. Já o nível de autonomia do aprendiz expressa o grau de controle que a organização do ambiente e os demais atores envolvidos imprimem nas interações do aprendiz com os diferentes objetos de aprendizagem (BRAGANÇA et.al., 2008, p.3).

Essa distinção permite trabalhar conteúdos educacionais levando em consideração os sujeitos envolvidos e os espaços educativos em que eles estão inseridos, os formais e não

formais, definidos assim pelo o grau da sistematização e autonomia. A figura 6 abaixo representa como se dá esse fluxo.

Figura 6 – Classificação de um ambiente de aprendizagem



Fonte: Bragança et.al. (2008, p.3)

A linha contínua aponta dois extremos, que são complementares no sentido de englobar os diversos desdobramentos que as práticas educativas alcançam. Quanto à formalidade dos espaços temos que:

Em um ambiente formal de aprendizagem o professor tem um papel fundamental, pois ele é o responsável pelo planejamento e preparação do ambiente e pela avaliação e certificação do processo. Ele também faz parte dos contratos assumidos entre os sujeitos que participam desse processo (BRAGANÇA et.al., 2008, p.4).

Essa definição remete ao ambiente escolar, o qual é planejado e/ou organizado para que ocorram práticas educacionais. Nesse ambiente, o professor tem um papel fundamental, que além daqueles pontuados por Bragança et.al. (2008) também direciona ou orienta no processo de aprendizagem. Agora, quanto aos não formais:

Um ambiente não formal de aprendizagem posicionado no extremo da linha seria totalmente fora de um espaço escolar, onde o aprendiz (normalmente descaracterizado do papel de aluno) estivesse por vontade própria, ou até inconscientemente, aprendendo através de observação, discussão, interação com pessoas e/ou objetos e que ao final não se preocupasse em ser avaliado por aquilo que viu, ouviu e participou (BRAGANÇA et.al., 2008, p.4).

Nesses espaços o professor não é o único detentor do saber, pois o aluno é empoderado no processo de ensino-aprendizagem, mediante as ações apontadas por Bragança et.al. (2008) o estudante busca aprender de outras formas (observando, discutindo, interagindo, etc), e não apenas aquelas propostas nos espaços formais, que nem sempre recorrem a essas diferentes práticas.

Na organização de um ambiente de aprendizagem, o professor pode transitar entre o formal e o não formal, dependendo como desenvolve a prática educativa. Sendo assim, a participação do professor é também um indicador da classificação do ambiente. O Programa Mais Educação oportuniza a articulação de ambientes formais e não formais, com sua proposta de escola em tempo integral.

Foi nesse sentido que a Coordenadora da escola Roxa desenvolveu diversos trabalhos, inclusive os de robótica, que após ter as turmas formadas, como foi combinado, teve uma aula demonstrativa para os alunos antes do recesso escolar do meio do ano, para estimulá-los a voltarem no segundo semestre interessados pela oficina.

No dia 28/06 os alunos assistiram a uma apresentação elaborada para a ocasião que continha o “planejamento bruto” pensado para o semestre, com atividades diversas, focadas na robótica de *kits*. Contamos, também, sobre a experiência de participar de uma competição de robótica⁵⁵, apresentando o tapete utilizado na competição e elucidando sucintamente como era a dinâmica (Figura 7).

Figura 7 – Apresentação de um tapete de competição



Fonte: Próprio autor.

No momento em questão o foco da oficina nem se aproximava da ideia de competições de robótica, o intuito da exposição do tapete era apresentar as diversas aplicabilidades e possibilidades que poderiam ser contempladas na robótica. Além do trabalho pedagógico, a robótica tem se promovido por meio de filmes e jogos, e, também, por meio das competições, como foi apresentado aos alunos.

No desenvolvimento desta pesquisa de mestrado percebemos a importância de mostrarmos o tapete naquele momento, pois começávamos a constituir o ambiente de aprendizagem em torno de competições de robótica através desse primeiro contato com a ideia. Ao narrarmos como havia sido nossa experiência com a competição, primeiramente apresentávamos aos alunos uma possibilidade e posteriormente os estimulávamos a desejarem fazer parte de um momento como aquele.

Após a apresentação os alunos tiveram a oportunidade de interagir com os robôs e o tapete. Ao término da aula demonstrativa reforçamos a importância deles continuarem o trabalho no semestre seguinte. As atividades de robótica, no segundo semestre de 2013,

⁵⁵ Experiência relatada por Barbosa (2016) e Delfino (2013).

ocorreram às sextas-feiras em dois horários, de modo a contemplar mais crianças. Nesse primeiro momento cerca de 30 crianças foram contempladas pelo projeto.

Quanto ao material utilizado na experiência, destacamos que nossa linha de pesquisa é pautada pelo o uso de *kits* próprios de robótica, os quais foram adquiridos pela a escola Roxa, porém até o retorno da oficina de robótica, no dia 12/07, eles não haviam chegados, fazendo com que as atividades fossem repensadas.

A falta do *kit* não constitui um empecilho total à aplicação da robótica. Então, vimos a oportunidade de apresentar a robótica aos alunos na perspectiva livre, ou seja, montagens de robôs utilizando materiais de fácil acesso (Figura 8), encontrados em lojas especializadas ou em sucata eletrônica (brinquedos velhos ou eletrônicos danificados).

Figura 8 – Contato com os materiais de robótica livre



Fonte: Próprio autor.

Na atividade foi construído um robô chamado *Beetlebot*⁵⁶, o qual já foi feito em outras escolas⁵⁷, mas que era até o momento uma experiência nova⁵⁸ para o autor desta pesquisa, assim como para os alunos ali presentes. A produção do robô e as diversas discussões que a montagem proporciona levaram um mês (quatro aulas). Primeiramente os alunos tiveram contato com o motor movido à pilha, cuja única função é girar, mas que permite diversos tipos de movimentos nos robôs, como é o caso do *Beetlebot*, o qual na fala de Prates 1 é:

[...] um besouro, [...], que a gente fez com um *cd*, com os dois motores aqueles de *dvd*, [...], com tampinha de garrafa [como rodas] e alguns sensores de toque, que quando encostava na parede fazia o robô voltar (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

⁵⁶ Besouro robô em tradução livre. Porém, pela dificuldade da pronuncia ou do esquecimento do nome era também chamado pelos alunos de “robô joaninha” devido ao formato e as “antenas”.

⁵⁷ Como é apresentado na pesquisa de Barbosa (2011) e Campos (2011).

⁵⁸ Houve a oportunidade de a experiência ser desenvolvida em outro contexto alguns meses depois, constituindo uma linha de pesquisa como apresenta Delfino et. al. (2014).

Para o funcionamento do robô a montagem conta com oito pedaços de fios que devem ser soldados aos sensores e motores. Os alunos não manusearam o ferro de solda por motivo de segurança, mas tudo o que pediram foi soldado, mesmo quando se percebia que haveria erro, para não influenciar o estudo. No fim, todos os robôs foram montados corretamente, já que os alunos percebiam que quando havia algo errado, como, por exemplo, os motores faziam giros opostos o robô não saía do lugar. Essa experiência proporcionou aos alunos a oportunidade de montar e aperfeiçoar um robô.

No mais, a atividade além de discutir a parte elétrica do robô e entender como que esse funciona permitiu tratar de conceitos matemáticos, que foram explorados em sua construção, ou seja, a importância da simetria, dos ângulos, das figuras geométricas no *design* do robô e, também, o tamanho de segmentos.

Não havíamos planejados trabalhar a robótica livre com os alunos, mas “a liberdade que a pesquisa qualitativa nos propiciava e os acontecimentos não previstos no cotidiano da escola” (BARBOSA, 2011, p.87) fizeram com que seguíssemos esse caminho, enriquecendo ainda mais os saberes dos alunos, bem como o ambiente de aprendizagem com Robótica Pedagógica que estávamos constituindo ao longo da pesquisa.

Dessa experiência aprendemos que com a robótica livre qualquer objeto pode ser matéria-prima para um robô, sendo uma excelente alternativa em termos de custo e acesso de materiais. No entanto, afixar, prender, amarrar e, principalmente, soldar, pode fazer com que nem todos se sintam confortáveis no desempenho desta atividade, já que as montagens exigem mais no trabalho de confecção. Manufaturar pode ser prazeroso para alguns alunos, enquanto que para outros pode ser laborioso, sendo um motivo de frustração.

De qualquer forma, o principal ensinamento que ficou para os alunos com essa experiência é que basta escolher um objeto dado a gama de matérias-primas que temos a disposição e moldá-lo de acordo com cada montagem. No final é criado um maior reconhecimento do autor no robô montado, pois ele mesmo pensou, ou pelo menos executou, cada etapa.

Vale destacar que não consideramos nenhuma linha de Robótica Pedagógica melhor que a outra, ambas são úteis no processo de educação tecnológica dos alunos. Por isso, encerrando o trabalho com robótica livre, passamos para a robótica de *kits*, e no dia 09/08 os alunos tiveram o primeiro contato com *kit LEGO® Mindstorms® NXT*⁵⁹.

⁵⁹ Abreviatura de *Next Generation*, ou Próxima Geração em tradução livre. Versão lançada no final de 2006, sendo a segunda geração do *kit LEGO® Mindstorms*.

Pesquisador: Aí você não gostava de robótica?

Silva Souza: No primeiro dia não, porque parecia o trem mais doido, aí chegou você e o [Doutorando][...]

Pesquisador: Mas depois de um tempo você começou a gostar?

Silva Souza: Depois foi massa, porque no segundo dia vocês falou assim: “agora nós vamos apresentar os *kits* pra vocês”, aí apresentou os *kits* lá.

Pesquisador: Na época não tinha *kit* não, quando você entrou?

Silva Souza: Não, tinha não, tinha nada não.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Na fala de Silva Souza percebemos como que para alguns o trabalho com robótica livre pode não ser interessante, enquanto que o trabalho com *kits* é. O *kit LEGO® Mindstorms® NXT* teve um caráter motivador para a participação dos alunos na oficina.

Nas semanas seguintes as crianças conhecerem sensores e funções, peças e conexões e maneiras de aplicar essas em situações práticas, principalmente aquelas relacionadas a matemática, já que era o foco da pesquisa no início. Uma atividade desenvolvida⁶⁰ com os alunos foi a do estudo de circunferência nas rodas do *kit*.

Pesquisador: Como foi essa experiência?

Silva Souza: Nós pegamos uma régua né, nessa época a gente calculava o robô com rotação, só que pra mim saber a rotação de uma roda, vai depender do tamanho, com certeza, porque eu posso pegar uma roda pequena e colocar uma rotação que não vai ser a mesma rotação de uma roda grande. Entendeu? Daí a gente pegou e programou o robô com uma rotação e colocou a régua em cima da mesa, aí o robô saía de um ponto um e até onde ele parasse, no pontinho vermelho que tinha lá na roda era quantos centímetros tinha uma rotação. E aí, por isso a gente conseguia calcular, tipo assim, daqui até naquela “trilhazinha”, vamos supor tem dois metros e meio, dois metros e meio, são dois mil e quinhentos centímetros não são? Então a gente conseguia assim, se uma rotação tem 2.5 centímetros, a gente conseguia calcular isso pra que o robô ia daqui até lá.

Pesquisador: E essa atividade foi interessante?

Silva Souza: Foi uma das mais massa, por que eu nunca pensei que ia colocar matemática naquele trem lá, nunca pensei.

Pesquisador: Quando falou robótica você nem associou com matemática?

Silva Souza: Não, quando falou robótica eu pensava naqueles robô da televisão, cheguei lá uns trem de brinquedo, falei “não eu vou embora”.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Essa atividade, juntamente com outras, pretendia mostrar aos alunos conceitos matemáticos através da experimentação dos robôs. A experiência em questão se destaca, primeiramente pelo caráter matemático, e depois pelo giro das rodas, pois o *kit* oferece quatro modelos de rodas que proporcionam uma variação interessante e mudanças significativas durante o processo de programação de uma mesma tarefa.

A execução do planejamento foi feita com vista a contemplar diferentes formas de

⁶⁰ Análogo ao trabalho apresentado por Delfino et. al. (2013).

aprender e participar de um grupo. As montagens propostas foram selecionadas com a intenção de proporcionar a exploração de diversos conceitos, mas também provocar a criatividade dos alunos.

Silva Souza: [...] robótica é você sonhar. É você pegar aquilo que você pensa e transformar. Igual construção, igual construir, você vai pegar uma coisa que você imagina, que você desenha, e vai passar aquilo pra realidade. Mesma coisa é com a robótica. Se você não acreditar você não constrói. (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Por isso, acreditamos que essa abordagem educativa precisa ganhar mais espaço no trabalho desenvolvido nas escolas públicas. O investimento do Governo Federal, mediante o Programa Mais Educação, oportuniza as escolas públicas desenvolverem os trabalhos dessa natureza em suas instituições. A repercussão do trabalho pode se dar de várias maneiras, no caso da escola Roxa, aconteceu através de meios de comunicação.

Nos dias 20 e 27 de setembro foram dias atípicos na oficina, pois a escola foi visitada por meios de comunicação que foram fazer entrevistas com os responsáveis do projeto. No primeiro dia foi feita uma matéria⁶¹ escrita por um representante da comunicação da prefeitura de Uberlândia, no segundo foi uma entrevista⁶² pela TV Universitária de Uberlândia. As entrevistas, além de divulgar a oficina, tinha o objetivo de incentivar outras escolas a realizarem trabalhos nessa linha.

Após a divulgação da matéria fomos contatados por outras escolas que desejavam desenvolver a robótica, o que não foi possível devido a indisponibilidade de horários. A oficina começava a ganhar proporções. Tais episódios serviram para fortalecer o trabalho educativo com a robótica no cotidiano da escola.

O trabalho seguiu o seu desenvolvimento natural, conforme o planejado, e no mês de outubro surgiu a oportunidade de levar os alunos ao Torneio Mineiro de Robótica, mudando totalmente o foco das nossas aulas. A partir daqui as atividades sempre tiveram essa finalidade, entendemos assim que o trabalho realizado até esse momento havia oportunizado a criação de um ambiente de aprendizagem com robótica no cotidiano escolar, onde os alunos desenvolveram competências sobre automação e programação básica que os permitiu aprimorá-las na preparação e participação das competições. Nesses momentos que as informações foram produzidas.

Para realizar o processo de análise dessas informações foram definidos dois momentos, a partir de nossa reflexão sistemática, ao longo de dois anos, durante a

⁶¹ Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/noticia/5440/noticia.html>. Acesso em: 11 jan. 2017.

⁶² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7UE5ikbH2h8>. Acesso em: 11 jan. 2017.

participação de quatro campeonatos (uma etapa local, duas regionais e uma nacional). O primeiro analisa os estudos e reflexões sobre o processo de produção de conhecimento envolvendo a organização de estratégias para preparação e participação em competições de robótica. O segundo momento compreende o processo de produção de conhecimentos pelos estudantes relacionados às exigências dos campeonatos de robótica, e enfoca na criação de um projeto escrito, numa perspectiva científica, dentro dos moldes de campeonatos de robótica, e no processo de montagem, programação e simulação de robôs.

5.1. Momento 1 – Identidade coletiva e organização de uma equipe de robótica

Esse momento está relacionado aos estudos e reflexões sobre o processo de produção de conhecimento envolvendo a organização de estratégias para preparação e participação em competições de robótica. Mediante nossa experiência constatamos que nesse seguimento algumas etapas são contempladas, tais como: formar e constituir uma equipe; conhecer o torneio; reunir com os pais e responsáveis; reunir entre os membros da equipe; e buscar investimentos.

O conhecimento adquirido em outra experiência⁶³ permitiu esboçar um plano para se alcançar uma boa colocação na competição. E esse planejamento amadureceu conforme todos envolvidos participavam das competições, dando mais segurança e exatidão nas decisões tomadas, diminuindo gradativamente os erros cometidos e reduzindo o tempo gasto. O que levou a uma notória maturidade dos alunos da primeira competição em relação a última.

Os primeiros passos dos alunos na trajetória em competições de robótica tiveram início de novembro de 2013, considerando inicialmente a formação da equipe, quando a primeira ação tomada foi em relação ao nome do grupo. Para essa escolha foi feita uma discussão entre os alunos, que faziam as sugestões, e os professores, que mediavam a escolha. Os nomes propostos originavam-se, normalmente, de palavras relacionadas a robôs de filme e jogos, ao nome da escola e, até, ao nome do material que eles utilizavam, *LEGO® Mindstorms*.

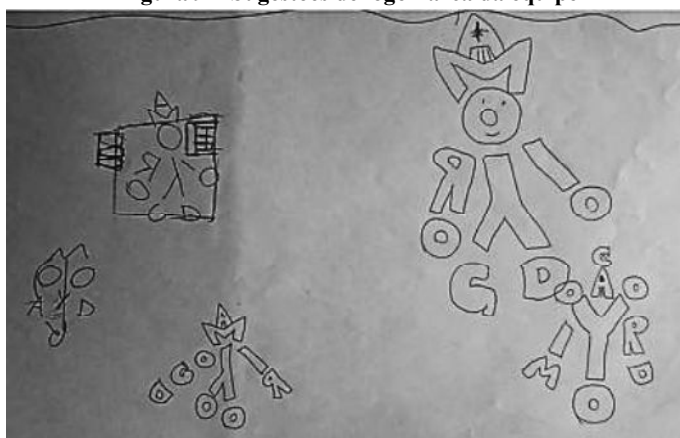
Em determinado momento fomos questionados por um dos alunos qual seria o significado de “*Mindstorms*”, a que foi respondido que numa tradução livre seria “tempestade de mente”. Os alunos resolveram usar o termo *Mind*. Foi então que surgiu o nome da equipe,

⁶³ Apresentado nas pesquisas de Delfino (2013) e Barbosa (2016).

Mario's Minds, que é traduzido por “mentes de Mário”, uma homenagem à escola que os alunos estudavam.

Os alunos, apesar de terem sugerido nomes oriundos de algo que remetiam aos seus gostos pessoais, perceberam que usar o nome da escola seria uma forma de representar todo investimento e apoio que foi feito neles. Essa ideia orientou o próximo passo da formação da equipe, a criação da logomarca da *Mario's Minds*. Os primeiros esboços tratavam da relação do nome da escola concebido na figura de um robô. A proposta, partindo de um dos alunos, foi a de que alguns fizessem esboços em uma folha (Figura 9) para que os alunos escolhessem o melhor.

Figura 9 – Sugestões de logomarca da equipe



Fonte: Próprio Autor

A ideia da logomarca precisava evoluir, passando a expressar exclusivamente o nome da equipe, e não apenas o nome da escola. A sugestão foi então em montar algo que relacionava “mente” e “robô”. Assim, surgiu a logomarca da *Mario's Minds*, como vemos na Figura 10.

Figura 10 – Logomarca da equipe *Mario's Minds*



Fonte: Equipe *Mario's Minds*

O nome e a logomarca da equipe não se alteraram em nenhum momento ao longo das competições. O processo de criação foi coletivo e produziu um resultado aceitável para todos os alunos e, também, os professores que acompanhavam o trabalho. As modificações na

Mario's Minds surgiram na composição dos membros, que teve sua primeira formação na etapa regional do Torneio Mineiro de Robótica em 2013.

Essa etapa ocorreu no dia 14/12, na Universidade de Uberaba (UNIUBE), *campus* de Uberlândia, com início às 9 horas e término às 18 horas. A competição teve nove⁶⁴ equipes participantes, vindas de diversas instituições de Uberlândia e região, das quais, apenas a *Mario's Minds* e outra⁶⁵ eram formadas por alunos de escola pública.

As regras da competição permitiam a inscrição de três a dez alunos por equipe, e como na época cerca de trinta alunos participavam dos trabalhos de robótica, foi preciso que os organizadores da oficina selecionassem a quantidade necessária. A escolha foi baseada nas observações feitas ao longo da experiência, que permitiu supor quais alunos conseguiriam ter um melhor rendimento na competição.

Silva Souza: No começo foi bem difícil organizar nossa equipe, até porque não foi a gente que organizou né, foi o pessoal da escola. Ao meu ver, meu pensamento eu já te expliquei, foi uma formação muito errada, muito mesmo.

Pesquisador: Fale um pouco sobre isso.

Silva Souza: É porque igual eu te expliquei né, no começo eu não gostava da atividade, não gostava da robótica. Quando eu comecei a me interessar vocês tinham fechado a mente para aquelas pessoas que tinham interessado desde o começo.

Pesquisador: Isso aconteceu no primeiro ano no caso?

Silva Souza: No primeiro ano, no primeiro torneio. E aí vocês botaram a equipe daquela forma e tinha uma equipe suporte [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A distinção dos alunos competidores e da equipe suporte, na primeira competição, se deu pelo uniforme utilizado, os de azul eram os inscritos e os de amarelo os que não foram inscritos (Figura 11). Tal divisão, como aponta também Silva Souza, foi baseada no empenho, comportamento e conhecimento na área. No dia da competição um dos alunos não compareceu no evento, e como a inscrição já havia sido feita dias antes, não foi possível incluir outro aluno em seu lugar.

⁶⁴ Foram inscritas dez equipes na competição, porém uma das equipes não pode comparecer no TMR.

⁶⁵ Equipe formada por alunos participantes de uma oficina de robótica promovida por membros de um projeto de da UFU, primeiramente orientada pelo autor desta pesquisa (Delfino (2013)) e depois teve continuidade com outros alunos da Universidade em questão (Barbosa (2016)).

Figura 11 – Separação da equipe na 1ª competição



Fonte: Próprio Autor

Nessa competição a equipe *Mario's Minds* ocupou a última colocação do torneio. Os alunos ficaram tristes pelo resultado em resposta ao envolvimento e dedicação que tiveram com a competição. Porém, eles foram confortados pelo fato de serem principiantes em uma competição de robótica e também pelo pouco tempo que tiveram para a preparação.

Ainda assim, a equipe *Mario's Minds* recebeu medalhas de participação, mas apenas para os inscritos. Nesse momento a equipe suporte, que entendia que os colegas inscritos representavam a escola e foram à competição para dar o apoio e auxiliar no que fosse necessário, teve a possibilidade de vivenciar uma das filosofias que o torneio propõe: o companheirismo independente de equipe. Todas as equipes receberam doze medalhas (dez para alunos e duas para mentores e técnicos), independente de quantos tenham participado em cada equipe. Assim, as outras escolas que tinham medalhas de participação sobrando devolveram as suas para que todos os alunos pudessem levar para casa uma lembrança desse dia memorável.

Esse sentimento fez com que alguns alunos continuassem nas oficinas de robótica na esperança de no futuro integrarem a equipe *Mario's Minds*. A mudança na formação do grupo aconteceu devido ao fato de alguns alunos mudarem de escola, de bairro, ou, até mesmo, de parar de frequentar as oficinas, permitindo que outros membros se juntassem a equipe.

A próxima temporada apresentou mudanças em relação a constituição da competição que passaria a ter três etapas: local, regional e a nacional. A local tinha acontecido na

temporada anterior, mas não foi obrigatória para equipe *Mario's Minds*, que foi para etapa regional como convidada. Assim, em 2014, era necessária a participação em cada etapa de caráter classificatório.

A etapa local ocorreu no dia 08/10 e foi em uma escola particular⁶⁶ de Uberlândia. Por se tratar de uma etapa local, foram reduzidos os tempos das atividades e o número de repetições⁶⁷ das partidas. Nessa etapa, houve nove equipes inscritas, das quais uma desistiu de participar. A competição tinha equipes formadas por alunos do colégio em questão, mais duas equipes convidadas, a *Mario's Minds* e a *Robot Storms Junior*, a qual, segundo Barbosa (2016, p.207), é uma “equipe de alunos de duas escolas municipais do bairro Morumbi que frequentam, no contraturno de suas aulas, a Organização Não Governamental (ONG) Ação Moradia para participar de atividades extracurriculares”.

Ambas as equipes conseguiram se classificar para a etapa regional, que ocorreu na Universidade de Uberaba (UNIUBE), *campus* de Uberlândia, no dia 15/11. Nessa etapa, a *Mario's Minds* e a *Robot Storms Junior* competiram contra 16 equipes da cidade e região para uma classificação para o nacional. A estrutura da competição foi a mesma das etapas anteriores, aumentando a quantidade de partidas disputadas pelas equipes.

Novamente as duas equipes se classificaram, e competiram na etapa nacional, ocorrida no ano seguinte, no colégio SESI na cidade de Nova Iguaçu/RJ. A competição possuía 24 equipes inscritas. Devido a quantidade de equipes participantes o evento teve que acontecer nos dias 21 e 22 de março.

A equipe vencedora dessa última etapa foi uma de escola particular, assim como nas outras etapas. É importante destacar que não é usual equipes com alunos de escolas públicas participarem das competições, visto os investimento e a organização que esses demandam. Nesta pesquisa de mestrado não buscamos investigar o porquê que reside na vitória das equipes de instituições privadas, mas sim em como uma de instituição pública esteve envolvido nas competições de robótica.

Mesmo assim, tal fato dividia opiniões entre os alunos da equipe *Mario's Minds*, que consideravam desiguais os poderes de acesso financeiro e de informações das escolas privadas em relação as públicas.

Prates 1: [...] eles pode ir em todos os campeonatos. E a gente se dissesse que ia ter um campeonato em algum outro lugar, talvez se não tivesse ajuda

⁶⁶ Local onde este autor exercia a função de professor-monitor.

⁶⁷ Há pelo menos duas partidas durante o torneio, sendo o normal três, onde cada uma é uma nova chance para conseguir a melhor pontuação. Uma partida não tem nada a ver com a outra, sendo que, apenas a melhor pontuação conta para a classificação geral.

dos outros, como nossa equipe teve, não daria pra gente ir, não teria como. E eles poderiam ir, por poder ter apoio. Alguma lá, por exemplo, tinha patrocinador, e a gente não conseguiu muitos.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Pereira: [...] acho bastante injusto, por causa que as escolas particulares eles tem mais verba para que pudessem comprar os robôs de última geração, os mais avançados e facilitaram bastante eles nas nossas disputas no tapetes [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Enquanto Prates 1 e Pereira partilhavam dessa ideia, visto que consideravam os recursos financeiro a força motriz na participação de equipes em campeonatos, outro aluno percebeu que, mesmo essa questão sendo importante, ela não é fator determinístico no sucesso de uma equipe.

Pesquisador: Você acha que a competição é injusta? Ou não tem nada haver?

Silva Souza: Não tem nada de injusto. Eu posso falar pra você que é ruim. Tipo, em uma equipe você ter um engenheiro elétrico, um professor formado em matemática, um professor formado em engenharia, em certo ponto não é igual ali, eles tem recurso pra tá na nossa frente. Mas isso não impede a gente de tá na frente deles, não impede que a gente se iguale a eles ou até [seja] melhor.

Pesquisador: E o que faz vocês serem melhores que eles?

Silva Souza: A nossa força de vontade [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Dessa força de vontade que influenciou no desempenho da equipe *Mario's Minds*, eles conseguiram conquistar a segunda colocação na etapa local. Na etapa regional conseguiram a terceira colocação e o prêmio de melhor equipe em Organização & Método.

Pesquisador: O que ajudou vocês a ganhar?

Silva Souza: O método da organização, o método científico e também tinha tecnologia e engenharia, porque nosso robô tava bom, robusto, firme e a gente conseguia apresentar o robô porque foi todo mundo que trabalhou [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

As conquistas da equipe vieram da sintonia e maturidade dos alunos, que foi evoluindo à medida que ocorriam as competições, mesmo que ao longo da trajetória a equipe *Mario's Minds* tenha mudado, tanto os membros, quanto os técnicos.

Em 2013 o *Mario's Minds* participou do torneio com nove alunos. Em 2014, para a etapa local e regional a equipe ficou com oito alunos. Para a etapa nacional no Rio de Janeiro, em 2015 a equipe competiu com cinco alunos. Da equipe inicial na Regional de 2013, apenas quatro estavam presentes na Nacional de 2015. Os alunos sentiram a diferença em trabalhar com menos alunos na equipe.

Feitosa: Com o passar do tempo a gente foi tendo algumas dificuldades com as pessoas da equipe mesmo, algumas foram deixando e a equipe foi diminuindo [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

A Figura 12 traz de forma esquematizada a participação dos integrantes das equipes ao longo das competições, com destaque para os momentos que cada teve sua primeira e última participação como membro da equipe, e, também, quando estiveram presente na competição, mas como suporte.

Figura 12 – Integrantes da *Mario's Minds* ao longo das competições

2013-R	2014-L	2014-R	2015-N		
ALUNO 1					
ALUNO 2					
PRATES 1	PRATES 1	PRATES 1	PRATES 1		
PRATES 2	PRATES 2	PRATES 2	PRATES 2		
	SILVERIO	SILVERIO		SUBLINHADO	PRIMEIRA PARTICIPAÇÃO
	FRANCO	FRANCO		RISCADO	ÚLTIMA PARTICIPAÇÃO
ALUNO 3	ALUNO 3	ALUNO 3		ITALICO	PARTICIPAÇÃO COLABORATIVA
ALUNO 4					
SILVA SOUZA		SILVA SOUZA	SILVA SOUZA		
PEREIRA	PEREIRA	PEREIRA	PEREIRA		
CARDOSO	CARDOSO	CARDOSO			
ALUNO 5					
FEITOSA	FEITOSA	FEITOSA	FEITOSA		

Fonte: Próprio Autor

Pela figura 12 percebemos que o Aluno 3 esteve na etapa regional em 2013 como suporte, continuando na oficina no ano seguinte, teve a oportunidade participar da etapa local e regional. Porém, não participou da etapa nacional em 2015, pois se mudou de bairro e escola. Contudo, a mudança de escola nem se configura como um problema, pois como o trabalho iniciou em 2013 com alunos do nono ano, a última série que a escola oferece, era de se esperar que houvesse essa mudança. A saída do Aluno 3 da equipe se deu principalmente por sua mudança de bairro, o que inviabiliza a participação no treinamento da equipe.

O aluno Silva Souza passou por uma situação semelhante a do Aluno 3, ao mudar de escola de 2013 para 2014. Em todas as formações da *Mario's Minds* sempre foi o membro mais velho e, também, o mais experiente na robótica, mas essa experiência demorou a ser desenvolvida.

Silva Souza: [...] a equipe *Mario's Minds* quando começou você lembra né?! Eu era um menino atentado, custoso, não fazia nada, não gostava de matemática, português, essas coisas assim, e com o tempo eu comecei a gostar.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Seu interesse aumentou com a participação dos alunos na competição, e desejando fazer parte da equipe comprometeu-se bastante, porém por desentendimento com a Coordenadora, em outra oficina da escola, não esteve entre a equipe inscrita, fazendo parte, assim, da equipe suporte.

Pesquisador: Porque você não foi [para etapa regional em 2013]?

Silva Souza: Porque eu era bagunceiro demais uai. Eu fui só como aluno do projeto e eu sabia que eu tinha potencial pra competir junto com os caras.

Pesquisador: Isso não foi motivo pra você desistir?

Silva Souza: Não, cê tá doido! Eu comecei a gostar do trem uai. O que mais me deixou bolado naquele torneio foi que eu sabia o quê que eu tinha feito, o quê que eu tinha que fazer, eu ajudei os cara, eu dava meu melhor, mas tinha pessoas que tava lá na frente que não reconhecia. Eu ficava grilado, mas não parava de ajudar não, fiz os trem até o ultimo momento.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

O resultado na temporada 2013 e a mudança de escola, o fez acreditar que não era possível participar mais de competições. Mas, diferente do Aluno 3, ele ainda morava no bairro, o que permitia que fosse fácil participar dos encontros marcados para organização da equipe.

Pesquisador: No [torneio local em 2014] você não foi?

Silva Souza: Não, eu só fiquei sabendo, porque no meu pensamento não tinha jeito de eu chegar até a equipe porque eu tava em outra escola [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Porém, após uma conversa com a Coordenadora foi permitido acompanhar a equipe, apenas como suporte, até reconquistar a confiança dela. Já que a sua volta ainda era vista com desconfiança no primeiro momento que retornou à escola.

Silva Souza: [...] te mandei mensagem você lembra? Perguntando como tava e tal, aí você falou “uai cara aparece lá um dia”, aí eu peguei e fui na escola aquele dia lá. Aí a primeira coisa que os cara falou pra mim foi “se você vier pra fazer bagunça não precisa nem vim”.

Pesquisador: Quem falou?

Silva Souza: A [Coordenadora], a mulher do projeto lá, e naquele dia eu fiquei com muita raiva dela, porque eu gostava muito da equipe, da robótica, do [Doutorando], de você e tinha outro cara lá, o [Técnico 2] [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Comprovado seu interesse em colaborar com a equipe, e tendo superado a relação com a Coordenadora, teve a chance de integrar a *Mario's Minds* na etapa Nacional, mesmo estudando em outra escola, pois estava no Ensino Médio. Assim, integrado ao grupo, Silva Souza e a equipe *Mario's Minds* tiveram uma experiência diferente das duas etapas anteriores, porquanto na etapa nacional os alunos não obtiveram um desempenho satisfatório, conseguindo a 19º colocação.

As boas colocações nas etapas anteriores criam nos alunos uma expectativa grande quanto a etapa nacional (Figura 13). Nas etapas local e regional, os alunos ficaram surpresos com os resultados e acreditaram que o mesmo poderia acontecer com a etapa nacional, ainda mais que houve uma evolução de seus produtos (projeto escrito e robô). O resultado foi decepcionante para os alunos, pois viam ali o fim de uma jornada que não teve fim de uma maneira louvável como anteriormente.

Figura 13 – Equipe *Mario's Minds* após o TMR 2014 - Etapa Regional



Fonte: Editada pelo autor, origem *facebook* da Prefeitura de Uberlândia

Os alunos atribuíram a queda de desempenho a dois fatores: a desconfiguração da equipe, pois as meninas não viajaram, e ao aumento do nível da competição, que tinha mais equipes qualificadas. Porém, eles conseguiam encontrar dentre tudo, pontos positivos da experiência.

Silva Souza: [...] A gente tinha certeza que a gente podia ganhar, porém não é só a força de vontade que conta, é seu uniforme, seu estande, seu *kit* de robô [...]. Mas foi bom viajar, conhecer outros lugares, a gente foi pro torneio, mas chegou lá a gente foi divertir também. A gente foi pra praia, andou de metrô, a gente saiu pra comer, apesar de tudo.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Além dos aspectos positivos, podemos destacar no depoimento de Silva Souza como as avaliações das competições são bastante exigentes, pois buscam destacar diversos pontos que servem para realizar uma avaliação mais completa e eficiente da organização do grupo. Por isso os alunos eram incentivados a conhecer bem a competição, para isso para cada etapa faziam estudos sobre o TMR, como, a estrutura⁶⁸ e regras⁶⁹.

⁶⁸ Disponível em: http://media.wix.com/ugd/7ad809_244cc0ee794643e99f897f9fe7c81008.pdf. Acesso em: 11 jan. 2017.

A cada competição a primeira ação dos alunos é destacar informações gerais da mesma, que normalmente é análogo a temporada anterior. A cada etapa a tarefa se tornava mais simples, uma vez que tinham mais experiência. A única questão era apresentar aos colegas novatos que não tinham conhecimento algum da competição. Esses estudos e apresentações aconteciam nas reuniões. Primeiro com os responsáveis e depois entre os alunos.

Essa etapa, de reunião, é importante em diversas partes da preparação para competição. Como a participação em um torneio exige dos alunos responsabilidade e custos, é necessário o acompanhamento dos pais no que está sendo realizado e nas datas dos eventos para que eles possam acompanhar seus filhos. Esse acompanhamento vai além de bilhetes encaminhados pelos alunos, é necessário que os pais sejam presente nas atividades educacionais dos filhos. Porém, reunir com os pais é complicado, uma vez que é necessário encontrar um horário que contemple a disponibilidade da maioria. No nosso caso as reuniões aconteceram no turno noturno com a coordenadora e a diretora. Em alguns casos os pais iam à escola, quando possível, em busca de informações.

Quanto a reunião dos alunos, essa também se faz necessária, pois é o momento que os alunos pausam a preparação para poderem conversar para colocar os problemas diante de todos e buscarem uma solução. É importante que eles também apresentem alguma situação referente a quem está na coordenação, já que muitas vezes é comum exigir-se algo deles e não parar para ouvi-los. As reuniões servem para melhorar a sintonia do grupo, pois é quando se revê o que foi feito e se repensa, há discussão e mudanças, e no fim melhorias. A equipe *Mario's Minds* avançou nas etapas ao passo que aprenderam com as experiências anteriores, por isso cresceram. Nesse momento que os alunos traçam metas para serem alcançadas.

Franco: No campeonato todo mundo se uniu pra participar, porque a gente tinha o objetivo de conquistar o título, ter um mérito, sabe?! A gente queria passar pra próxima etapa, então a gente acabou se unindo e conseguiu.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Feitosa: [...] nós fizemos uma reunião e entramos em um acordo que todos que forem continuar, realmente continuar, pra fazer a equipe andar, pra ficar somente os que queriam. Porque assim não teria mais [...] problema e a gente poderia dar vários passos à frente.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

Percebemos que os alunos eram focados e sabiam que o comprometimento era fundamental. Essa compreensão acerca das responsabilidades e engajamento é essencial para

⁶⁹ Disponível em: http://media.wix.com/ugd/7ad809_b90b21649360aa1ab7c11026b25801d4.pdf. Acesso em: 11 jan. 2017.

o desempenho da equipe. De maneira similar, é preciso que os alunos saibam se organizar e tomarem decisões.

Cardoso: [...] todos éramos responsáveis em relação aos nossos encontros.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 19/11/2016).

Silvério: Fomos participativos e tínhamos que ser, pois encontrávamos uma vez só na semana e não poderíamos perder tempo.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 12/11/2016).

Os alunos da equipe não estavam acostumados com a cultura em que o aluno é levado a tomar decisões, em que suas responsabilidades são maximizadas e ele é um ser mais autoral. Por isso, em determinadas situações eles eram bastante empoderados quanto às decisões, como aponta Cardoso e Silvério, já em outras ainda esperavam as decisões dos responsáveis.

Prates 2: [...] se eu fosse melhorar alguma coisa, eu acho que no quesito dos professores [...] tá mais junto, nos treinos, nos negócios, tipo ajuda. Dar gestão pra gente. Como a gente ia procurar patrocínio, onde e como.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Pereira: Acredito que o projeto é da escola, então grande responsabilidade é da escola. Na verdade tem que ser da prefeitura que manda as verbas pra escola.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Não se pode julgar os alunos por essa dependência, pois ainda são crianças. O ambiente que estavam inseridos oportunizava os alunos a se tornarem mais autônomos, e que se tratando de um processo, pode levar tempo. Quando vemos os alunos se organizando para tomar decisões ou fazer escolhas percebemos que essa virtude já está sendo desenvolvida.

As reuniões também ocorreram ao término de uma competição, pois era necessário analisar os prós e contras da competição, sempre buscando uma evolução do grupo. Esse momento surge como complemento das avaliações realizadas nas competições, quando, por meio do parecer dos jurados, os alunos repensavam suas ações.

Franco: [Nas salas de avaliações] a equipe tinha que se unir pra explicar como que era a montagem, essas coisas. Acabava que tinha tipo uma atividade pra mostrar como que era a união da equipe, essas coisas.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Prates 2: Eles davam a crítica pessoal sobre o que a gente poderia melhorar [...] tipo um tava falando e sem querer o outro entrava no meio, daí eles falavam que tinham que respeitar a fala do outro também [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Esse balanço dos alunos sintonizava-os com o método de avaliação da competição. Barbosa (2016, p.211) reflete sobre a questão da evolução de uma equipe ao dizer que as “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”.

Para serem mais experientes nas competições, todavia, são necessários custos, pois para participar de campeonatos de robótica é preciso ter investimentos, que no caso de escolas públicas pode se tornar uma barreira difícil de ser transposta, sendo fundamental buscar alternativas para a captação de recursos financeiros. Preocupação que surgia esporadicamente na equipe.

Pereira: [...] a gente precisava conseguir dinheiro, porque tudo girava em torno do dinheiro, os treinos a gente tinha que pensar depois de conseguir tudo de necessário pra ir pra lá. Porque primeiramente o mais importante era saber como que a gente ia chegar lá [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Os alunos da equipe *Mario's Minds* tiveram a oportunidade de participar de suas competições graças aos investimentos que foram feitos através de patrocínios, porém a cada etapa o capital necessário era maior.

Prates 1: [...] não vou dizer valor monetário. Como eu posso dizer?! Tem que ter um certo desenvolvimento pra poder tá indo [nos campeonatos], porque chegar lá com a cara e a coragem não tem como.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Pereira: [...] um projeto assim sem verba, sem ter patrocínio, não vai muito longe, foi o que praticamente aconteceu conosco a gente precisava de muita verba [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

O mínimo que cada competição exige é a taxa de inscrição da equipe, que se destina a arcar com a estrutura que o torneio proporciona. Também são necessários gastos com locomoção, alimentação, uniforme e materiais necessários para caracterização da equipe. Sem dúvida a etapa Nacional foi a com maiores dificuldades de levar os alunos, e em alguns momentos parecia que não conseguiríamos ir. Quanto às formas de captar recursos, a equipe *Mario's Minds*, encontrou duas formas: a venda de rifas e patrocínios. A rifa propunha o sorteio de uma cesta de chocolate, que auxiliou em vários gastos da equipe para a etapa nacional em 2015.

Os alunos perceberam que essa ideia foi proveitosa, e se arrependeram de não terem feito a mesma coisa nas etapas anteriores. Em outros momentos os alunos faziam vendas dentro das dependências da escola, porém quando tomaram a iniciativa própria, o público alvo

aumentou e melhorou o poder aquisitivo, já que passaram a vender para adultos ao invés de crianças na escola. Apesar dos esforços, o valor arrecadado não surtiu o efeito esperado nas despesas da viagem para o Rio de Janeiro.

Silva Souza: Nois vendia jujuba, nois fazia barzinho, vendia rifa, pra arrecadar dinheiro pra fazer as coisas, mas ainda faltava, era difícil, todo tempo ali sempre no corre.

Pesquisador: Você acha que só com essas vendas de vocês era suficiente?

Silva Souza: Não, [...], a gente conseguiu com o dinheiro das rifas 850 [...] (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

O maior auxílio que a equipe *Mario's Minds*, desde a regional de 2013 até a de 2014, recebia vinha de patrocinadores fixos, que os amparavam no básico para participar da competição. Para etapa nacional eram necessários mais investimentos, então os envolvidos na oficina e os alunos buscaram de várias formas apresentarem o trabalho feito de forma a ganhar uma maior exposição e encontrarem quem pudessem os patrocinar. Os alunos divulgaram no jornal Correio de Uberlândia⁷⁰ e nos programas de televisão Balanço Geral (Figura 14) e MGTV⁷¹.

Figura 14 – Alunos no Balanço Geral



Fonte: Editada pelo autor, origem *facebook* do programa Balanço Geral

As conquistas dos alunos nas etapas local e regional de 2014 trouxeram reconhecimento, e os alunos compreendiam as proporções que seus esforços produziam através das conquistas nas competições.

⁷⁰ Disponível em: <http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/escola-mario-godoy-representara-uberlandia-em-torneio-de-robotica/>. Acesso em: 11 jan. 2017.

⁷¹ Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/mgtv-1edicao/videos/v/alunos-de-uberlandia-conquistam-vaga-para-torneio-nacional-de-robotica/3817278/>. Acesso em: 11 jan. 2017.

Silva Souza: [...] de alguma forma a escola tava sendo reconhecida, porque rolava umas entrevistas [...] quando a gente ganhava, quando rolou a polêmica⁷² do Rio de Janeiro a gente foi no Balanço Geral. Então tava trazendo reconhecimento pra Escola. A escola tava sendo reconhecida em Uberlândia, já era reconhecida por ser a primeira escola municipal por ter robótica

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A promoção que a escola fazia com as conquistas era uma forma de captar patrocinadores que investissem na viagem dos alunos. Assim, as divulgações alcançaram uma empresa que se interessou pelo trabalho dos alunos e resolveu investir. Mas antes, enviaram uma funcionária responsável por analisar melhor como se dava o trabalho e o que a equipe faria com o recurso captado. A visita (Figura 17) aconteceu no dia 05/02/2015 na escola, onde foram sanadas todas as dúvidas referentes ao trabalho de robótica na escola. A empresa compreendeu a importância do investimento para a escola e os alunos, e auxiliou financeiramente a equipe. A verba foi destinada aos custos de alimentação e hospedagem, e também da inscrição.

Quanto ao transporte esperava-se que a prefeitura fornecesse um para a equipe, para que a *Mario's Minds* levasse o nome da cidade em uma competição nacional, contudo não foi fornecido o transporte. Correndo o risco dos alunos não irem até a competição. A solução surgiu quando houve uma parceria da universidade com uma das equipes acompanhada por Barbosa (2016).

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. (BARBOSA, 2016, p.210)

A equipe tinha a colaboração do sujeito Doutorando, o qual conseguiu incluir a equipe *Mario's Minds* no transporte. Além disso, a equipe conseguiu um quarto no mesmo hotel que a equipe *Robot Storms Jr* se hospedou.

Prates 1: Mesmo ele [Doutorando] sabendo que ia levar uma equipe assim inimiga, não era inimiga porque a gente tinha amizade com a outra equipe, o negócio é que a gente ia competir contra eles, e mesmo assim ele quis levar a gente por querer mesmo, ele quis ajudar a gente mesmo sabendo que a gente ia competir contra eles no nacional.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

⁷² Não ter verba suficiente para arcar com os gastos necessários.

Esse auxílio foi importante para os alunos compreenderem a ideia de coletivo. Que outras pessoas são fundamentais no processo de constituição do grupo. A equipe se tornou o que era graças à colaboração de várias pessoas.

Franco: Eu aprendi que sozinho a gente não faz, que a gente depende um do outro, que a gente não teria passado nenhum torneio se a gente não tivesse sido uma equipe, se na hora a gente não tivesse juntado, tivesse colocado um objetivo, tivesse tido um propósito e tivesse cumprido ele. E eu guardo também a experiência, de compromisso de tá aqui toda sexta feira de ter o compromisso de correr atrás pra gente conseguir a verba pra gente compra as coisas, a organização que a gente tinha com nossas coisas, nosso material, com tudo.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Feitosa: [...] isso me trouxe como experiência que se a gente tivesse sozinho não teria conseguido e que sem a ajuda [...] nós não tinha ido, aí por isso eu meio que aprendi [...] a humildade e que há pessoas de bom coração ainda.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

Além disso, essa colaboração apresentava a competição deixando de lado a rivalidade. Desde a competição em 2013 que receberam as medalhas das outras equipes, até a possibilidade de ficarem em um local comum com outras equipes, o conceito de unidade se fortaleceu na concepção dos alunos, sendo possível constatar no depoimento de Prates 1, bem como na Figura 15.

Prates 1: Eu via as equipes não como inimigo, até porque a robótica é desse jeito, a gente vê as equipes como amigo e mesmo as pessoas ficar com uma nota não muito alta no torneio, as outras equipes acolhe elas, tipo “não fica assim, da próxima vez você vai ter uma boa nota, se esforça mais, não fica assim”. Então a rivalidade não é muito grande, até porque a robótica é desse jeito.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Figura 15 – Relação com membros de outra equipe



Fonte: Próprio Autor

A colaboração externa é importante para os alunos, seja na troca de saberes ou no auxílio para impulsionar a realização de etapas. Assim, se dá a constituição de um trabalho coletivo. Toda essa colaboração e ajuda que a equipe Mario's Minds recebeu também foi destacada.

Silva Souza: O que sempre faltava era o dinheiro, sempre tava ali atrapalhando a gente, e eu sempre acreditei na minha equipe, se a gente tivesse inscrito no [...] eu garanto que a gente tinha ido pra Bélgica, Austrália, Canadá, Estados Unidos e África do Sul. Nois tinha ido pra qualquer um desses países, se nois tivesse inscrito. Capacidade a gente tinha, não tinha dinheiro, investimento na gente. A gente tinha [...] os patrocinadores lá [...] porém não era a ajuda total que a gente precisava. A gente teve apoio da UFU e tal, mas não era suficiente. Porque se a gente tivesse nossa equipe tava completinha [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Pereira: Uma coisa que a gente conseguiu entender nos campeonatos, que era muito difícil. Como a gente não tinha tanta verba, tanto dinheiro, era muito difícil pra gente conseguir ir pros torneios, conseguir transporte, conseguir uniforme, conseguir o dinheiro pra poder participar [...] dos torneios. Do Rio de Janeiro, que foi o mais difícil de todos, porque, além da gente precisar do transporte, hospedagem, alimentação, tudo, foi exatamente muito difícil, [...] a gente [também] não pode levar componentes do nosso grupo por questões de verba.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Silva Souza e Pereira destacam que a equipe não estava completa na etapa nacional, no Rio de Janeiro, pois a falta de recursos financeiros não permitiu levar as meninas para a viagem, pois para levá-las seria preciso alugar outro quarto, o que demandaria mais dinheiro, que não foi captado. A direção acreditava que não era viável hospedar meninos e meninas em um mesmo quarto. Além disso, havia outro problema, que era não ter uma mulher responsável para acompanhá-las. Na organização para a viagem esperava-se que a Diretora ou a Coordenadora fossem, porém devido à falta de recursos financeiros não foi possível. Esse momento foi sem dúvida um dos mais complicados da experiência.

Silva Souza: [...] no dia que a [Diretora] falou que as meninas não podia ir a [Franco] chegou em mim e falou assim: “Você fez a gente acreditar em você”.

Pesquisador: Conta essa história. Como aconteceu isso?

Silva Souza: A meu ver foi errado, porque tinha jeito das meninas ir, tinha lugar pra ficar, até porque a gente não foi sozinho, a gente foi com o pessoal da [...] e tinha meninas lá também, elas só não iam dormir no mesmo quarto que a gente, ia ficar no quarto das outras meninas, porque no quarto que eles tavam tinha mais duas vagas, então dava pras meninas irem.

Pesquisador: E porque você acha que elas não foram?

Silva Souza: Porque a diretora disse que não tinha pessoas responsáveis pra ir com elas, só que tinha você, o [...]. Porém, a diretora disse que não podia porque não tinha responsável mulher pra ir com elas, foi uma baita pilantragem, porque as meninas arrumou as malas, preparou, foi em cartório,

autenticou⁷³, sabe quanto custa uma folha? 11,00 reais. E elas autenticaram três folhas. Gastou dinheiro e chega na hora fala que não ia, nem é só a questão do dinheiro, tem a questão da motivação também, a [Coordenadora] falou pra mãe da [Franco] pra desistir disso e ela nunca desistiu, tava ali com a gente sempre, pra chegar na hora acontecer isso

Pesquisador: E quando a [Franco] falou esse negócio: “você fez eu acreditar em você”.

Silva Souza: Fi tava minha mãe lá na escola [...], e bem na hora que a minha mãe tava conversando com a [Diretora] a mãe da [Franco] chegou mais a [Franco] e a [Cardoso].

Pesquisador: E eles nem imaginava que não ia?

Silva Souza: Elas não sabia, aí a [Diretora] chegou e falou pra elas e elas começou a chorar lá e tal, foi difícil viu [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A situação foi bem complicada para as alunas que não foram e para os colegas que tiveram que ir com a equipe desconfigurada. Esse episódio gerou certa revolta em alguns alunos que creditavam na direção da escola a culpa das meninas não viajarem. Por isso que, quanto ao investimento da escola para o trabalho desenvolvido os alunos tinham visões diferentes. Alguns alunos achavam que não houve investimentos:

Silva Souza: [...] E aí quando a escola viu que a gente não tava ali pra brincar, tava fazendo o [trabalho] sério, eles começou a apostar em nós e olha o pensamento: os meninos tem que ir pra levar o nome da escola, a educação pública era isso aquilo, mas a educação pública não investia nenhum centavo.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A falta de compreensão acerca de burocracia fazia os alunos creem que o não investimento da escola em qualquer área era sinal de falta de interesse no trabalho. Contudo outros, com uma visão mais ampla, já entendiam como ocorriam os investimentos escolares:

Prates 1: [...] eu não sei o que aconteceu, se eu não me engano foi com uma verba do governo e comprou dois *kits* que tinha. Se eu não me engano era avançado, aí a gente conseguiu fazer um robô melhor.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Os recursos destinados ao Programa Mais Educação não conseguiam arcar com essa questão da viagem das meninas, então a colaboração da escola, dentro de suas possibilidades se dava através de outras formas. Nas três competições que os alunos já tinham participado a escola providenciou o transporte e alimentação para os alunos. Mas, o maior investimento feito pela escola, como destacado por Prates 1, foi o da aquisição do material para o desenvolvimento do trabalho, tornando-se pioneira dentre as escolas públicas na compra dos

⁷³ Como os alunos eram menores de idade para poderem viajar era preciso alguns documentos assinados pelos pais e autenticados em cartório.

kits. Porém, a escola continuou investindo nesse sentido ao adquirir mais dois modelos de *kits*, o “almoxarifado” e *EV3*⁷⁴. A compra dos *kits* auxiliou os alunos na melhoria do robô.

Outro investimento que os alunos esperavam da escola, era acerca do uniforme da equipe. Em todas as competições os alunos planejavam fazer um uniforme, mas a verba não permitia que isso fosse possível. Na etapa regional do TMR de 2013 os uniformes foram improvisados a partir de coletes de atividades físicas, na etapa local do TMR de 2014 os alunos utilizaram os uniformes da escola, aqueles que são fornecidos pela rede municipal de educação, na etapa regional do TMR de 2014 os alunos foram presenteados com uma camiseta customizada com as cores e o nome da equipe, que foi doada por um dos patrocinadores do evento. Na etapa nacional do TMR de 2015 os alunos queriam um uniforme próprio, para isso adquiriram algumas camisetas com a cor da equipe, a saber, azul.

Além dos uniformes, os alunos precisavam organizar a decoração⁷⁵ e os documentos requisitados pelo TMR. Essa organização se intensificava devido à proximidade das competições, e tinha uma maior agitação no dia que antecedia a competição. Normalmente nesse dia se mistura um sentimento de ansiedade, que antecede a competição, e estresse, de ter que finalizar os preparativos necessários. Os alunos sabiam a importância desse momento e também o que deveria ser feito.

Cardoso: [...] aprendi que aparência do lugar aonde você está é importante [e] que precisamos ser organizados para realizarmos metas.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 19/11/2016).

Franco: [...] a gente se organizava um dia antes, pra organizar *kit*, pra repassar pesquisa, pra gente ver o que a gente ia ter que levar pra comer, essas coisas, chegar lá na hora de organizar o estande, na hora da equipe se unir, na hora de montar nosso grito de guerra, essas coisas, na torcida, na hora que a gente ia pro tapete, na hora da pesquisa, na hora que a gente tinha que ir pra aquela sala lá [de avaliação].
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

O clima de tensão é amenizado no ambiente criado na competição, sendo de extrema diversão para os alunos, onde os juízes, alunos e convidados são envolvidos em danças e brincadeiras dinamizadas por um animador, que em determinados momentos é narrador das diversas atividades do torneio. Os alunos são incentivados a aproveitarem e não deixarem a competitividade os privarem de usufruir das relações com as outras crianças.

⁷⁴ O “EV” refere-se à evolução da linha e o “3” ao fato de ser a 3ª geração do controlador. Versão lançada no início de 2013.

⁷⁵ Destinada ao estande da equipe no TMR

Os alunos alternavam o tempo entre as brincadeiras e a competição. Cada atividade era previamente apresentada pela organização do evento, assim os alunos tinham a responsabilidade de estar em determinado local na hora exata, cabendo ao Técnico 1 orientá-los, sendo passivo de pena de pontos caso houvesse atrasos. Havia momentos em que eles buscavam orientação para se organizar quanto a forma de proceder nas diversas tarefas e em outros participavam da disputa dos robôs.

Figura 16 – Preparação e participação no torneio



Fonte: Próprio Autor

O evento é um dia bastante agitado, quando se espera que os alunos saibam apresentar aquilo que aprenderam ao longo das oficinas, e que também possam aprender com as pessoas que estão ali. Dentro das diversas competições os alunos sempre se lembravam desses momentos, narrando principalmente àqueles pontos que mais o marcaram.

Pesquisador: O que você guarda de todos eles [torneios]?

Prates 1: Pra mim, você separar o seu tempo. Lá nos campeonatos você tinha que saber a hora de você falar, a hora de você tá sério e a hora de você se divertir. A hora de você tá sério no começo que era a hora de você apresenta seu trabalho pros componentes do outros grupos, eles passavam no estande olhando e você tinha que falar, mostrar o que você sabia do seu trabalho. E a parte de animação e diversão que era a parte que você dançava e tal, fazia algumas [brincadeiras], tipo [o animador] falava “gente tem um plástico rosa perdido por aí”. Fazia as brincadeiras, as travessuras dele, aí a gente procurava, levava lá e tinha alguma recompensa.

Pesquisador: Você achava isso legal?

Prates 1: Achava porque no meio de procurar a gente conhecia mais gente.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Esse balanço feito com Prates 1 era feito sempre ao fim das competições, buscando os pontos positivos e negativos. O término das competições acarretou o término das atividades de robótica. Em 2013, por exemplo, os alunos saíram da competição com o sentimento que poderiam ter feito melhor e prometeram se comprometer mais para um melhor desempenho na próxima temporada.

Esse sentimento de continuidade incutidos nos alunos revelava que eles haviam colaborado para a formação do ambiente de aprendizagem que buscávamos desde o início da trajetória. De início não sabíamos qual era nosso caminho, mas os diferentes desdobramentos da pesquisa nos levaram até as competições. A experiência assim nos permitiu constituir um ambiente de aprendizagem para participação do campeonato de robótica com alunos do ensino fundamental.

Além desse ambiente, também passamos pelo o processo de constituição de uma identidade do grupo. Os alunos compreendiam que eles eram a equipe *Mario's Minds*, o que fazia toda diferença. Nas competições de robótica as crianças vivenciam diferentes experiências de convívio. As diversas situações relacionadas ao processo de preparação e participação no TMR concorreram para a construção da identidade dos grupos e suas rotinas. Conhecer o outro requer experimentar a vivência de situações para além do diálogo, da comunicação verbal, nas quais o gesto, a delicadeza ou a força do toque comunicam, para cada criança, de forma diferente, o que significa conviver e compartilhar um espaço.

Nesse ambiente de aprendizagem constituído que os alunos começaram a desenvolver o olhar para o próximo. Quando os alunos separam um tempo para discutir o andamento da equipe, mesmo a conversa em um tom sério ou descontraído, é possível perceber as relações sendo fortalecidas, pois eles entendem que a união proporciona sentimentos positivos, como respeito, encorajamento, segurança e, principalmente, a ideia de pertencimento ao grupo.

Prates 1: [...] o que eu guardei mais no projeto de construção da robótica foi a interação do grupo, porque tinha que ter uma grande interação entre nós [...] o que eu guardo é a amizade e interação do grupo.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Acreditamos ainda que a descoberta da identidade coletiva pode favorecer um importante e eficaz processo de aprendizagem para elevar as competências e aproveitar melhor o potencial de realização do grupo, uma vez que os alunos realizam um processo de ensino-aprendizagem mútuo, quando se tornavam professores um do outro.

Silva Souza: [...] o mal do jovem é que ele não escuta um superior a ele, ele escuta um que esta perto dele, mas ele não escuta um superior a ele, [...] na cabeça do jovem o professor é sempre o errado, mas se vim um aluno e falar a mesma coisa pra ele, ai ele fica [pensando]. Ai ele precisa de um choque de alguém que vive a mesma situação que ele.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Outra questão relevante sobre a identidade coletiva é que essa não é estática, estando sempre exposta às transformações que visam adaptar o grupo ao seu ambiente externo e

interno. Essa ideia não exclui o estabelecimento da identidade da equipe *Mario's Minds*, pois vemos essa movimentação da identidade como uma maturação do grupo. Para tanto, o processo deve ser atualizado de tempos em tempos, podendo assim funcionar como facilitador do processo de mudanças.

Tivemos a oportunidade de (re)viver a experiência de 2013 para 2014, com o início das atividades no dia 14/04, distinguindo-se por quem ministraria as oficinas. A ideia inicial era que o pesquisador continuasse desempenhando o papel de professor, porém não havia disponibilidade⁷⁶ de horário para dar prosseguimento às aulas de sexta. Posteriormente foi solicitado ao Técnico 1 que desempenhasse essa função, mas também não foi possível já que ele estava em um curso preparatório para ingresso na faculdade.

Assim, o novo professor foi um dos vários alunos já contemplados pelos projetos de robóticas desenvolvidos nas escolas e na universidade, e que já possuía conhecimento para desenvolver a função. As aulas aconteciam em dois dias⁷⁷: as terças-feiras, para aqueles alunos que estavam iniciando na robótica, e nas quintas-feiras, para os alunos que já haviam participado do projeto no ano anterior.

Por motivos pessoais, o novo professor deixou a função antes do recesso do meio do ano, iniciando-se uma nova busca de alguém que pudesse ministrar a oficina. Algum tempo depois do recesso escolar do meio do ano, no dia 01/08/14, retornou as atividades de robótica. A demora ocorreu devido a uma exigência da direção da escola, que permitiria que a oficina retornasse apenas se o pesquisador acompanhasse as atividades de perto⁷⁸. Contudo, o acompanhamento não se deu como professor da oficina, uma vez que essa função era remunerada, assim foi proposto ao Técnico 2 tomar a frente do projeto e liderar o *Mario's Minds*.

A preocupação com a construção, confirmação e atualização da identidade coletiva exigem adaptações na gestão de várias áreas do grupo. Um dos pilares dessa constituição é a confiança que a diretora depositava no pesquisador quanto à responsabilidade e profissionalismo de lidar com o trabalho pedagógico. Percebemos que uma constituição de identidade consolidada pode induzir mudanças culturais e auxiliar na melhoria da qualidade

⁷⁶ Fato justificado por seu ingresso no Mestrado Profissional, conforme descrito no capítulo 1, pois as aulas aconteciam de tarde até de noite nas sextas-feiras e de manhã nos sábados.

⁷⁷ Mesmo com a mudança do dia de desenvolvimento das oficinas não era possível que o pesquisador fosse o professor, uma vez que nesses horários exercia a função de professor-monitor em uma instituição particular de Uberlândia.

⁷⁸ Assim, foi necessário adiar a matrícula em determinada disciplina do Mestrado Profissional para dar prosseguimento à pesquisa.

de vida institucional, pois os trabalhos passam a ser desenvolvidos por profissionais que se identificam com a escola e os alunos.

Nesse fato, de troca de professores, destacamos o papel do responsável dos trabalhos de robótica. A competência para construir logo no início um bom vínculo relacional pautado no respeito e na confiança é decisiva, primeiramente com a instituição onde se desenvolve o trabalho, depois com os alunos. Além disso, é necessário desenvolver a capacidade para ouvir, observar e captar as mensagens manifestas e as implícitas, os sentimentos e fantasias do grupo, ter paciência e sensibilidade para trazê-los à tona da maneira adequada no momento mais favorável.

Esse sentimento precisava ser demonstrado pelo Técnico 2, sabendo que se é construído progressivamente. Para isso, houve uma reunião para sua apresentação, onde se discutiu as experiências passadas e preparação para a próxima temporada. Ficou combinado que as aulas voltariam a ser às sextas-feiras em apenas um horário, com um intervalo para o lanche, e o foco era a temporada 2014/2015, de onde surge as principais produções referente ao projeto escrito feita pelos alunos e os robôs montados por eles, que serão destacados no Momento 2 da análise de informações.

Agora, nesse primeiro momento da análise das informações conseguimos compreender a constituição da identidade coletiva da equipe, que se inicia pela forma que essa equipe será reconhecida. A etapa exige a colaboração de todos, seja para dar ideias novas ou desenvolver aquelas já apresentadas. Neste momento é fundamental dar a oportunidade para os alunos terem voz, habilidade exigida em outros momentos das competições de robótica. Nenhuma ideia pode ser descartada ou classificada como ruim, o que acontece é que algumas ideias não se adequam ao grupo. Essa compreensão ao ser desenvolvida nos alunos os capacita a agirem enquanto grupo, trazendo mais sintonia para a equipe, fato que eles conseguiam detectar.

Silvério: Trabalhar em equipe sempre será bom de uma certa forma, porque algumas coisas você não concorda, outras todos concordam. [É preciso] ter muita paciência, ter união, saber ouvi sugestões para não perder tempo.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 12/11/2016).

Esse coletivo não se faz apenas com os alunos, mas também com aqueles que agregam conhecimentos e valores ao grupo. Essa colaboração pode vir de vários lugares, até mesmo de outros adultos ou dos pais dos alunos, e é de fundamental importância. Seus saberes invadem o ambiente de aprendizagem em palavras e ações passadas para seus filhos, colaborando com o processo também. Os alunos reconheciam o valor dessa ajuda.

Pesquisador: A equipe *Mario's Minds* recebeu alguma ajuda de outras pessoas ao longo de sua trajetória?

Silvério: Sim, de muitas pessoas.

Pesquisador: De quem e em que momentos?

Silvério: Dos nossos pais, do nosso instrutor, da nossa escola e alguns patrocinadores, em vários momentos.

Pesquisador: Qual a importância desta ajuda para o seu aprendizado?

Silvério: Sem a ajuda destas pessoas não existiria os *Mario's Minds*.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 12/11/2016).

O tempo que leva para essa afinidade acontecer dependerá de quanto a equipe sofrerá mudanças em sua constituição, pois a chegada ou saída de um novo aluno ao grupo, exige a adaptação da forma de todos agirem. Vimos que diversos fatores influenciam nessa rotatividade de alunos, ainda mais quando se deseja realizar um trabalho em longo prazo. Mudanças podem acontecer e são difíceis de antecipar, mas nem todas as mudanças são ruins. A chegada do Técnico 2, mesmo um ano após o início da trajetória, foi útil para a equipe que recebeu sua contribuição, ao trazer saberes proveniente de suas outras experiências. Como fazíamos parte de um processo, era necessário considerar as possíveis mudanças, pois a formação da equipe é progressiva.

Passando a formação da equipe, dirigimos a atenção para o ambiente de aprendizagem constituído. Esse revelou qualidades referentes as estratégias elaboradas e executadas pelos alunos ao longo da preparação e participação nas competições. A primeira que destacamos refere-se à organização coletiva, que compôs gradualmente a identidade do grupo. Nesse momento decisões precisam ser tomadas e ações precisam ser realizadas considerando todos envolvidos. E independente de quem parta as orientações, o comprometimento é fundamental, característica demonstrada pelos oito alunos que continuaram no projeto. Em determinadas situações, como a venda de rifas, alguns alunos excedem o comprometimento e partem para a iniciativa tomando providências próprias buscando beneficiar o grupo.

Ainda nas estratégias desenvolvida pelos alunos conseguimos detectar o desenvolvimento da autonomia, autoria e a criatividade, a começar no nome e logomarca da equipe. Os quais representam para os alunos não apenas uma palavra e uma imagem, mas sim, o agregado de ideias que transmite um conceito: uma equipe formada por alunos de uma escola pública que agora terá a oportunidade de participar das competições de robótica.

5.2. Momento 2 – Processo de produção de conhecimento dos estudantes para a participação no campeonato de Robótica

Esse momento compreende o processo de produção de conhecimentos pelos estudantes relacionados às exigências dos campeonatos de robótica, e enfoca na criação de um projeto escrito, numa perspectiva científica, dentro dos moldes de campeonatos de robótica, e no processo de montagem, programação e simulação de robôs.

5.2.1. Projeto escrito em campeonatos de robótica

Esta etapa considera: escolha da problemática referente ao tema da competição; projeto escrito, numa perspectiva científica, sobre o tema da competição; produção de banner, folder e maquete do projeto escrito; e divulgação do projeto escrito em mídias sociais.

Os alunos no começo das oficinas em 2013 estavam acostumados a montar e programar robôs, através de atividades específicas de reconhecimento do *kit*. Eles ficaram bastante animados por saber que participariam de uma competição. Entretanto, as exigências da competição, na parte do projeto escrito, foram um pouco desmotivadoras para os alunos.

Pereira: [...] Por causa que a gente começou a participar de torneios e se tornou mais difícil [...] [os alunos] viam que tinha muito trabalho, muita pesquisa, tinha que decorar as coisas, as pesquisas.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Apesar da falta de ânimo, os alunos se dedicaram ao projeto escrito⁷⁹, que é um tópico estimado na competição, pois caracteriza cada edição e é avaliada com uma maior quantidade de pontos para incentivar os alunos a valorizarem o estudo, já que normalmente as crianças se interessam mais pelos robôs.

Franco: [...] eu acho assim, que a equipe tinha muita preguiça em fazer pesquisa, que era a parte mais chata, tipo, querendo ou não era muito chato fazer a pesquisa⁸⁰ [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Prates 1: [...] foi [difícil] de achar uma boa pesquisa, e eu acho mesmo na hora de se importar com a pesquisa, porque ninguém se importava muito, porque o mais divertido mesmo era os robôs.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

⁷⁹ Disponível em: http://media.wix.com/ugd/7ad809_beeefc8e1b8ff4d87bd578855bd27c89d.pdf. Acesso em: 11 jan. 2017.

⁸⁰ Os alunos chamavam o projeto escrito de pesquisa. Utilizamos o termo projeto escrito para o diferenciar desta pesquisa de mestrado.

A princípio, o ato de pesquisar pode ser laborioso, por isso é importante o incentivo dos professores para os alunos tomarem decisões acerca dos métodos requisitados em uma pesquisa educacional e/ou científica. A orientação para os primeiros passos é fundamental, e o acompanhamento também, de modo que os alunos criem o hábito de pesquisar autonomamente.

Prates 1: A gente treinava na escola, a professora [...] fazia algumas pesquisas, junto com os meninos, ajudava a gente fazer as pesquisas, imprimia na impressora da escola, ela imprimia e a gente levava pra casa, a gente pesquisava lá, a gente estudava mesmo era na escola pesquisando, era mais na hora de pesquisa.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Apesar da dificuldade de pesquisar, os alunos compreendiam a necessidade de dominar o conteúdo pesquisado, pois almejavam serem bem avaliados na competição. Por isso que se dedicavam dentro de suas capacidades. Os alunos tratavam da compreensão do projeto escrito de diferentes formas, pois enquanto alguns buscavam compreender tudo o que era estudado, alguns buscavam memorizar algumas ideias para a apresentação.

Cardoso: Todos temos a hora de falar. Nunca decorar e sim entender. [...] Para entender de um assunto precisamos pesquisar fundo sobre ele. [...] Todos pesquisávamos matérias sobre o assunto e depois juntávamos tudo e pegava as coisas mais importantes.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 19/11/2016).

Pereira: [...] praticamente pegava quase tudo pronto, era mais a questão de decorar e dizer na frente dos juízes [...] Sim, decorar e entender a pesquisa né.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Prates 1: A gente organizava por meios de apostila, como eu posso dizer, de estudo, a gente dava umas folhas pra estudar e na hora do torneio saber pelo menos o básico do que vai falar, porque cada um vai ter que pesquisar mesmo e saber o avançado da pesquisa, a gente dava era o básico mesmo no papel pra pessoa não passar vergonha lá na frente.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

A criação do projeto escrito se tornou um desafio para os alunos e, também, para os professores. Alguns alunos estavam acostumados a receber o projeto escrito finalizado, e acreditavam que era possível dominar o conteúdo apenas se lessem o que era passado para eles, evitando participar da produção da escrita e, assim, ter uma compreensão maior acerca das ideias desenvolvidas. Além disso, observamos que os estudantes apresentaram dificuldades no processo de desenvolvimento da problemática do projeto escrito, pois estavam habituados a uma prática educativa baseada na reprodução de informações.

Entendemos como hábito o comportamento que se aprende e é repetido frequentemente, sem pensar como deve executá-lo. Os alunos esperavam as orientações dos professores para o desenvolvimento do projeto escrito. A reprodução enquanto forma de realizar um trabalho parece um processo comum entre os alunos. O acesso às informações que a evolução das tecnologias contemporâneas trouxe para a nossa sociedade gerou um duplo resultado, o funcionalismo e o comodismo. É necessário o incentivo dos pais e professores para que os alunos rompam com esse paradigma, de reprodução de informações, e criem a autonomia da produção escrita. Ao longo das diferentes etapas das competições podemos detectar a presença dessa prática entre os alunos, em um maior grau em 2013 em relação à última etapa em 2015.

Essa autonomia se destaca desde a escolha da problemática a ser desenvolvida no projeto escrito, até como diferentes saberes podem ser explorados interdisciplinarmente. A preparação dos alunos para as competições se iniciavam buscando ideias que satisfizessem o tema da competição e que se relacionavam com a realidade que a escola se encontrava, buscando, assim, criar um maior reconhecimento com o projeto.

O tema da temporada 2013 foi “Planeta Terra – Ação e Reação”, que relacionava questões “sobre os eventos naturais que podem causar um desastre natural e/ou desperdício da água em sua comunidade” (BARBOSA, 2016, p. 203). Já o tema da temporada 2014/2015 foi “Agricultura Sustentável”, que problematizava a questão da produção de alimentos de forma ecologicamente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa para antecipar uma futura escassez de alimentos nas próximas décadas.

Para a temporada 2013, em um primeiro momento, foi discutido se seria pesquisado os impactos causados pelos desastres naturais ou a utilização consciente da água, sempre se atentando para o contexto em que os alunos estavam inseridos. Os alunos refletiram sobre um problema recorrente no bairro da escola, que era a epidemia de dengue, que esse foi apontado como um setor onde no período das chuvas tinha uma significativa infestação do mosquito da dengue, pois possuía uma grande presença de focos do mosquito. Os terrenos baldios com lixo jogado pela população representa um ponto forte de foco do mosquito no bairro. Assim, aparentemente, os alunos haviam encontrado um problema que poderia ser pesquisado, então ficou decidido direcionar o projeto escrito para essa ideia.

Mas, logo nos primeiros encontros os alunos tiveram dificuldade de enquadrar o problema na temática do torneio, então eles buscaram outra questão para ser analisada. Então,

foi em uma das discussões que ficou decidido estudar o gasto de água no banho, que também levou a falar sobre consumo de energia, e, conseqüentemente, aquecedor de água solar.

No acúmulo de ideias e informações os alunos se perderam novamente no tema, e se sentiram inquietos por parecer que não conseguiam encontrar a cerne para o projeto escrito. Eles viam que a problemática tinha muito a oferecer e não desistiram dele. Assim, foi preciso mudar a perspectiva pelo qual analisavam a questão. Na expectativa de falarem sobre o desperdício de água, o projeto⁸¹ propunha, com o auxílio da tecnologia e justificada pela matemática⁸², criar um controlador de temperatura de água para chuveiros que tem aquecimento, minimizando o consumo de água.

A primeira ideia era um sistema composto por três caixas d'água, uma com a água aquecida e outra com a água natural, que teriam acopladas termômetros. A terceira caixa, também com o aparelho de aferir temperatura, serviria para receber a água das duas, e assim misturá-las até obter a temperatura desejada. Depois de muito pensar, percebeu-se que três caixas criariam um novo problema, em relação a água que restava na terceira caixa. O que inviabilizaria a proposta, pois seriam necessárias bombas para retirar a água sobressalente, o que só aumentava o problema.

Numa nova ideia, o aparelho propõe utilizar sensores térmicos para reconhecer as temperaturas de duas caixas d'água, uma com água quente e outra com água morna, e um painel eletrônico, no qual é inserido o valor da temperatura desejada pelo usuário, o sistema realizará a mistura. Isso pensando em sistemas de casas que possuam água quente e água natural no chuveiro. Tal ideia é ilustrada pela a figura abaixo.



Fonte: Equipe Mario's Minds

⁸¹ O banner de apresentação do projeto se encontra nos anexos.

⁸² Tradução ou “matematização” de situações da realidade para a linguagem matemática, para uma melhor compreensão do mundo e seu funcionamento.

Para encontrar qual era a temperatura desejada no banho, baseando-se na temperatura das duas caixas d'água, era necessário saber qual o percentual de fechamento do registro de vazão da água em uma das caixas. Para isso era necessário utilizar a formula de equilíbrio térmico da física, onde T é temperatura média, T_q (temperatura água quente) e T_n (temperatura água natural).

$$(T - T_q) + (T - T_n) = 0 \quad (1)$$

Isolando T em (1), temos:

$$2T - T_q - T_n = 0 \rightarrow T = \frac{T_q + T_n}{2} \quad (2)$$

A equação (1) apresenta a temperatura média entre as duas caixas de águas, assim, em posse desse valor, bastava comparar esse resultado com a temperatura desejada pelo usuário. Se fosse um valor maior que a temperatura média, deveria ser fechado, uma certa quantidade, do registro da água natural. E vice-versa.

Para compreender melhor como funciona a fórmula (2) vamos supor que uma pessoa deseja tomar um banho a 50° , e que a água natural está em uma temperatura de 25° e a água quente a 70° . Se abirmos as duas torneiras igualmente (1 Litro) teremos a temperatura de equilibrio da água $47,5^\circ$ como mostra a fórmula abaixo.

$$T = \frac{T_q - T_n}{2} = \frac{70 + 25}{2} = \frac{95}{2} = 47,5$$

Como a temperatura desejada é maior que a temperatura média, então é preciso diminuir a vazão da água natural. Fazendo os cálculos para saber quantos litros de água natural é preciso para 1 litro de água quente, basta utilizar a equação (1).

$$\begin{aligned} (T - T_q) + L_n(T - T_n) &= 0 \\ (50 - 70) + L_n(50 - 25) &= 0 \\ L_n &= \frac{20}{25} = 0,8 \end{aligned}$$

Logo, são necessários 800 ml de água natural para 1 litro de água quente. No caso L_n é a quantidade de água natural, ou seja, o registro abrirá de forma que a vazão da água natural será de 80%, enquanto que a da água quente será de 100%.

Esse cálculo mostra matematicamente o funcionamento do misturador de água digital, o qual leva a uma economia no consumo de água relevante em proporção a quantidade de banhos tomados. Considerando que uma pessoa demore cerca de um minuto para encontrar a mistura de temperatura de maneira manual, e que alguns tipos de chuveiros e duchas⁸³ gastem aproximadamente treze litros de água nesse tempo. Assim, é possível estimar quanto de água será economizado utilizando o aparelho digital (Figura 18).

Figura 18 – Gasto de água dependendo da quantidade de banho

Quantidade de água desperdiçada	Numero de Banho
13	1
26	2
39	3
52	4
65	5
78	6
91	7
104	8
117	9
130	10

Fonte: Equipe Mario's Minds

Essa justificativa foi elaborada de maneira coletiva pelos responsáveis da oficina de robótica na escola Roxa em parceria com uma graduada em Matemática, que possui especialização na área de Modelagem Matemática, que faz parte do grupo de pesquisa envolvida nesta pesquisa de mestrado.

Porém, consideramos que o desenvolvimento dessa parte matemática do projeto escrito não foi favorável, pois os alunos não tinham pouco conhecimento acerca dessa matéria, por isso decidimos não adiantar conteúdos matemáticos, além do que eles veriam em sala de aula. Mesmo a ideia da pesquisa sendo muito boa e bem fundamentada, e se enquadrando nas orientações do torneio. Contudo, compartilhar essa ideia com os alunos para que eles soubessem defender a proposta foi um desafio, uma vez que eles não conseguiram assimilar bem a parte matemática. Percebemos com essa ação que a construção da pesquisa deve ser feita de maneira coletiva com os alunos, de modo que eles possam compreender e dominar melhor aquilo que estão pesquisando.

Para temporada 2014 os alunos contavam com a experiência adquirida na temporada anterior na construção do projeto escrito, no qual as equipes buscavam problemas

⁸³ Disponível em: <http://casa.abril.com.br/materia/chuveiro-ou-ducha-acerte-na-escolha-e-desfrute-um-banho-delicioso>. Acesso em: 11 jan. 2017.

relacionados à agricultura sustentável e, dentre eles, escolher um e justificar sua escolha, sempre buscando a melhoria de vida da sociedade. Os alunos nessa parte sempre voltavam os olhos para o contexto em que estavam inseridos, e mais uma vez retomaram uma problemática comum no bairro: o lixo jogado em terrenos baldios. Dessa vez os alunos sabiam que ali havia possibilidade de trabalhar a temática da temporada, assim decidiram estudar a produção, o consumo e desperdício de alimentos. Assim, dentro desses pontos os alunos encontraram a ideia da compostagem, onde há reaproveitamento de lixo orgânico doméstico.

Prates 1: O nosso projeto de pesquisa [...] foi sobre a compostagem, então ela era mais pra mostrar que tinha como você mesmo em casa fazer uma coisa que não dá mau cheiro, que possa regar as plantas, que dá adubo, essas coisas. Então pra sociedade mesmo é ter um meio de você ter uma planta em casa que possa ter adubação, essas coisas tudo muito rápida porque na composteira ela usa mesmo material de sobra, tipo você almoça ou janta e sobra alguma coisa então você coloca na composteira, ela fica lá um tempo, as minhocas ajudam aí vira um adubo, você põe na planta e é isso.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Elucidando o depoimento de Prates 1, a proposta era a produção de uma composteira automática que através de métodos mecânicos que fariam a trituração dos alimentos, a mistura de terra e o reaproveitamento do chorume⁸⁴. Essa ideia iria aperfeiçoar o processo em relação ao tempo, pois os resíduos poderiam se decompor mais rapidamente, já que estariam menores, e seriam mais bem distribuídos durante o processo da mistura. A terra ficaria úmida com o reaproveitamento do chorume, utilizando os nutrientes que esse contém.

O método de organização do trabalho dos alunos era análogo a do ano anterior, onde os eles buscavam informações referentes ao tema e juntavam na escola, para assim formarem a apresentação.

Franco: A gente buscava a nossa pesquisa e a gente buscava encaixar naquilo que a gente tava fazendo. Por exemplo, igual quando foi agricultura sustentável, aí a [...] ajudou a gente a montar a pesquisa e a gente procurar algo sobre nosso tema, igual a gente falou sobre compostagem [...] aí a gente foi lá e correu atrás de montar uma pesquisa, separar tópico essas coisas.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Devido ao insucesso da apresentação referente à parte matemática do misturador digital da temporada 2013, os professores optaram por não influenciar na pesquisa no sentido de apontar conceitos matemáticos e forçar os alunos a assimilarem conteúdos de séries além dos que eles cursavam. Esse fato fez com que a matemática não aparecesse na pesquisa dos

⁸⁴ Resíduo líquido formado a partir da decomposição de matéria orgânica.

alunos nesse momento. A pesquisa dos alunos nessa temporada remetia diretamente a disciplina de ciências.

Prates 1: Projeto de pesquisa eu acho que não exerceu muito a matemática não, porque foi mais a questão ambiental e foi mais digamos assim, projeto ambiental não usou muito a matemática. Se fosse um projeto assim sobre a energia ou eletricidade [...] poderia até aparecer, por exemplo, na apresentação, mais nessa parte da [...] agricultura não teve.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Pereira: Na pesquisa eu não me lembro muito disso, da matemática.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Franco: Eu acho que era só na hora de dividir os tópicos pro povo mesmo, porque a gente não usou muito matemática na pesquisa não.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A experiência de relacionar a produção de um projeto escrito nos padrões dos torneios buscando destacar conceitos matemáticos que fazem sentido para os alunos se tornou uma dificuldade. Além disso, o fato nos expôs a complexidade de trabalhar a matemática da sala de aula e a matemática presente no projeto escrito, buscando o equilíbrio entre os ambientes de aprendizagem formais e não-formais. É importante que a oficina de robótica dialogue com a sala de aula.

Pela dificuldade de superar o hábito de produzir um projeto escrito e evocar a matemática presente no tema estudado, é que o ambiente de aprendizagem com robótica desafiou os estudantes a se tornarem produtores de conhecimento em relação ao desenvolvimento do projeto escrito e seu desdobramento de diferentes formas. O primeiro surgiu em relação à produção de uma maquete.

Para demonstrar que a proposta era viável os alunos precisavam encontrar uma maneira de mostrar a importância do projeto. Não utilizando a matemática para embasar a pesquisa os alunos acharam interessante confeccionar uma maquete da composteira, e assim expressar melhor a ideia. A matemática nesse momento surgiu apenas na parte de produzir a maquete.

Feitosa: A matemática não teve muito a parte da pesquisa, porque como era um projeto mais de biologia, envolvia mais a biologia, eu não encontrei muito a matemática, mas nós tivemos mais na construção da maquete mesmo, porque nós não sabíamos que tamanho que era como fazia as coisas, a gente teve que procurar tamanho, centímetro, produtos pra fazer uma.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

Não é uma exigência da avaliação do torneio que um produto seja criado, apenas é solicitado um estudo que apresente a viabilidade de confecção do produto concebido na proposta. Na participação da etapa local e regional da temporada 2014 os alunos apresentaram

apenas as ideias da composteira, explicando como se dava o funcionamento. Com a classificação da equipe para etapa Nacional os alunos perceberam que era necessária a confecção da maquete da composteira automática para uma melhor avaliação.

Pesquisador: Desde o primeiro campeonato vocês já tinham composteira?

Prates 1: Não tinha a composteira, mas tinha a pesquisa dela, a gente já sabia como ela ia ser, a gente já sabia as vantagens dela, as desvantagem ,a gente já sabia tudo então o que a gente apresentou lá foi teoria e quando a gente foi [para o Nacional] a gente apresentou o prático e a teoria.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Os alunos fizeram a maquete da composteira elétrica, com materiais de fácil acesso, análogo ao trabalho feito no começo dessa experiência com robótica em 2013, utilizando materiais diversos para realizar uma montagem. O conhecimento acerca da Robótica Livre permitiu os alunos buscarem alternativas para complementarem sua pesquisa.

Silva Souza: O pessoal do meu trabalho eles ajudaram muito, a fiação, as lâmpadas da composteira foi eles que deram pra gente, o [Prates 1] manja demais, eu levei um *cooler* de computador e falei que queria aquele negócio girando, não sabia como. Aí eles pego e fez o negócio girar pra mim, ele pegou duas pilhas, quebrou um carrinho e ligou no *cooler* e o *cooler* funcionou, juntou umas três pilhas lá e funcionou. E foi todo mundo ajudando, as meninas pintaram o negocio e a gente foi mexendo na engenharia e ficou bom.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Sua estrutura foi feita de papelão, e para apresentar a parte elétrica os alunos adicionaram um *cooler* de computador, que funciona a base de pilhas, uma lâmpada que indicava que ela estava em funcionamento, e internamente possuía canos que faziam a redistribuição do chorume.

Figura 19 – Maquete da composteira automática



Fonte: Próprio Autor

Esse momento foi importante para os alunos, pois puderam dar “vida” ao projeto deles, mesmo que de uma forma simplória. A criatividade e o conhecimento básico de eletrônica permitiram a reprodução de um trabalho que foi concebido e pensado coletivamente, amadureceu ao longo de duas etapas do campeonato, até ter seu fim na etapa nacional em forma de maquete.

A produção da composteira não era uma exigência da competição, como requisito para avaliação, de diferente modo, a equipe deveria compartilhar com a comunidade o projeto, principalmente com aqueles que podem se beneficiar da solução. Os alunos optaram pela divulgação do projeto por meio das mídias sociais, especificamente uma página⁸⁵ do *facebook* (Figura 20) e de um *blog* (Figura 21).

Figura 20 – Recorte da página do *facebook* da equipe *Mario's Minds*



Fonte: Próprio Autor

Figura 21 – Recorte do *blog* da equipe *Mario's Minds*



Fonte: Próprio Autor

⁸⁵ Diferente do perfil pessoal, esse espaço permite que empresas anunciem marcas, produtos, serviços e ideias.

O processo de criação e manutenção dessas mídias foi de responsabilidade de Silva Souza, com as colaborações esporádicas dos companheiros. Devido a sua habilidade para trabalhar com tais ferramentas. O aluno se responsabilizou por esse tópico a ser avaliado na competição, que nem sempre se tem a devida atenção, por exigir noções básicas de programação de mídias sociais.

Silva Souza: Eu que fiz a pagina [do *facebook*]. Foi a primeira vez que criei uma página. Aprendi sobre as postagens, palavra chave, [...]. O *blog* ajudou a divulgar nosso trabalho, porque muitas pessoas não conhecia nosso trabalho, teve muita utilidade.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A escolha pelo uso da página do *facebook* se deu pelo fato dessa rede social proporcionar um dinamismo na interação das pessoas. Além disso, os alunos se apoiavam no fato dessa rede ser a mais utilizada pela população, permitindo, assim, alcançar um número maior de pessoas. Contudo, a questão não era tão simples assim, pois os alunos descobriram um dos recursos presentes na rede social, o “impulsionador”⁸⁶.

Pesquisador: E o que você aprendeu nesse processo?

Prates 1: [...] aprendi que as páginas não tem muito acesso se você não pagar.

Pesquisador: Como assim?

Prates 1: [...] se você não pagar ela não aparece pra muita gente. Só se você mostra pra ela que ela existe. Agora, se você não pagar pro *facebook* anunciar ela não vai ter muito acesso. A utilidade dela então não era muito grande, era pra estudar e mesmo pra mostrar que você [estava desenvolvendo], que você não tava fazendo um trabalho inútil [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Diferente do *facebook*., o *blog* era financeiramente livre e possuía um melhor impacto para apresentação do grupo, dado o seu caráter formal. O *blog* tem um caráter informativo, um diário de bordo digital da equipe. Utilizado para apresentar a trajetória da equipe. Suas postagens foram produzidas coletivamente pelos alunos.

Silva Souza por possuir um conhecimento sobre montagem de *blogs*, proveniente de um curso feito antes de ingressar na oficina de robótica, teve mais facilidade em trabalhar com essa mídia ao invés do *facebook*. As produções eram necessárias, mas a experiência de Silva Souza deu outro estilo para o *blog*, que segundo ele era mais formal e impactante, se comparado ao *facebook*.

Silva Souza: Eu estudei com formação de sites e jogos, porém eu não tinha tanta habilidade e quando eu peguei pra escrever nosso *blog* eu vi que eu conseguia muito mais do que eu esperava. No meu curso eu conseguia fazer coisa básica [...], eu pesquisava código pro nosso *blog* ficar interessante,

⁸⁶ Esse recurso permite que as publicações das páginas do *facebook* sejam visualizadas por várias pessoas, independentes se essas acompanham as publicações da página.

ficar mais chamativo, então foi meio que trabalhoso, mas foi bom, acho que eu não demorei nem uma semana pra fazer.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Os alunos ao longo de várias experiências que vivenciamos nesta pesquisa, agregaram a equipe sua cultura digital. De semelhante maneira, nesse momento o conhecimento específico de um aluno foi útil para a equipe e pôde ser disseminado para os demais através das oficinas de robótica, comprovando a necessidade de um diálogo com os conhecimentos prévios dos alunos.

Além disso, esse conhecimento pôde ser colocado em prática, pois como Silva Souza não exerce a profissão na área, não se sabe se teria a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido no curso de informática. Graças a essa experiência um fato foi relevante na avaliação durante a competição.

Pesquisador: E como os jurados viam essa parte de *blog*?

Silva Souza: Cara, eles achava massa, achava bem legal, por que tipo assim, um *blog* que pessoas de outros países acessam, é bem massa. Já parou pra pensar, uma equipe brasileira, de Uberlândia, tendo acesso da Alemanha? Nós tínhamos por dia 25 acesso da Alemanha é pouco comparado a outros sites, mas por ser uma coisa feita por uma equipe de escola municipal, por não ser um *blog* profissional, porque não foi nada profissional, não foi um *designer* gráfico que veio e fez, foi coisa simples, tem como você acompanhar tudo então a gente via que as pessoas lia tudo, colocava no tradutor lá e lia tudo.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Esses momentos destacados por Silva Souza, dentre outros, são casos que ficam na memória dos alunos. Isso que se espera das experiências de robóticas, lembranças além do aprendizado. Não que aprender não seja importante, pois os alunos mostraram que aprendem ao passo que cumprem as etapas necessárias para avaliação do torneio. Por exemplo, com a apresentação os alunos cresciam como equipe, através das críticas dos jurados, eles sempre melhoravam para as próximas competições, que repercutia em situações para fora da oficina de robótica.

Franco: [...] do *blog* eu ficava por conta de fazer o relatório no papel, escrevia o que acontecia em cada encontro que a gente ia fazer e os meninos passavam [para o *blog*].

Pesquisador: Você tirou algum aprendizado disso?

Franco: Hoje em dia, por exemplo, na minha sala a gente tem um grupo de História, e quem criou a página [e] o grupo no *facebook* fui eu, com a ajuda de um professor e de um colega.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Na experiência dos trabalhos dos alunos com mídias sociais destacamos a questão da cultura digital dos alunos. Primeiramente nos aspectos colaborativos com o grupo, destacado

quando Silva Souza agregou seus saberes referentes à produção de *blogs*, e depois nos aspectos de formação dos alunos, sugerido quando Franco fala que o aprendizado permitiu criar uma página do *facebook* para o grupo da sala de aula. Os trabalhos de robótica permitem a inclusão digital, permitindo os alunos desenvolverem saberes que antes não faziam parte dos conhecimentos que possuíam.

Além da combinação de diversos conhecimentos proporcionada pela robótica, a inclusão digital pode ser algo necessário às variadas etapas da aprendizagem no ambiente formado por essa ciência, de maneira que, no ambiente virtual, a informática e a robótica se confundem. Os trabalhos desenvolvidos nos mostraram que apesar de o objetivo do projeto ser a Robótica Pedagógica, os estudantes passam por um processo de inclusão digital ao trabalharem com robôs e computadores. Tal aprendizagem inclui os alunos em um mundo novo cheio de possibilidades.

Pereira: [...] a robótica me ajudou muito no dia a dia, por causa que sempre que eu vejo alguma coisa de tecnologia eu sinto que eu estou um pouco a mais por dentro do que as outras pessoas [...] isso ajudou muito na informação de tecnologia, porque a robótica me ajudou a colocar eu ainda mais por dentro sobre esses fatos de construir um robô, fazer tudo aquilo apenas com *software*, sem precisar você ir lá e tocar nele, assim ele próprio fazer aquilo sozinho. E eu achei que isso me levou a ficar bastante interessado nisso e querer algo mais relacionado a isso no futuro.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Além da inclusão digital, outra mudança que há nos alunos é referente à forma de lidar com questões relacionadas a apresentações de trabalho, que oportuniza aos alunos desenvolverem certa maturidade para articular e expor ideias.

Pereira: Nós conseguimos amadurecer mais, porque exigia muito da gente, a gente precisava de um certo amadurecimento e eu consegui melhorar um pouco o nervosismo, mas eu ainda sou um pouco nervoso, mas ajudou muito antes era muito pior, eu gaguejava muito [...] nos ajudou na escola a falar mais sem vergonha, a ficar menos nervoso, conseguir falar coisas mais importantes, direto no assunto [...] explicar determinadas situações, determinados projetos, nos ajudaram a ter menos vergonha, a dialogar melhor, a explicar melhor, nessa questão.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Franco: [...] hoje em dia na escola, pra apresentar trabalho melhorou bastante, antigamente muita coisa que eu não sabia fazer hoje em dia eu já dou conta por conta da gente ter esse trabalho de pesquisa, essas coisas.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Os alunos conseguiam usar as habilidades desenvolvidas nas competições para a sala de aula, porém o desejo é que esse diálogo fosse mais simples em relação a matemática. Contudo, percebemos que em alguns casos os alunos não estão maduros para lidar com

determinados conceitos. Porém o ambiente de aprendizagem constituído pela preparação dos alunos é formado por diversos saberes, por isso desenvolviam conhecimentos além dos matemáticos.

Assim, era preciso que os alunos aprendessem conceitos de uso de tecnologias para edição de texto e imagem, compreender quais são os processos de criação de um projeto escrito, numa perspectiva científica, e, o mais importante, os alunos adquiriram uma ideia mais humanitária, fruto da filosofia do torneio, que propõem temas de cunho tão relevante para a sociedade, assim como foi o do ano de 2013, desperdício de água, e o de 2014/2015, agricultura sustentável.

Nesse momento, também destacamos o desenvolvimento da autonomia e a criatividade nos alunos do projeto, principalmente ao criarem e gerenciarem a página do *facebook* e o *blog*. Mesmo aqueles que se envolveram em um grau menor que outros, conseguiram aprender o suficiente para em outras oportunidades colocar em prática o saber. Além dessa situação os alunos ainda demonstraram autonomia ao confeccionarem a maquete da composteira, sem a intervenção de nenhum professor. Do início ao fim a produção foi dos alunos.

Destacando também nesse ambiente de aprendizagem constituído a autoria dos alunos e produção coletiva. Os alunos como equipe conseguiram se organizar e articular maneiras para superar essa etapa da competição. As produções referentes ao projeto escrito (banner, folder, apresentação) foram feitas pelos alunos de acordo com o que eles compreenderam da problemática escolhida. Os alunos, nesse momento, tiveram a oportunidade de agirem com mais liberdade, pois se queria evitar o mesmo erro que a temporada 2013.

O ambiente constituído ainda é um espaço de aprendizagem de diversos conteúdos, principalmente aqueles que o tema remete. Cabe ao professor um pouco de estudo para buscar os que não são comuns. Sempre se atentando a realidade dos alunos para que não exceda a capacidade deles. Por isso é importante o envolvimento da equipe em todo processo de desenvolvimento do projeto escrito e seus derivados. A temática das competições é uma ótima oportunidade para o professor desenvolver a interdisciplinaridade e assim envolver outros docentes da escola nos trabalhos de robótica, enriquecendo cada vez mais o projeto escrito da equipe.

5.2.2. Montagem, programação e simulação de robôs em campeonatos de robótica

Esta etapa trata da montagem e programação de robôs, onde é discutindo o processo de produção de conhecimento sobre a prática educativa de simulação com robôs. Especificamente, consideram-se as fases de construção de protótipo, funcionamento de protótipo e aprimoramento do protótipo. As três fases são avaliadas na competição, no quesito Tecnologia e Engenharia, em duas circunstâncias: no desafio prático e na análise do robô.

A atividade de montar e programar robôs pode a princípio parecer desafiadora para os alunos, já que estão tendo contato com algo novo. Entretanto, os alunos sabem que tem em mãos uma ferramenta poderosa dada a suas grandes possibilidades de aplicação.

Franco: [...] quando a gente pegou pela primeira vez [...] o *kit* eu pensei “meu Deus eu não vou dar conta de fazer isso, é um bicho de sete cabeça”. Só que depois a gente foi entender, tinha os motores, aí tinha que montar, ligar certinho [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Pereira: [...] vai ter que usar bastante cálculos para que você possa inserir os dados no *software* do robô para que ele possa fazer o que você deseja, então você tem que colocar determinadas medidas, determinados metros para que ele possa fazer aquilo que você quer, determinadas rotações, determinados graus.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Montar e programar se torna um riquíssimo aprendizado para alunos, pois ao passo que experimentam a prática, fazem descobertas. Franco fala sobre as descobertas das múltiplas conexões que as peças do *kit* permitem, enquanto que Pereira trata da descoberta da importância de se programar, dado as funcionalidades que o *software* dispõe. Os alunos da primeira formação da *Mario's Minds* vivenciaram esse momento de reconhecimento do material bem antes de saberem que iriam participar de uma competição, os demais que integraram a equipe posteriormente foram aprendendo ao longo do processo de preparação para as competições.

A etapa de construção e programação do robô é bastante importante, mas que pode, em um primeiro momento, ser complicada para os alunos compreenderem. Na temporada 2013 coube ao técnico 1 auxiliar os alunos nesse momento, uma vez que ele já tinha uma boa experiência com competição. Antes do Técnico 1 começar a orientar os alunos, houve um momento que a equipe foi visitada por técnicos⁸⁷ de outras equipes que auxiliaram a turma,

⁸⁷ A pesquisa de Barbosa (2016, p.9) “[...] buscou compreender qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo de robótica educacional com estudantes do ensino médio. [...] esses sujeitos estiveram envolvidos em atividades relacionadas aos campeonatos de Robótica [na função de técnicos] [...]”.

levando os materiais necessários para uma melhor explicação (mesa, tapete e robô programado). Os técnicos em questão eram amigos, pois estudavam juntos, e, como disse Barbosa (2016, p.204), “independente de assumirem ser técnicos de uma das equipes, ajudaram uns aos outros”. A ideia é fazer uma boa estrutura com o mínimo de peças para tornar o robô mais ágil.

Os conhecimentos adquiridos pelos alunos com os técnicos e com a experiência da competição em 2013 foram importantes para o amadurecimento da habilidade de automação dos alunos. Assim, para a temporada 2014/2015 eles reproduziram a estrutura do robô feito na temporada anterior⁸⁸. A finalização da montagem do robô deu origem ao robô que foi batizado de *Heimerdinger*⁸⁹.

Feitosa: A gente fazia o primeiro modelo, aí a gente sempre procurava melhorar numa falha que a gente encontrava nele. A gente deixava [o robô] mais adaptado pra todas as missões possíveis.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Mesmo o modelo tendo sido baseado na construção da temporada anterior, era necessário ser feitas adaptações devido a exigência das missões da temporada, que pediam o acréscimo de algumas partes para executar determinadas missões, como apontou Feitosa. Além disso, a diferença das peças dos *kits* era um fator que influenciava nas variações da montagem do robô.

Franco: [O aprendizado] foi mais na área da montagem assim, criatividade, essas coisa. Ter uma facilidade em tipo montar alguma coisa. Não tá dando certo isso daqui, minha facilidade era essa, ia lá procurava peça, pegar e montar [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Silvério: As montagens dos robôs era um momento muito divertido para mim, nunca tinha montado um robô antes. Mas quando não tinha uma peça tínhamos que pensar em outra para substituir aquela e às vezes era muito difícil.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 12/11/2016).

Esse momento propiciou o ganho de habilidades e conhecimento nos alunos. Para ambos os casos, os alunos aprenderam uma importante ideia da robótica, que é a do

⁸⁸ Os técnicos destacados na pesquisa de Barbosa (2016) foram acompanhados desde o ensino médio até o ingresso no curso de engenharia (Mecânica e Computação), onde aprofundaram o conhecimento acerca da automação e programação. Por isso os alunos utilizavam a base do robô da temporada anterior, pois “esse robô [...] possuía justamente as características construídas a partir da 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” (BARBOSA, 2016, p.206).

⁸⁹ Personagem de um jogo, a saber, *League of Legends (LoL)*, jogo eletrônico onde o jogador controla um personagem em uma batalha entre dois times cujo objetivo é derrotar a base principal inimiga. O personagem é um inventor de artefatos tecnológicos utilizado nas batalhas. Disponível em: <http://gamerplus.net.br/saiba-mais-sobre-heimerdinger-o-inventor-idolatrado/>. Acesso em: 11 jan. 2017.

improvisado. Sempre buscar peças análogas para fazer a montagem que se deseja. A falta de peças, apontada por Franco e Silvério, foi solucionada ao passo que os alunos foram adquirindo novos *kits*, então o robô foi ganhando adaptações, devido às novas peças que eram obtidas.

Assim, o *Heimerdinger* ganhou três versões nessa temporada, uma para cada etapa da competição. Em todas as versões o *Heimerdinger* tinha a mesma estrutura, variando as peças que os complementos agregavam.

Franco: [...] aí a gente tinha que fazer assim, um robô com estabilidade boa [...] a gente tinha que montar, quando não dava certo a gente tinha que adaptar com poucas peças [...] as vezes a gente não tinha peças que precisava então a gente tinha que adaptar pra dar certo aquela missão.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Prates 1: [...] o centro dele era alto, que a gente tinha um braço, que era tipo um braço de trator que subia e descia, tinha uma estrutura que a gente deixava bem preparada porque as vezes no meio do torneio a bateria do robô acaba, a gente fez a estrutura dele pra que a gente não perdesse tanto tempo tirando a bateria, teria que desmontar o robô todo pra gente por a bateria, então a gente deixou um lugar separado, meio que aberto embaixo dele pra gente tirar com facilidade e por a bateria novamente, eu lembro que ele tinha quatro roda, três motor que era um atrás, um na frente e um pro braço.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Esse modelo de robô busca antecipar possíveis problemas, como é o caso da bateria, destacado por Prates 1, que é fundamental em uma competição de robótica. Além disso, outra questão referente à estrutura é relacionada ao *design* do robô em formato cúbico, que permite ele se encaixar melhor ao formato da mesa, e a simetria, para não haver instabilidade em seu movimento.

Superado esses possíveis problemas, os alunos sempre buscaram formas de melhorar o desempenho do robô. O principal avanço no *Heimerdinger* veio com a aquisição do *EV3* que era uma roda em formato esférico, que deslizava melhor no tapete, dando mais estabilidade ao robô.

Silva Souza: [...] o nosso *kit* sempre foi o básico, então a gente não tinha muita opção, mas com o passar do tempo a gente comprou *kit* novo, teve uma amplitude muito grande, o que fez subir nas classificações dos torneios foi isso porque a gente usava um [...] muito ruim, muito mesmo, balançava demais, aí tem a esfera do *EV3* que é fixa.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Pereira: [...] melhorava mais o robô, melhorava mais o desenvolvimento. Eu me lembro de uma rodinha de uma esfera [...] ajudava a deslizar o robô, a ir mais rápido diminuir um pouco o atrito do tapete. Porque o tapete quando você usava a rodinha de borracha, a borracha entrava com atrito um pouco maior, porque o tapete era de [...] plástico, aí ele puxava, e o robô não ia tão

rápido quanto seria com a rodinha [de esfera], porque a rodinha também ajudava a ir em linha reta e não se perder um pouco nas missões. (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Prates 2: Eu acho que ele [EV3] acrescentou né mais peças. A peça que eu lembro que fez diferença tinha uma peça atrás que era com uma bolinha e ela deslizava fácil, daí a gente usou ela porque ela era mais rápido, ela girava, fazia o robô ir mais rápido [...] O outro [pneu] [...] como era borracha [...] ia travando e ele [de esfera] não [...] se colocasse dois motores na frente e aquela bolinha de metal ele simplesmente girava, se tinha que girar 360 [graus] ele girava normalmente, não ia ficar travando. (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Essa roda que travava o robô era uma roda feita no modelo padrão, que tentava simular uma roda com um grau de liberdade total, ou seja, permitia o robô ir para todos os alunos, mas não era isso que acontecia. Já a roda do *kit EV3* em formato esférico permitia que o robô deslocasse pela mesa com uma maior liberdade. Essa mudança na roda traseira fazia toda a diferença.

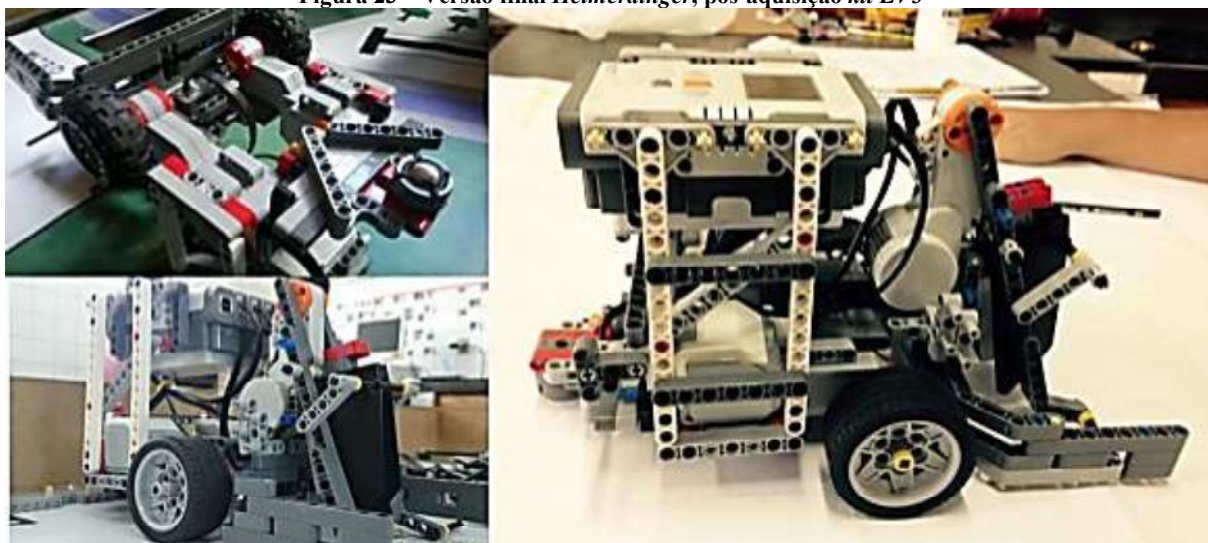
Figura 22 – Diferença nos modelos de roda traseira



Fonte: Próprio Autor

O *kit* almoxarifado foi adquirido no dia 07/11/14, e se trata de um conjunto de peças que vem para complementar o *kit LEGO® Mindstorms® NXT*. O complemento surge principalmente em duas questões, constatadas pela experiência: na montagem de determinados robôs e nas missões das competições dos torneios. A próxima geração é chamada de *EV3*, e foi adquirido pela escola no dia 20/01/15. Trata-se de um *kit* análogo a sua versão anterior, diferenciando-se nas cores e *designs* das peças, com algumas novas diferentes da anterior.

Figura 23 – Versão final *Heimerdinger*, pós-aquisição kit EV3



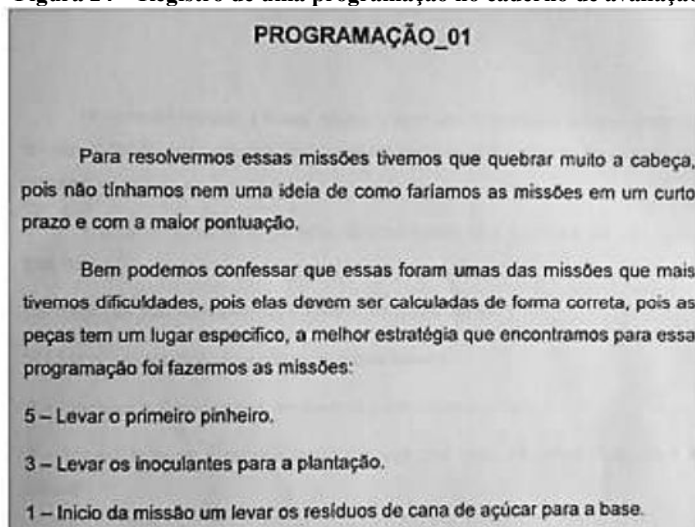
Fonte: Próprio Autor

Todas as montagens, adaptações e funcionalidades do *Heimerdinger* foram registradas em um caderno para ser apresentado para avaliação. Tal produção foi feita apenas para a etapa Nacional. Nas outras os alunos buscavam manter o registro no *blog* da equipe, sem a riqueza de detalhes que continha o caderno. O caderno era o diário da parte de automação, que era focada no *design* do robô, um dos principais quesitos analisados na avaliação. A produção de registro partiu dos alunos que buscaram aperfeiçoar o processo de produções e apresentação referente ao conhecimento do grupo.

O processo de montagem e análise do *design* do robô possibilitam os alunos desenvolverem noções de mecatrônica e mecânica básica, ao passo que vão conhecendo as diversas peças e suas múltiplas conectividades. Cognitivamente a criança desenvolve a visão espacial, aprende a pensar a respeito das três dimensões, trabalha os diferentes pontos de vista de uma mesma peça, e, ainda, raciocinam sobre a estrutura das montagens, considerando quais peças são mais apropriadas para montar, qual o peso, o equilíbrio e apoio que o robô deve ter. A criança também desenvolve a coordenação motora ao lidar com diversos movimentos manuais ao longo do processo de montagem. Matematicamente a prática de montar desenvolve a ideia de inteiro e suas partes das peças, ou seja, o conceito de fração.

É possível desenvolver conceitos matemáticos durante o processo de programação do robô, que trata da movimentação que o robô precisa realizar em cada missão. Os alunos utilizavam o recurso escrito para expressar a ideia, da forma que o programa funciona na prática e registravam essa informação no caderno de informações do robô.

Figura 24 – Registro de uma programação no caderno de avaliação



Fonte: Próprio Autor

A programação é uma tarefa bastante importante para o grupo, bem como a automação, exigindo noção de lógica e domínio do *software* próprio. Para alguns, o ato de programar pode ser um desafio devido a vários fatores. É importante saber traduzir as ações que o robô deve executar em uma linguagem lógica clara e objetiva.

Cardoso: Programar os robôs é uma tarefa difícil, pois nem sempre acertamos. Pelo contrário, dá trabalho para chegar à perfeição.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 19/11/2016).

Silvério: Eu gostava muito de programar os robôs, mas tinha que ter muita atenção, não podia errar a programação se não dava errado no tapete [...]
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 12/11/2016).

Prates 1: [...] era muito difícil, porque pra mim naquela época [...] se você não soubesse a medida certinha que o robô ia ter que andar, por exemplo, ele falhava e até batia na parede. Dependendo da força que você põe lá no programa, ele batia na parede e até quebrava. Não quebrava, ele desmontava algumas peças, aí você tinha que monta de novo.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A linguagem utilizada no *software* de programação envolve diversas funções, que levam aos alunos acharem difícil esse momento. Contudo, alguns alunos já lidavam com essa tarefa como algo fascinante e prazeroso.

Pereira: [...] naquela época eu não tinha entrado em contato com nada de *software*, ao menos sabia o que era *software*, e eu achei muito avançada, achei muito interessante, porque conseguia fazer aquela simples coisinha se mover assim, apenas usando a programação, conseguir fazer tudo que você quer sem você precisar ficar mexendo, empurrando, colocando no lugar, isso é muito interessante.
(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Feitosa: [...] a parte que eu mais gostava era a programação, porque é uma coisa que me mostrou que eu tinha mais facilidade e que eu tive mais

conhecimento também [...] na mesa de competição tinha alunos lá que era melhor e que conseguia desenvolver melhor, só que na programação eu me encaixei mais. Porque é coisa de raciocínio, envolvia computador e eu consigo pensar mais do que estar na mesa.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

Prates 1: Eu achava muito legal, porque a gente punha [os comandos] no computador, mostrava o que era pra fazer, aí a gente pensava: “esse aqui vai dá errado”, a gente punha [o programa] no robô e ele fazia exatamente tudo o que tava no computador. Aí a gente pensava: “nossa é uma coisa muito evoluída”, porque tipo, você põe no *software*, aí você passa pro robô e ele faz exatamente o que você põe lá.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

O que pode influenciar no sentimento dos alunos acerca do processo de programar é a familiarização com a atividade. Quanto mais os alunos lidam com o *software*, fazendo experimentações e testes, mais eles começam a raciocinar logicamente e então a tradução de comandos para uma linguagem do robô se torna mais natural. A familiarização surge com a simulação do robô no Campo de Missões, que foi feita para os alunos tivesse a liberdade de explorar toda a potencialidade dos *kits* de robótica. Na elaboração do tapete ele possibilitou que os alunos utilizassem até os sensores.

Sensor é o termo simples para dispositivos elétricos, eletrônicos, mecânicos ou biológicos que medem o valor de uma grandeza física (temperatura, pressão, umidade, velocidade, aceleração, distância, luminosidade e etc) e respondem de alguma forma a esses estímulos detectados. Os alunos da equipe *Mario's Minds* haviam tido contato com os sensores em momentos anteriores, porém optaram por não utilizar esse recurso nas competições, dada às dificuldades de utilizá-los. Por exemplo, ao optar pelo sensor de luminosidade para a leitura de determinadas cores presentes no tapete, os alunos poderiam se prejudicar com a mudança da claridade de um ambiente para outro⁹⁰. Assim, os alunos optaram apenas pelo o uso dos motores, que movimentavam o robô e acionava o “braço”.

O fato de não usarem os outros sensores era compensado com a programação e adaptações do *design* do *Heimerdinger*. Que permitia que o robô não precisasse fazer nenhuma leitura do Campo de Missões, apenas executar os comandos para realizar as missões previamente programadas.

A programação dos alunos se dava por uma linha de comandos direcionados aos motores, como se fossem instruções de um aparelho de navegação. A programação exigia menos comandos para não sobrecarregar a execução dos planos. Os alunos inseriam os

⁹⁰ O nível de luminosidade que incide em uma região pode influenciar na leitura do sensor. Uma linha azul, por exemplo, pode ser lida pelo sensor de uma forma em determinado ambiente ou horário, e em outra situação apresentar outra leitura.

Esse momento não acontece nem no começo ou fim, mas sim ao longo do processo, pois está relacionada às adaptações feitas no robô ou ajustes feitos na programação. O processo de pensar, construir e experimentar leva os alunos a descobrirem e aprenderem.

Pereira: [...] nós conseguimos aprender tanta coisa, conseguimos entender até que para conseguimos mover o robô a gente tinha que calcular quantas rotações aquela minúscula rodinha tinha que rodar pra conseguir alcançar tal lugar, a velocidade, a distância, nós tínhamos que calcular muitas coisas [...] (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Feitosa: Teve mais na parte da programação e do tapete. Do tapete foi porque precisava calcular a distância e o ângulo de curva do robô, a distância que ele tinha que andar, o ângulo do braço, velocidade [...] e a gente usava régua, calculadora. (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 22/10/2016).

A programação propicia uma discussão acerca do giro das rodas, Silva Souza como era um dos membros do grupo que mais dava instruções no momento de simulação, percebeu a matemática nesses momentos.

Silva Souza: [...] a gente foi inventar de programar por rotação, daí a gente teve que calcular a rotação daquela roda que a gente tava usando que é aquela maiorzinha do *EV3*, aquela lisa, e eu acho que era 2,5 cm aquela rotação. Aí a gente programava sempre calculando, aí a gente pegava a trena né, media com a trena e quando a gente esquecia a trena a gente media com a régua e depois calculava com a calculadora lá e depois já colocava no computador. (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Silva Souza destacou um dos conceitos matemáticos presentes no tapete de competição, números racionais e conversões. Nos momentos de preparação e participação nas competições os alunos são levados a discutir os números racionais, seja em relação à medida ou o tempo. Além disso, nesses pontos, os valores inteiros também são considerados, principalmente, nas avaliações e pontuações dos alunos, e mesmo assim no fim as notas são expressas em valores decimais, pois ao longo do processo é realizada a média das notas nas avaliações.

Este momento oportuniza constituir ambientes de aprendizagem interativos que viabilizem e valorizem o processo de produção dos estudantes com a Matemática no contexto da Robótica Pedagógica, indicando como característica desse ambiente a produção coletiva e a produção do conhecimento. Características essas destacadas nas propostas das competições de robótica, que levam os alunos enquanto equipe a produzirem saberes, primeiro em relação ao projeto escrito, e seus derivados, como já foi destacado, e depois com o processo de montagem e programação de robôs.

Processo esse que relaciona a questão do lúdico e a criatividade, quando os alunos trabalham com a montagem dos robôs, que podem assumir diversas formas, como carros, humanoides, dentre outros objetos. O aluno pode dar forma a sua imaginação. Além de oportunizar aos alunos a responsabilidade de lidar com diversas tarefas, de estarem a frente de um projeto, e ter que cuidar de materiais com um alto custo, como são os *kits* de robótica.

Franco: [...] com a robótica a gente acabou adquirindo uma responsabilidade e também a gente aprendeu muita coisa, e a gente trabalhou também muito essa questão da criatividade, a gente usava muito a criatividade pra montar os robôs [...]

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Esse processo também proporciona aos alunos desenvolverem a autonomia e autoria, dos produtos que eles construíram. Mesmo aqueles momentos que os alunos reproduziram as montagens de outros técnicos, eles realizaram as adaptações e mudanças, o que faz com que o robô se torne fruto de um processo coletivo de ações, visando a automação.

A aprendizagem ao longo do processo de programação se revela primeiramente no desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos, na tradução de comandos práticos na linguagem de programação. Depois no domínio do *software* que exigia que os alunos trabalhassem a conversão de valores reais para aqueles aceitos pela máquina.

O ambiente oportunizado pelos alunos nesse momento é rico enquanto aprendizado, e excedeu a proposta inicial das oficinas de robótica na escola Roxa, que visavam o estudo por meio da produção de robôs. Com o contexto oportunizado pelas competições os alunos foram motivados a aprofundarem na aprendizagem e também constataram a significância da robótica.

5.2.3. Produto educacional

Com base nas informações obtidas nesta pesquisa de mestrado notamos a dificuldade de fazer emergir a matemática no processo de construção e programação dos estudantes para realizar as atividades do Campo de Missões. A partir da reflexão e proposta do pesquisador em relação à preparação e participação dos estudantes nas diferentes etapas da temporada 2014/2015, é que apresentamos o produto educacional desta pesquisa de mestrado profissional. Uma proposta que viabiliza o diálogo com a matemática apresentada em sala de aula e as missões da mesa de competição.

O Campo de Missões é um espaço propício para evocar a matemática através das diversas situações propostas nas missões da competição. Onde é possível constituir ambientes

de aprendizagem interativos que viabilizem e valorizem o processo de produção dos estudantes com a Matemática no contexto da Robótica Educacional.

O trabalho com a matemática surge antes de se iniciar a montagem e programação de um robô que irá competir. Primeiramente, é preciso conhecer o Campo de Missões buscando destacar quais missões são mais importantes em questão de pontuação, e assim, buscar estratégias para solução do desafio. A ordem de solução e a exigência de execução das missões determinam a montagem e na programação, por isso um estudo minucioso no início da preparação é fundamental.

Silva Souza: [...] eu olhava os desenhos do tapete, eu lia as regras e eu classificava as missão que dava mais ponto, eu fazia um ranking, aí calculava quantos pontos dava da primeira até a quinta e quantos pontos dava da sexta até a décima e aí eu via qual compensava a gente fazer primeiro. Porém, as que dava mais pontos são sempre distantes e o nosso objetivo era fazer o máximo de missão com menos programação possível. E o que eu fazia? Eu desenhava os trajetos mais rápidos, fazia no meu notebook, aí eu imprimia e passava pros cara aí eles fazia três programação, mas sempre no mesmo destino.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Esse pensamento matemático apresentado pelo aluno, assim como outros, é discutido de maneira informal ao longo do processo de preparação e participação das competições de robótica, sendo assim, vimos à necessidade de compilar alguns conceitos, dando origem a nosso produto educacional.

Foram consideradas algumas questões ao longo da experimentação com o robô que foram exploradas matematicamente, tais como: calcular os pontos para decidir quais missões são prioritárias; região de onde o robô será solto; programação de giro⁹¹ dos motores em graus ou rotação (ou um giro completo); programações menores para evitar o erro; trajetória do robô na mesa; e, construção e análise do robô com base no que será transportado.

O primeiro capítulo do produto trata do conceito de áreas, primeiramente considerando todo o Campo de Missões, e depois algumas missões que apresentam o formato de figuras geométricas distintas. Para uma melhor análise foi utilizado o *GeoGebra*⁹².

O segundo considerou-se o movimento do robô no Campo de Missões, especificamente seu giro, o qual é influenciado pelo o giro das rodas. Assim, foi feito um modelo matemático que expressa qual é a relação dos graus no giro das rodas de um robô com o seu giro no Campo de Missões. Visto que o giro do motor, que é o mesmo da roda (pois

⁹¹ O giro em graus e rotações é bastante parecido, se relacionando pela a igualdade: 1 rotação = 360 graus.

⁹² *Software* livre escrito em linguagem JAVA, de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria e álgebra. Disponível em <http://www.geogebra.org/cms/en/>. Acesso em: 11 jan. 2017.

estão conectados por um eixo) não será o mesmo que o carrinho dará. O giro do motor acontece em um plano vertical e do robô em um horizontal. Esse modelo matemático é apresentado, também, na pesquisa de Delfino (2013).

O terceiro capítulo trata do estudo de quantas maneiras é possível realizar as missões de uma competição, buscando realizá-las em um menor tempo possível, considerando, primeiramente a pontuação das missões, a velocidade do robô e a distância das missões. A parte matemática contemplou a fórmula matemática da velocidade média e o conceito de permutação.

O capítulo seguinte propõe analisar a orientação do robô considerando seu movimento inicial a partir da base, explicitando que poucos graus de erro de um posicionamento pode influenciar o desempenho do robô. Para essa demonstração foi utilizado novamente o *GeoGebra* e conceitos de trigonometria.

O último capítulo apresenta a Estatística como conceito presente em quase todas as etapas do processo de preparação para a competição de robótica. A estatística surge primeiramente na coleta dos dados e depois quando se utiliza a média e a moda dos tempos que são registrados ao longo do treinamento. Esse conteúdo matemático é o que mais surge em situações-problemas que recorrem a modelagem matemática, pois permite que se compreenda qual a tendência de ocorrência de um evento, aquele que a média sugere. O tempo médio exibe uma visão geral de como é o desempenho, enquanto que a moda mostra qual será o provável tempo de realização das missões.

A proposta do produto educacional nos mostra que as possibilidades com o trabalho de robótica emergem de acordo com o tapete que está sendo usado em cada competição, no caso o da temporada 2014/2015. Os conteúdos que destacamos são os principais, pois se mostraram presente em todas as etapas que participamos.

O produto encontra-se nos anexos.

6. Considerações

Neste capítulo, retomo o registro na primeira pessoa do singular de modo a retratar minha trajetória ao longo desse mestrado, que vai além do caminho que culminou no estudo apresentado. Creio ser importante incluir-me como professor-pesquisador no processo de investigação, não apenas como relator, mas como participante ativo da pesquisa para transmitir minhas percepções acerca da experiência vivenciada.

A escolha do tema apresentado nesse trabalho foi influenciada por diversos fatores em minha vida e consolidou-se quando cursei o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática e tive contato com diferentes pessoas, de diferentes áreas, que traziam para sala de aula, além de conhecimento específico, toda uma vivência escolar que era compartilhada entre os colegas, o que me agregou muito aprendizado. Apesar do ganho que tinha com os encontros, surgiam as dificuldades de conciliar o curso, a docência e a pesquisa. Em determinado momento, tive que deixar de matricular em uma disciplina em prol da análise desse estudo. Em outro, a jornada de trabalho fez com que a escrita desta pesquisa, principalmente na transcrição das entrevistas, demandasse uma quantidade de tempo maior que o previsto. Porém, foram situações como essas que proporcionaram, além da maturidade pessoal, um grande desenvolvimento intelectual, transformando o meu jeito de ser (agir e pensar), inclusive nas diversas formas de exercer a prática docente.

Nessa experiência, o tema da dissertação contribuiu de maneira significativa para minha formação, confirmando alguns conceitos presentes desde o início de minha carreira acadêmica, entre os quais destaco principalmente a importância de se utilizar a Robótica Pedagógica no ensino de Matemática, que, além da interdisciplinaridade, integra tecnologia ao conteúdo escolar. Tecnologia esta que as novas gerações têm mais facilidade que as precedentes.

Inserido no contexto da escola Roxa com os alunos participantes do projeto percebi a riqueza de saberes que eles carregam, e que infelizmente, muitos não têm a oportunidade de aprimorá-los. Foi a Robótica Pedagógica que oportunizou a esses estudantes desenvolverem e aperfeiçoarem habilidades ao longo dos dois anos de trabalho. No entanto, também verifiquei que não são todos que têm acesso aos materiais de robótica.

Constatou-se, também, a necessidade de recursos financeiros para o desenvolvimento de trabalhos dessa natureza. Outras experiências me mostraram que o investimento considerava apenas o material utilizado, sem levar em consideração todas as demais despesas necessárias relacionadas à preparação e participação em competições de robótica.

As exigências financeiras em trabalhos de robótica me fizeram refletir sobre a diferença existente entre a realidade das escolas públicas e as privadas. Já vivenciei os dois contextos, como graduando e docente. A diferença na qualidade do trabalho está no montante que é investido. Quanto a essa situação, alguém pode indagar: “mas essa pesquisa não aconteceu em uma escola pública?” A resposta para essa pergunta é afirmativa. Porém digo que nem todos os alunos da escola foram contemplados pelo projeto, enquanto que nas instituições privadas, que já integraram a robótica em sua grade horária, todos os alunos têm a oportunidade de participação.

Outra questão importante é que dentro do contexto de uma escola pública, uma vez que é feito o investimento em projetos, é fundamental que esse tenha continuidade, permitindo que mais crianças possam ser contempladas, oportunizando outras experiências e criando novos saberes.

Entretanto, quando não há essa continuidade, e o projeto no fim seja reduzido a um depósito dos materiais, o resultado é, além de um desperdício financeiro, a impossibilidade da concretização de sonhos, expectativas, conhecimentos e experiências. Tive esse sentimento quando retornei à escola Roxa para realizar as entrevistas com os alunos e me deparei com o laboratório de ciências da mesma maneira de quando o vimos pela primeira vez, retornando, assim, a sua função de origem. A robótica se resumiu a um espaço dentro dos armários presente no laboratório (Figura 26).

Figura 26 – Materiais de robótica na escola Roxa



Fonte: Próprio Autor

Esse problema de não continuidade é uma das barreiras que surgem nos trabalhos de robótica. Além disso, nesta pesquisa nos deparamos⁹³ com os desafios de constituir um ambiente de aprendizagem relacionado às tecnologias contemporâneas, em especial naquele voltado para as competições de robótica. Alguns desafios que podemos destacar em nossas atividades realizadas foram: aquisição de materiais na escola pública; formação e/ou capacitação de professores em robótica; e, relacionar as atividades desenvolvidas com robótica e as aulas de matemática em sala de aula. Os três são encadeados, ou seja, consequentemente um leva ao outro.

Na escola Roxa, o primeiro empecilho foi superado graças a um auxílio financeiro governamental. Superado esse desafio, consideraremos o segundo referente à formação e/ou capacitação de professores. Percebi que esse influenciou na não continuidade do projeto justamente por não haver pessoas preparadas para desenvolver o trabalho. relatei no capítulo anterior como a pesquisa se iniciou com a busca da Coordenadora por pessoas que pudessem ministrar aulas de robótica, o que me mostrou que não é simples encontrar profissionais que articulem o ensino e a robótica.

Da minha vivência refleti que não é a simples inclusão da tecnologia por si, pois essa altera as possibilidades do processo de ensino-aprendizagem. Trata-se da forma com que se utilizam os recursos tecnológicos, numa perspectiva de mudança das práticas tradicionais e com a devida formação e/ou capacitação do professor para isso. Acredito que não são as tecnologias que transformam o indivíduo, sua cultura e seu processo cognitivo, mas os usos e as apropriações feitas pelo cidadão que determina as tecnologias em nossa sociedade.

Por isso, advogo pela habilitação de pessoas para o trabalho com o uso das tecnologias contemporâneas, em especial a Robótica Pedagógica. A ausência de uma formação e/ou capacitação pedagógica configura-se como uma lacuna para os professores, os quais vêm de cursos que enfocam essencialmente a parte específica da robótica ou de sua área do ensino, no meu caso a Matemática. Por isso, é preciso uma maior especialização em ambas as áreas. Mas não basta que sejam oferecidos cursos de formação e/ou capacitação, é necessário que o docente reflita sobre sua prática, almejando o crescimento.

A experiência com Robótica Educacional é por si só interessante. Enquanto incentiva, causa curiosidade. O seu lado lúdico leva os alunos a aprenderem pelo desafio de dominar os recursos e construir seu próprio conhecimento. Por essa razão se configura uma forte aliada ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Dessa forma, além do

⁹³ Uso da terceira pessoa do plural para mostrar que o trabalho foi desenvolvido a partir de uma ação coletiva.

conhecimento acerca da robótica é necessário o conhecimento matemático, de maneira que o professor seja capaz de evocar a matemática presente nas diversas situações que a simulação com robôs propõem.

Uma vez que a postura pedagógica é determinante quanto ao incentivo ou inibição da aprendizagem em sala de aula, nos parece coerente pensar que o docente precisa ter conhecimentos amplos sobre a matemática, de modo que isto possa ser usado pedagogicamente para contribuir com o desenvolvimento do conhecimento dos alunos. Almejando realizar um trabalho que implique nessa contribuição, propusemos analisar o ambiente constituído pela preparação e participação dos alunos em competições de robótica, com destaque para as possibilidades e dificuldades.

Para uma melhor compreensão de como se deu a formação desse ambiente, propusemos a análise de informações segmentadas em dois momentos, que destacam situações que propiciam o desenvolvimento de conhecimento e habilidades específicas que no fim são complementares no sentido de aprendizagem do aluno, constituindo um ambiente de aprendizagem lúdico e criativo que oportuniza ao aluno desenvolver a autonomia e a autoria, mediante a produção do conhecimento e produção coletiva.

Essa característica lúdica procede do uso de robôs que muitas vezes são concebidos na figura de brinquedos, e é bastante significativa na aprendizagem. Uma vez que é importante incutir nas crianças a noção de que aprender pode ser divertido, e que é possível aprender brincando. Nesse espaço, ela pode imaginar e fazer, desenvolvendo a segunda característica, que é a criatividade, que remete a capacidade de inventar coisas novas. Ações comuns em um ambiente em que os alunos são motivados a montarem e programarem robôs que venham executar diversas tarefas. E não só nessa parte, mas a criatividade em torno de competições de robótica também surge quando os alunos precisam desenvolver a pesquisa, *blogs*, camisetas, e demais produções relacionadas às competições.

A criatividade também remete a autoria, na qual o aluno imagina e depois faz algo que passa a ser seu e que é resultado de sua imaginação. Os alunos percebem que o processo de montagem e programação de um robô pode ser complexo e laborioso, além de envolver mais do que simples competências e habilidades específicas. Por isso, passam a valorizar todas as etapas, e mesmo quando alcançam uma “versão final”, descobrem algo a ser melhorado. O que expressa como autoria nesse ambiente é não apenas o produto, mas sim todo um processo.

Outra característica é a autonomia, que revela a capacidade do estudante de se organizar sozinho, sem nenhuma dependência do professor, administrando eficazmente o seu tempo de dedicação e escolhendo de forma eficiente as fontes de informação disponíveis. É importante destacar que a autonomia é um processo no qual os alunos necessitam de orientação em determinados momentos. Um aluno autônomo não sabe apenas o que deve ser feito, mas, também, faz o que é necessário.

Pesquisador: Vocês já chegaram a treinar sem professor?

Prates 1: Que eu me lembre, sim.

Pesquisador: Sem professor como vocês se organizavam?

Prates 1: A gente organizava com meio de equipe mesmo, porque a gente fazia o seguinte: no dia que não tinha professor, que não podia ir lá mesmo, a gente organizou da seguinte forma; como o robô já tava montado e a pesquisa já tava feita, a gente ficou mais é treinando na mesa.

Pesquisador: E quem deu essa ideia, alguém dava as ordens, como era?

Prates 1: Não, era o grupo mesmo, cada um sabia o que tinha que fazer e não dava confusão.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 26/10/2016).

Outro indício de autonomia foi a dos oito alunos remanescentes no projeto que apesar de não haver notas nas atividades, fazendo com que o caráter obrigatório da aula deixasse de existir, continuaram a frequentar lá por gosto, curiosidade, vontade de aprender e interesse próprio. Gostaria de destacar, ainda, que não devemos subestimar os alunos ou duvidar de suas capacidades pela pouca idade, muitas vezes eles nos surpreendem por aquilo que são capazes de fazer. Em quantas situações fui surpreendido por alunos, que em outros ambientes poderiam não ter voz para expressar seu saber com os demais colegas. Foi assim que descobri que o conhecimento é a única coisa que podemos dividir e que ao mesmo tempo se multiplica. Por esse motivo que os talentos individuais podem enriquecer o processo de aprendizagem coletiva, em um ambiente com grande potencial de integrar conteúdos e disciplinas, que valoriza o conhecimento prévio e a cultura geral do aluno, possibilitando a produção do conhecimento, como relatado nesta pesquisa.

Esse ambiente de aprendizagem constituído a partir da preparação e participação em competições de robótica é focado no aluno, que a partir de suas próprias experiências desenvolve uma aprendizagem mais significativa. Pois quando os alunos ficarem mais velhos e deixarem de participar das competições, ou, simplesmente, perderem o interesse, o que fica para as crianças de toda experiência é aquilo que foi significativo para elas. E são essas novas experiências que possibilitam os alunos almejarem o ingresso na universidade, buscando outras experiências com a robótica, já que agora eles compreendem que têm o potencial necessário.

Silva Souza: O que eu quero eu consigo cara, se eu quiser eu consigo, independente do que pode vir, do que vai acontecer, porque dificuldade em todo lugar tem, não é só na robótica, isso é em todo lugar, na vida pessoal da gente, isso é certeza.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A fala do aluno mostra a importância de constituir coletivamente ambientes de aprendizagem com Robótica Pedagógica, principalmente dentro dos torneios, que oferecem uma rica experiência educativa. Para isso são necessários outros estudos que apresentem novos desdobramentos que essa linha de pesquisa permite, mas que não seja apenas reprodução de trabalhos já existentes. A robótica não pode se tornar um modismo, fazendo com que um material com tanto potencial interdisciplinar vire um mero objeto de sala de aula.

Creio que tudo aquilo que uma simples caixa de plástico, repleta de diversas peças para montar robô oportunizaram, é indescritível, vai além de registros escritos ou de fotos, são experiências que marcaram a vida de crianças, as quais levarão como bagagem em sua vida. Por isso que minha vontade é que mais crianças possam vivenciar uma viagem, um torneio, uma conquista.

Pereira: [...] foi bastante interessante porque me levou a varias experiências na vida, por causa que ajudou eu a fazer a minha segunda grande viagem, por que eu conheci uma cidade nova, conheci pessoas diferentes, vivi experiências diferentes, eu considero muito bom [...] a viagem foi muito cheia de aventura, pra começar a gente foi com uma van, e essa van estragou no meio do caminho. Aí fomos, ligamos e pedimos ajuda, aí a UFU mandou um ônibus bem melhor né. Porque era mais espaçoso, tinha televisão, etc. Foi muito legal tá lá com as pessoas, com os amigos né que estavam sempre lá ralando do lado deles, foi divertido. [...] a gente visitou a praia, conheceu, eu nunca tinha ido na praia, foi a primeira sensação, tanto que eu nem levei roupa de banho, eu nem sabia que a gente ia pra praia, pensei que fosse só o torneio mesmo, mas mesmo assim a gente arranhou um jeitinho, fui com roupa mesmo, nem aí. O hotel que a gente ficou era bem chique, tinha piscina, café da manha, ficamos em quartos separados, de toda forma foi ótimo a viagem em geral.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

Os impactos das experiências no futuro só serão revelados com o tempo. Uma coisa é possível fazer, é a partir do que foi vivenciado vislumbrar possíveis consequências, pois ao longo do processo que os alunos passaram, permitiu agregar conhecimento que podem ser úteis para a vida deles.

Franco: [...] eu não tinha muito interesse em matemática porque eu achava que aquilo não era uma coisa pra mim, não era útil e eu posso fazer outra coisa. Só que depois que eu comecei a fazer a robótica eu comecei a gostar, eu tipo queria fazer aquilo na minha vida, aí eu falei assim “não, futuramente eu acho que eu vou conseguir fazer uma faculdade de engenharia mecatrônica”, só que pra isso eu tenho que ser uma boa aluna em matemática. Então foi a partir daí que eu comecei a me esforçar, a procurar

mais sobre o assunto. E a matemática que era um problema pra mim hoje em dia não é tanto.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

A robótica permite que os alunos sonhem com algo que é possível de se alcançar, que vislumbrem um futuro positivo que exige ações no presente. Silva Souza também destaca a mudança que a oficina de robótica trouxe para a sua vida estudantil, contrapondo a como era no início.

Silva Souza: Eu tive muita experiência na parte da dança, da capoeira, mas pra mim o que mais trouxe crescimento pessoal, foi da oficina de robótica, porque a equipe *Mario's Minds* quando começou você lembra né, eu era um menino atentado, custoso, não fazia nada, não gostava de matemática, português, essas coisas assim e com o tempo eu comecei a gostar, gostava mais da matemática, [...], só que chegava lá na sala eu queria desistir já, mas aquela matemática [da robótica] era boa.

Pesquisador: Quais as contribuições as atividades de robótica tiveram para a sua formação acadêmica e profissional?

Silva Souza: Eu não gostava de português e matemática de jeito nenhum e eu melhorei muito, melhorei 70%.

Pesquisador: Porque você acha que melhorou?

Silva Souza: Eu não conseguia focar naquilo que eu tava fazendo, agora eu aprendi a focar, aprendi a estudar mais, porque tinha que estudar né, a nossa pesquisa era muito grande, a gente tinha que ler, que reler, e ler de novo e pra vida pessoal foi que mais contribuiu né, porque eu fui vendo as coisas que eu tinha mais capacidade e tal, capacidade de conseguir meus objetivos, foi muito bom.

(Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016).

O desenvolvimento das Tecnologias Contemporâneas está influenciando o processo de ensino-aprendizagem de Matemática, oportunizando e contribuindo para a constituição e desenvolvimento de ambientes de aprendizagem em que os estudantes possam se tornar mais autônomos e autores das suas práticas. Tais competências desenvolvidas pelos alunos surgem da interação de diversos fatores que se articulam e proporcionam o desenvolvimento dos alunos.

Nesta pesquisa constatamos que é necessário o incentivo inicial de projetos do governo em consonância com os projetos da escola, os quais permitem aos professores desenvolverem trabalhos de matemáticas em outros contextos, como aqueles ambientes não formais estabelecidos pelos trabalhos com Robótica Pedagógica, especialmente os voltados para as competições de robótica. As diversas tarefas exigidas dos alunos, começando pela formação da equipe, focando na elaboração de projetos escritos, e posteriormente, materializados em forma de maquetes, bem como no estudo da montagem e programação dos robôs, mostram que apesar das dificuldades, apontadas nessa experiência, há resultados positivos para os alunos, acerca da criatividade, autoria, autonomia, produção coletiva e

produção do conhecimento. A relação desses elementos é apresentada na Figura 27.

Figura 27 – Elementos que compõem o ambiente de aprendizagem constituído nesta pesquisa



Fonte: Próprio Autor

O elemento central da Figura 27 foi posicionado de maneira proposital, de modo a mostrar que o ensino precisa ser centrado no aluno, pois o objetivo é a aprendizagem do mesmo. Por isso, todos os elementos presentes no sistema devem participar⁹⁴ ativamente do processo de ensino-aprendizagem, e cada componente deve refletir sobre seu papel, para compreender como a criança aprende para planejar e agir em conformidade, visando uma formação do aluno orientada pela complexidade dos conhecimentos, do mundo e da vida em sociedade.

Esse esquema apresentado viabiliza um caminho de pesquisa para compreender como a inclusão da Robótica pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem no contexto escolar. A partir dos resultados obtidos neste mestrado, pretendo continuar estudando a implementação do trabalho com robótica associado à aprendizagem da

⁹⁴ Sabemos que não são os elementos que participam, mas sim as pessoas que compõem cada um. Usamos o recurso da prosopopeia para expressar melhor a ideia.

Matemática. Espero com as experiências compreender melhor os efeitos dos trabalhos com Robótica Pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de Matemática.

Essa investigação é fruto de investimento de um coletivo que se organiza em torno de um grupo de pesquisa na universidade que desenvolve projetos com Robótica Pedagógica em diferentes perspectivas e contextos. Após encerrar o presente estudo pretendo continuar desenvolvendo projetos de ensino, pesquisa e extensão em parceria com a comunidade de aprendizagem vinculada a este grupo de pesquisa, quer seja como professor da escola pública ou professor da escola particular.

7. Referências

ALEXANDRE, Mário Lucio. **A Resolução de Problemas na formação dos professores:** Uma abordagem com ênfase no uso da tecnologia. 2011. 29 f. Monografia (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BALDUINO, Grazielle Eloísa. **Crianças maravilhosas:** brincadeiras, imaginação e culturas de infâncias numa turma do terceiro ano do ensino fundamental de uma escola pública. 2014. 270 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2014.

BARBOSA, Fernando da Costa. **Educação e Robótica Educacional na Escola Pública:** as artes do fazer. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2011.

_____. **Rede de Aprendizagem em Robótica:** Uma Perspectiva Educativa de Trabalho com Jovens. 2016. 367 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2016.

BATISTA, Mónica Cristina Marques. **O Robot NXT Mindstorms e a Área de Projecto.** 2010. 141 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Informação e Comunicação e Educação) – Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BRAGANÇA, Bruno; FERREIRA, Leonardo Augusto Gonçalves; PONTELO, Ivan. Práticas educativas e ambientes de aprendizagem escolar: relato de três experiências. In: I Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica. Belo Horizonte, 1., 2008, Belo Horizonte, MG. **Anais...**. Belo Horizonte: Nda., 2008. Disponível em: <http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema1/TerxaTema1Artigo17.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2017.

BRASIL. MEC. **Manual Operacional de Educação Integral.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2012. 80 p.

_____. MEC. Programa Mais Educação: Apresentação. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16689&Itemid=1113>. Acesso em: 1 fev. 2017.

_____. MEC. Programa Mais Educação: Passo a Passo. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011. 36 p.

_____. Secretaria de Educação Fundamental (Org.). **Parâmetros curriculares nacionais (5ª A 8ª SÉRIES): Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 152 p.

BRUM, Michel Giroto. **Introdução à Robótica Educativa**. Disponível em: <[http://www.educacional.com.br/upload/dados/materialapoio/124590001/8214768/Robótica Educativa.pdf](http://www.educacional.com.br/upload/dados/materialapoio/124590001/8214768/RobóticaEducativa.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2017.

CABRAL, Cristiane Pelisolli. **Robótica Educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção de conhecimento**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, 2011.

CAMPOS, Alexandre Henrique Afonso. **Ensino e Aprendizagem de Robótica Educacional: Uma Perspectiva Matemática**. 2011. 36 f. Monografia (Licenciatura em Matemática). Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2011.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica Pedagógica e Inovação Educacional: Uma Experiência no Uso de Tecnologias contemporâneas na Sala de Aula**. 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Arte e História da Cultura, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2005.

CASTRO, Viviane Gurgel de. **RoboEduc: especificação de um software educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital**. 2008. 213 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2008.

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. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2009.

_____. **Robótica Pedagógica Livre: uma Alternativa Metodológica para a Emancipação Sociodigital e a Democratização do Conhecimento**. 2013. 220 f. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Difusão do Conhecimento, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2013.

DELFINO, Brythnner Monteiro. **Robótica Educacional: Uma Perspectiva de Ensino-Aprendizagem de Matemática**. 2013. 40 f. Monografia (Licenciatura em Matemática). Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2013.

DELFINO, Brythnner Monteiro; MENEZES, Douglas Carvalho de; Oliveira, GUSTAVO Boaventura de; ALEXANDRE, Mário Lucio; MOURA, Éliton Meireles de; BARBOSA, Fernando da Costa. **Robótica Educacional no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à**

Docência. In: **Anais XI Encontro Nacional de Educação Matemática. XI ENEM.** Curitiba, 2013.

DELFINO, Brythnner Monteiro; SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. Robótica educacional na escola rural: do livre ao LEGO. In: V Encontro Mineiro Sobre Investigação na Escola, 2014, Uberlândia/MG. **Anais...** 2014. p. 1 – 8.

FRANCO, Claudio de Paiva. **Autonomia na aprendizagem de inglês: um estudo com nativos digitais sob as lentes do caos e da complexidade.** 201f. 2013. Tese (Doutorado em Estudos Linguísticos) - Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<http://claudiofranco.com.br/media/teseclaudiofranco.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2013.

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.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa Qualitativa:** Tipos Fundamentais. Rae - Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p.20-29, 1 Mai./Jun. 1995.

GOULART, Iris Barbosa. **Psicologia da educação:** fundamentos teóricos e aplicações à práticas pedagógicas. 16º ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados. In: IV CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 4., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: Nda., 1998. p. 1 - 24. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/niece/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/117.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2017. p. 1 - 24.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de pesquisa qualitativa.** 2014. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - manual para suporte de disciplina EAD).

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância.** Campinas, SP: Papirus, 2003. 139 p.

LIMA, Márcio Roberto de. **Construcionismo de Papert e Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores no Ensino Superior.** 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Educação Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2009.

MARTINS, Elisa Friedrich. **Robótica na Sala de Aula de Matemática:** Os Estudantes Aprendem Matemática?. 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática,

Departamento de Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MEIRA, Marisa Eugênia Melillo. Desenvolvimento e aprendizagem: reflexões sobre suas relações e implicações para a prática docente. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 5, n. 2, p. 61-70, 1998. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v5n2/a06v5n2.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2017.

MOURA, Éliton Meireles de. **O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID na Formação Inicial de Professores de Matemática**. 206 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

OLIVEIRA, Cristiano Lessa de. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa**: tipos, técnicas e características. Revista Travessias. v. 2, n. 3, p. 1-16, 2008.

OLIVEIRA, Mariza da Gama Leite de. A Capacitação do Professor para o Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação. **Intermeio: revista do Mestrado em Educação**, Campo Grande, MS, v. 9, n. 18, p.90-103, jan. 2003. Semestral. Disponível em: <[http://www.intermeio.ufms.br/revistas/18/Intermeio 18.pdf](http://www.intermeio.ufms.br/revistas/18/Intermeio%2018.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2017.

PIO, José Luiz de Souza; CASTRO, Thais Helena Chaves de; CASTRO JÚNIOR, Alberto Nogueira de. A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem de Computação. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 2006, Brasília, Df. **Anais...**. Brasília, Df: Nda, 2006. p. 197 - 206. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/510/496>>. Acesso em: 1 fev. 2017.

REY, Fernando. González. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade**: os processos de construção da informação. [Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

ROCHA, Rogério. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino aprendizagem de programação de computadores**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006.

SCHIVANI, Milton. **Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático**: o caso da robótica educacional. 2014. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc**: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. 2009. 127 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2009.

TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA. **As modalidades do TBR.** Disponível em: <<http://www.torneiobrasilterobotica.com.br/modalidades>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA. **O TBR.** Disponível em: <<http://www.torneiobrasilterobotica.com.br/o-tbr>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

TORNEIO BRASIL DE ROBÓTICA. **Regras Gerais 2016: Categoria High - Temporada “PULSOS”.** Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/7ad809_32ad57e854e44b55b5565b8d96dff891.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2017.

VERONEZI, Rafaela Júlia Batista; DAMACENO, Benito Pereira, e FERNANDES, Yvens Barbosa. Funções psicológicas superiores - origem social e natureza mediada. **Ciências Médicas**, Campinas, SP, v. 14, n. 6, p. 537-541, 2005. Nov/Dez. Disponível em: <http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/funcoespsicologicas_superiores.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. São Paulo, SP: Bookman, 2005. 212p.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática.** 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

8. Anexos

8.1. Perguntas de entrevista



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR MÁRIO GODOY CASTANHO
A PARTICIPAÇÃO DA ESCOLA PÚBLICA NO CAMPEONATO DE ROBÓTICA

Questões da entrevista:

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 à identidade:

1. Qual o seu nome?
2. Qual a sua idade?
3. Qual é o nome dos seus responsáveis? Qual é a profissão deles?
4. Onde você mora?
5. Qual série está cursando atualmente? Onde você está estudando atualmente?
6. Você está trabalhando atualmente? Qual atividade profissional você está exercendo?

Referente à trajetória do trabalho coletivo:

7. Porque você decidiu participar do Projeto de Robótica?
8. Como você conta a história da equipe *Mario's Minds*?
9. Quais foram os principais desafios e dificuldades enfrentados nesta caminhada?
10. Como foram resolvidos os desafios e as dificuldades existentes ao longo da história da equipe *Mario's Minds*?
11. A equipe *Mario's Minds* recebeu alguma ajuda de outras pessoas ao longo de sua trajetória? De quem e em que momentos? Qual a importância desta ajuda para o seu aprendizado?

12. Aponte os pontos positivos do seu envolvimento no projeto de Robótica e faça sugestões para melhorar ações educativas com Robótica Educacional?
13. Qual profissão você pretende exercer no futuro?
14. Quais as contribuições as atividades de robótica tiveram para a sua formação acadêmica e profissional?

Referente ao trabalho com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação TDIC

15. Possui computador em casa?
16. Possui acesso a internet em casa?
17. Para que você utiliza o computador no seu dia a dia?
18. Como você classifica sua habilidade para trabalhar com o computador e a internet?
19. Como foi o seu envolvimento com a produção da página do *facebook* da equipe? O que aprendeu neste processo?
20. Como foi o seu envolvimento com a produção do *blog* da equipe? O que aprendeu neste processo?
21. Fale um pouco da sua experiência de programar os robôs?
22. Como foi esta experiência com o software de programação de robôs?
23. Em quais programas você colaborou durante a sua participação na Equipe *Mario's Minds*?


Referente ao processo de produção de conhecimentos:

24. Como foi a sua participação e dos membros da equipe nos encontros na escola visando a preparação para os torneios de robótica?
25. O que você aprendeu no momento de preparação para as atividades do campeonato?
26. Como a matemática esteve presente no momento de preparação para as atividades do campeonato?
27. Como foi o seu envolvimento e dos membros da equipe na produção do projeto de pesquisa⁹⁵ do torneio de robótica?
28. O que você aprendeu no momento da produção do projeto de pesquisa do torneio de robótica?


⁹⁵ projeto escrito

29. Como a matemática esteve presente no momento da produção do projeto de pesquisa do torneio de robótica?
30. Qual utilidade o projeto de pesquisa teve para você? Para a sua escola? Para a sociedade?
31. Como foi a sua participação e dos membros da equipe no campeonato de robótica?
32. O que você aprendeu com a participação no campeonato de robótica?
33. Fale um pouco sobre as montagens dos robôs que foram feitas durante as atividades de robótica e sobre as missões dos campeonatos de robótica.
34. Você acha que os sensores utilizados nos robôs podem ser utilizados em alguma atividade do seu dia a dia? Dê pelo menos um exemplo. Você conseguiria propor algum desafio em que se utilizaria algum sensor? Se sim, descreva como seria esse desafio. Não é preciso resolvê-lo, apenas gostaria de saber a sua proposta.
35. Como a matemática esteve presente no momento da participação no campeonato de robótica?

8.2. Banner do projeto escrito da temporada 2013

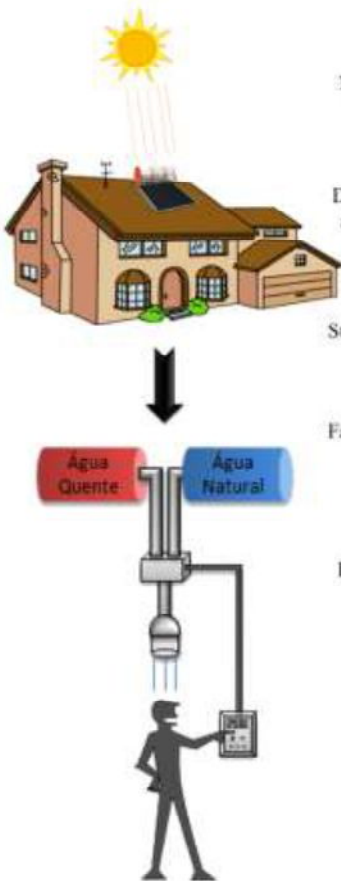


Torneio Mineiro de Robótica



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 Brythnner Monteiro.
 A diretora da nossa escola Maria Apurecida Sousa (Cida).
 Aos nossos patrocinadores:

8.3. Banner do projeto escrito da temporada 2014/2015

Torneio Mineiro de Robótica

A equipe  apresenta:
Mario's Minds

Compostagem: Uma alternativa sustentável de agricultura saudável e Agricultura Sustentável

A população cresce mais rápido do que a produção de alimentos, por isso é necessário buscar alternativas de agricultura que sejam, se possível ao mesmo tempo, ecologicamente equilibrada, economicamente viável, socialmente justa, humana e adaptativa.



Alguns problemas que temos:

- Alimentos que podem ser reaproveitados são jogados no lixo;
- Desperdício de alimentos;
- Uso de adubos tóxicos;
- Quanto menos alimentos, mais caros esses se tornam.



A compostagem consiste na decomposição dos resíduos domésticos por ação de microrganismos que na presença de oxigênio (processo aeróbio), originam uma substância designado composto fertilizante que pode ser usado como nutriente e corretivo do solo nos jardins, hortas e quintais, bem como, em vasos e floreiras. Nossa proposta é de automatizar a compostagem. Colocando métodos mecânicos que fariam a trituração dos alimentos, no reaproveitando o chorume e na mistura da terra.



"Cultivar o próprio alimento, mesmo parte do que consumimos, nos faz observar o que estamos colocando em nossos pratos e em nossas vidas. Isto pode ser feito em áreas comunitárias, quintais, jardineiras, caixas, capacetes, pneus, etc. Desta forma, praças, quintais, calçadas e varandas podem se tornar local para buscar verduras, legumes, tempero fresco ou até mesmo chá, nas noites de frio. Vontade, paciência, persistência e dedicação são palavras chaves para isto".

AGRADECIMENTOS

Aos nossos pais. A nossa mentora Elaine Aparecida Santana. Ao nosso técnico Weliton Nascimento. Ao Brythnner Monteiro. A diretora da nossa escola Maria Aparecida Sousa (Cida). Aos nossos patrocinadores:



8.4. Produto Educacional



Universidade Federal de Uberlândia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

Robótica Pedagógica e Matemática

**Uma análise matemática da
simulação de robôs em
competições de robótica.**

AUTORES

Prof. Brythnner Monteiro Delfino

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Junior

Uberlândia – MG
2017

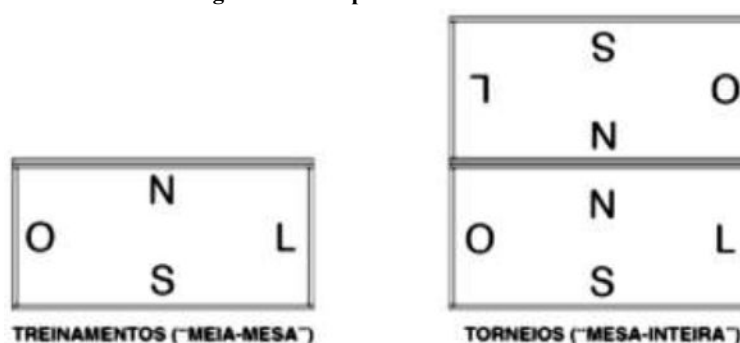
Sumário

I. DIMENSÕES, ESCALAS, ÁREAS E CONVERSÃO DE UNIDADES.....	3
II. CÍRCULO, ÂNGULO E REGRA DE TRÊS.....	10
III. OTIMIZAÇÃO E COMBINAÇÕES.....	13
IV. ORIENTAÇÃO E TRIGONOMETRIA.....	15
V. ESTATÍSTICA.....	17

I. Dimensões, Escalas, Áreas e Conversão de Unidades

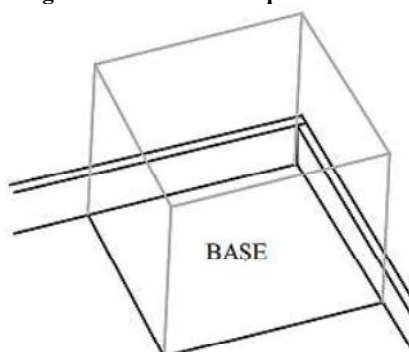
Em algumas competições de robótica há uma disputa de robôs¹ que acontece sobre um local chamado Campo de Missões, que é um “tapete” feito com uma malha de lona, colocado em uma mesa adequada, o qual possui locais específicos para posicionar várias montagens, representando atividades relacionadas ao tema, as quais são chamadas de missões, formando, assim, um cenário. A união de dois Campos de Missões é chamada de Arena. Os dois Campos de Missões são idênticos, e em alguns casos possuem missões comuns, a serem resolvidos por uma das equipes. Na Figura 1 vemos a disposição da(s) mesa(s).

Figura 1 – Campo de Missões e Arena



Define-se como Base em um Campo de Missões a região no canto de encontro das paredes Oeste e Sul, que delimita um cubo imaginário de 30 cm de aresta (Figura 2). É dentro dessa região que o robô inicia seu movimento, por isso é permitido tocar no robô apenas quando ele está dentro da Base, seja para prepará-lo ou modificá-lo.

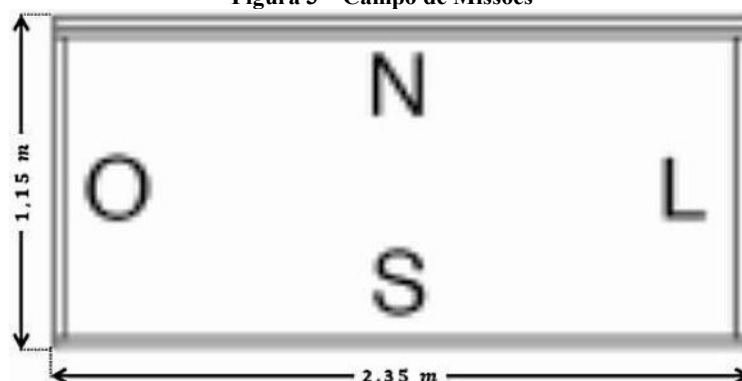
Figura 2 – Base do Campo de Missões



O Campo de Missões (Figura 3), em sua forma retangular, possui $1,15\text{ m}$ de largura e $2,35\text{ m}$ de comprimento, ou seja, seus lados delimitam uma região de $2,7025\text{ m}^2$. A Base em formato cúbico, de 30 cm , do Campo de Missões ocupa uma região de $0,09\text{ m}^2$, restando uma área de $2,6125\text{ m}^2$ na qual são dispostas todas as missões.

¹ Para uma compreensão melhor acerca da competição de robôs e suas regras, visitar o site da competição: <http://www.torneiobrasilerobotica.com.br/>.

Figura 3 – Campo de Missões



A análise do Campo de Missões, em um primeiro momento, oportuniza a discussão acerca da diferença entre perímetro, área e volume, ao considerarmos também a base, bem como suas respectivas unidades (m , m^2 e m^3). Além disso, os cálculos tratam de números racionais, assim é necessária uma compreensão de como realizar operações matemáticas com números dessa natureza.

Após considerar toda a área do tapete é possível analisar esse conceito em cada uma das missões. Essa discussão é necessária devido ao fato de a maioria das missões seguirem a dinâmica de pegar um objeto e colocar em outro lugar, assim é importante se atentar à área para a qual os objetos precisam ser levados e assim comparar com o tamanho de tais objetos.

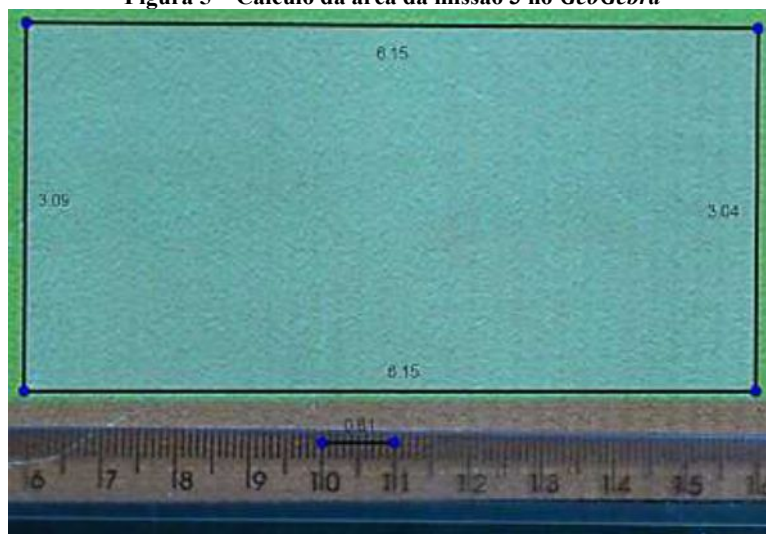
Uma das missões do tapete da temporada 2014/2015 consistia em levar os objetos chamados de inoculante para uma região quadrilátera. Na figura abaixo podemos ver como é o objeto, em qual local começam posicionados e onde devem ser colocados.

Figura 4 – Missão 3 do TBR



A região em questão se aproxima bastante da figura de um retângulo, e para uma comprovação desse fato utilizou-se o *GeoGebra* e uma foto, que foi tirada com uma régua ao lado, permitindo fazer posteriormente essa medição. Esse processo foi realizado para o estudo da área da figura, pois se pode assumir que a figura seja um retângulo, quando na verdade se trata de um quadrilátero qualquer.

Figura 5 – Cálculo da área da missão 3 no GeoGebra



Utilizando os registros fotográficos é possível analisar a questão de escala, que é fundamental para um cálculo preciso acerca de distância. Sem a régua ao lado das missões não seria possível mensurar o tamanho exato. No *GeoGebra* percebemos que 1 *cm* equivale a 0,61 unidades de medida, estabelecendo, assim, nossa escala nessa situação. Após a construção do quadrilátero fizemos a conversão das medidas utilizando regra de três simples:

$$1 \text{ cm} - 0,61 \text{ u. m.}$$

$$r \text{ cm} - f \text{ u. m.}$$

Na qual r é o valor real da medida e f o valor de uma medida na foto. Fazendo a multiplicação cruzada, encontramos o valor de uma medida real em função da medida da foto, através da equação:

$$r = \frac{f}{0,61}$$

Assim, as dimensões da área que irá receber o objeto da missão é:

Quadro 1 – Dimensões do quadrilátero da missão

f	r
3,09	5,06
6,15	10,08
3,04	4,98

O quadrilátero em questão se aproxima de um retângulo, pois um par de seus lados têm medidas diferentes. Para o cálculo de sua área vamos supor que a figura seja um retângulo, cuja altura é a média dos lados diferentes: $\frac{5,06+4,98}{2} = \frac{10,04}{2} = 5,02 \text{ cm}$. Vamos converter esses valores para metros, para que possamos ter uma melhor compreensão em relação ao total.

$$5,02 \text{ cm} = 0,0502 \text{ m}$$

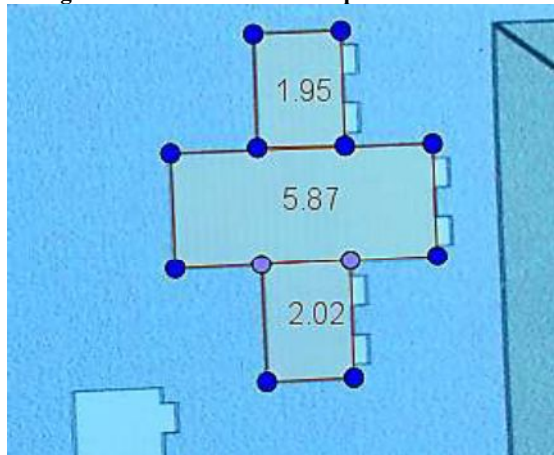
$$10,08 \text{ cm} = 0,1008 \text{ m}$$

Assim, a área da região dessa missão é de:

$$0,0502 \times 0,1008 = 0,0050 \text{ m}^2$$

Com base nessa informação podemos estimar, a partir de um estudo, qual é a chance dos inoculantes serem colocados exatamente sobre a região. Usando o *GeoGebra*, na proporção real de 1 *cm* para 1 unidade de medida, foi possível verificar qual é a área que um inoculante ocupa.

Figura 6 – Área determinada por um inoculante



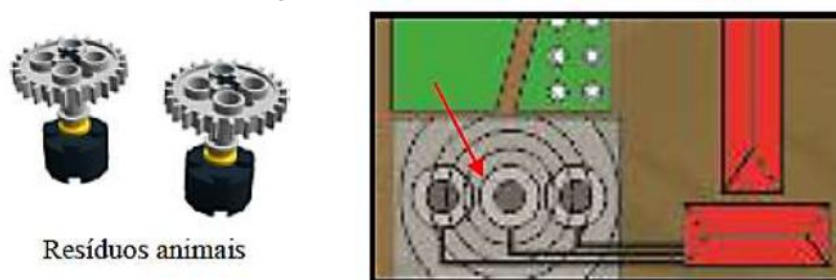
Para o cálculo da área dessa figura decompomo-la em três quadriláteros de áreas $1,95 \text{ cm}^2$; $5,87 \text{ cm}^2$ e $2,02 \text{ cm}^2$, que dá num total de $9,84 \text{ cm}^2$, ou $0,000984 \text{ m}^2$. Como se trata de dois inoculantes área a ser ocupada por eles é de $0,001968 \text{ m}^2$. A razão desse valor com o valor da área da região onde eles serão colocados nos expressa uma ideia de quanto eles ocupam do espaço.

$$\frac{0,001968}{0,0050} = 0,3936 = 39,36\%$$

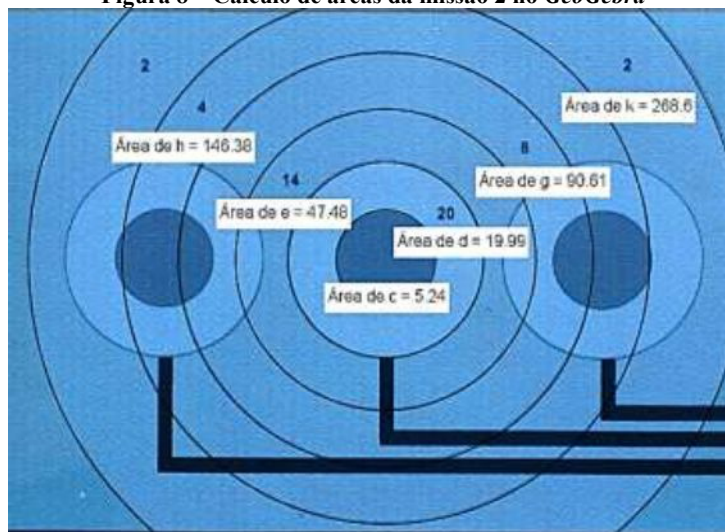
Assim, vemos que os inoculantes ocupam menos da metade da região, indicando que a chance dos objetos ficarem de fora da área visada é pequena. A ideia de trabalhar a porcentagem permite exprimir ideias empíricas de forma exata, pois é possível tentar deduzir se os inoculantes tem uma maior chance de ficar fora ou dentro da região determinada, porém com os cálculos é possível demonstrar.

Além das regiões retangulares, outras figuras geométricas podem ser consideradas, de acordo com a proposta das missões do tapete, como por exemplo, as circunferências. Oportunidade de se discutir sobre os elementos que compõem uma circunferência, bem como a distinção dos conceitos de circunferência e círculo, onde o primeiro conceito expressa a ideia de comprimento de o segundo de área. A figura 7 apresenta exemplificações de cada elemento.

Figura 7 – Missão 2 do TBR



Quando tratamos de círculo também é necessário apresentar o número irracional π que surge nos cálculos, pois para calcular a região em que os Resíduos animais devem ser posicionados, precisamos saber desse número, e também notar que a missão é um conjunto de circunferências que determinam cinco coroas circulares (região limitada por dois círculos concêntricos), onde cada uma tem uma pontuação, análogo a um jogo de dardos. Com o auxílio do *GeoGebra* conseguimos calcular a área de cada circunferência.

Figura 8 – Cálculo de áreas da missão 2 no *GeoGebra*

A primeira circunferência, de cor mais escura ao centro, não tem pontuação, e em cada coroa circular seguinte o valor de pontos diminui. Na figura acima temos o valor da área da circunferência total, e não da coroa, e, também, o valor está expresso em cm^2 . Na tabela abaixo vemos o cálculo e a conversão desses valores:

Quadro 2 – Áreas das regiões da missão 2

Circunferência	Área da circunferência em cm^2	Área da circunferência em m^2	Área das coroas circulares
Escura	5,24	0,000524	
20	19,99	0,001999	0,001475
14	47,48	0,004748	0,002749

8	90,61	0,009061	0,004313
4	146,38	0,014638	0,005577
2	268,6	0,02686	0,012222

Podemos ver que as diferenças das áreas das coroas mostram que a chance de um objeto parar nas coroas mais externas é maior. Porém, a forma de se analisar a pontuação tem influência. O valor obtido é aquele de maior valor que o objeto tocou.

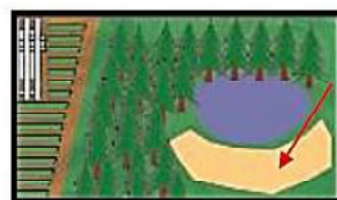
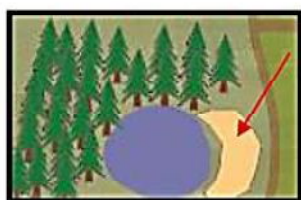
Figura 9 – Situação hipotética da missão 2



Na figura acima o objeto parou sobre três regiões ao mesmo tempo, assim em nível de pontuação, a equipe receberia 20 pontos. Esse critério simplifica a avaliação, ao invés de analisar, por exemplo, em qual região está a maior parte do objeto, o que levaria a uma análise mais complexa, que demoraria a dar um retorno a respeito dos pontos.

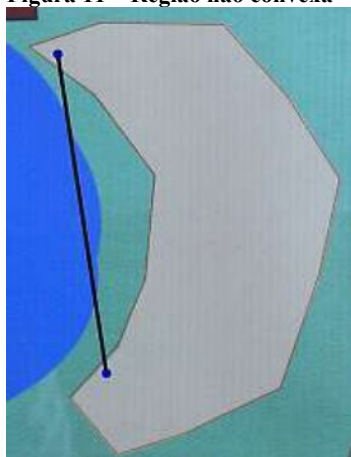
Além das regiões quadriláteras e circulares o tapete pode apresentar figuras cuja decomposição em figuras simples pode ser mais complicada. Por exemplo, no tapete da temporada 2014/2015 havia uma missão de reflorestamento, em que duas árvores eram levadas a duas regiões, cada árvore em uma região.

Figura 10 – Missão 5 do TBR

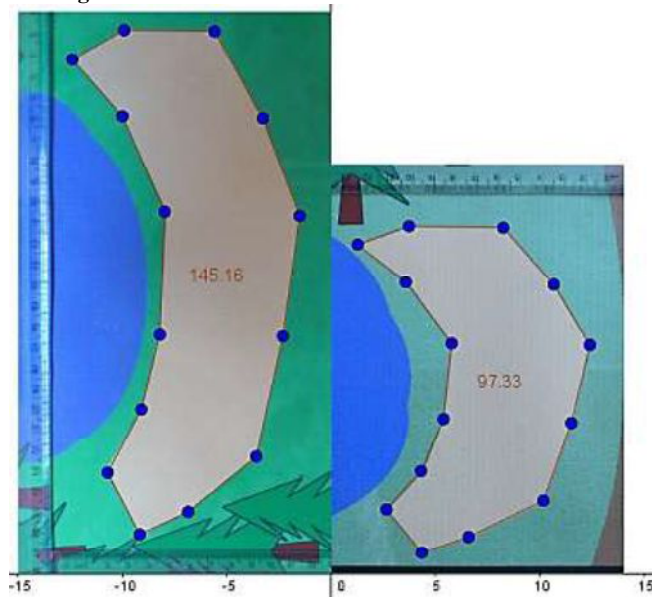


As regiões indicadas na figura acima são definidas como polígonos não convexos, dado aos seus formatos. Um polígono é não convexo quando houver algum segmento com extremidades no seu interior, mas com pelo menos um ponto do segmento no seu exterior. Como é possível verificar na imagem abaixo.

Figura 11 – Região não convexa



Ao analisar a figura é possível questionar em qual das duas regiões é mais fácil colocar uma árvore? Em outras palavras: Qual região determina uma maior área? Para responder essa pergunta podemos recorrer, novamente, as funcionalidades do *GeoGebra* e limitar as regiões por polígonos, cujas áreas são calculadas automaticamente pelo *software*. Constatando, assim, que a região da esquerda é a de maior área, mesmo a outra sendo mais larga.

Figura 12 – Cálculo de áreas da missão 5 no *GeoGebra*

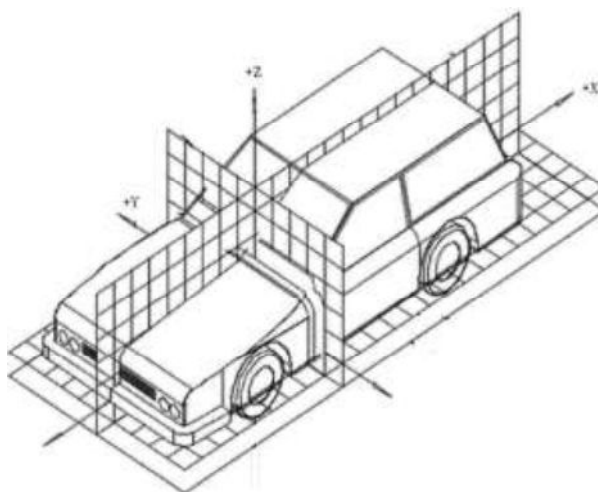
O tapete do TBR remete em várias situações ao estudo de tópicos da geometria plana, cabendo uma análise mais minuciosa. O conceito de área é importante quando se considera as missões no tapete, e leva acerca desse tópico, mesmo que de maneira informal.

II. Círculo, Ângulo e Regra de Três

Do estudo das missões do tapete de competição, passamos para o movimento do robô. Ao se programar um carrinho para fazer um giro, deve-se pensar como esse pode ser feito: com as duas rodas girando em sentido contrário ou fixando uma das rodas e girando a outra. Tendo escolhido o tipo de giro é preciso todo um estudo para estabelecer os dados corretos de programação dos motores em graus ou rotações².

Essa é a problemática em questão, visto que o giro do motor, que é o mesmo da roda (pois estão conectados por um eixo) não será o mesmo que o carrinho dará. O giro do motor acontece em um plano vertical e do robô em um horizontal. Esse momento é apropriado para se discutir dimensão e explorar um plano cartesiano tridimensional. Na figura a seguir vemos que o movimento das rodas acontece no plano xOz e o do carro no plano xOy .

Figura 13 – Planos que contêm um carro



Assim, buscamos saber qual é a relação do giro de α graus do motor com o de β graus feito pelo o carrinho? Outras variáveis que fazem a diferença na solução do problema são o comprimento do raio das rodas e a distância entre as rodas, a qual terá uma função diferente para cada tipo de giro do carrinho. Sendo que, uma circunferência é descrita quando o carrinho realiza um giro completo, então a distância das rodas ora será o raio dessa circunferência e ora será o diâmetro.

Para solucionar o problema do giro do carrinho, foi preciso relacionar todas as variáveis e assim utilizar o conceito matemático de Regra de Três e Comprimento de Circunferência. Através dos cálculos foi possível relacionar todas as condicionantes e, utilizando o *software* de programação, para o carrinho fazer o giro desejado.

² O giro em graus e rotações é bastante parecido, se relacionando pela a igualdade: 1 rotação = 360 graus.

Como já foi dito, existem dois tipos de giro do carrinho aquele que as duas rodas giram em sentidos contrários (Figura 14), onde uma circunferência é descrita e seu diâmetro é a distância das rodas. E o outro aquele em que uma das rodas para de girar e a outra continuam a se mover (Figura 15), lembrando o movimento de um compasso, e nesse caso a distância das rodas vai ser o raio da circunferência descrita.

Figura 14 - Giro com Rodas Girando no Sentido Contrário

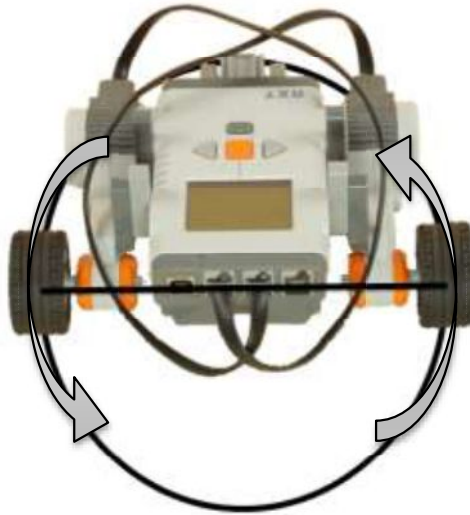
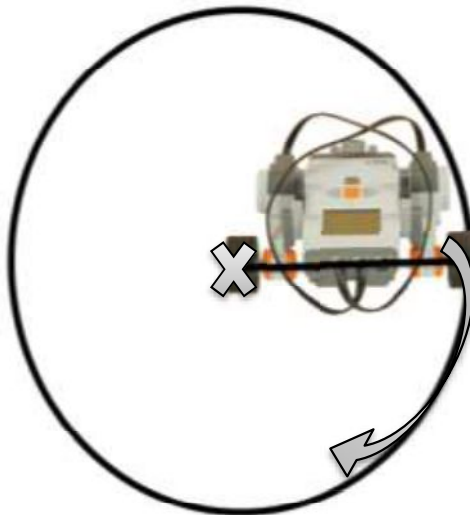
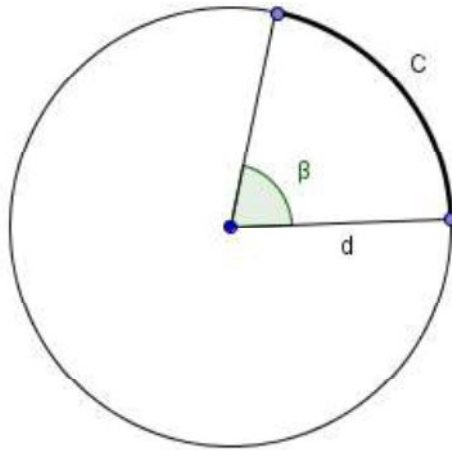


Figura 15 - Giro Sobre Uma das Rodas



Lembrando que, buscamos saber quantos α graus são necessários o motor girar para que o carrinho faça um giro de β graus. Vamos analisar o caso em que o carrinho faz um giro sobre uma das rodas. Quando o robô girar β graus ele andará C centímetros sobre a circunferência que ele descreveria caso girasse 360° (Figura 16).

Figura 16 – Movimento Realizado Pelo Carrinho



Dessa forma utilizando o conceito de Regra de Três e o de comprimento de circunferência, podemos estimar o valor de α . Assim, calculando o valor de C

$$\frac{C}{\beta} = \frac{2\pi d}{360^\circ} \quad (1)$$

Isolando C em (1) o expressamos em função de β , assim

$$C = \frac{2\pi d\beta}{360} = \frac{\pi d\beta}{180} \quad (2)$$

Seja r o raio da roda do carrinho, então o comprimento dela é

$$c = 2\pi r \quad (3)$$

Sabendo o comprimento da roda, precisamos saber quantas voltas será dada sobre o comprimento C , ou seja, quantas vezes c cabem em C . Assim dividimos (2) por (3) e obtemos o valor de α

$$\alpha = \frac{\frac{\pi d\beta}{180}}{2\pi r} = \frac{\pi d\beta}{180} \times \frac{1}{2\pi r} = \frac{\pi d\beta}{360\pi r} = \frac{d\beta}{360r} \quad (4)$$

Logo, para que o carrinho descreva uma curva de β graus, ao fazer um giro sobre uma das rodas, o motor tem que ser programado para rodar

$$\alpha = \frac{d\beta}{360r} \quad (5)$$

onde, d é a distância entre as rodas, r o raio da roda e β o quanto que se quer que o carrinho gire.

Agora, para analisar o caso em que as rodas giram simultaneamente em sentido contrário o raciocínio é análogo, porém é preciso considerar a metade da distância das rodas, assim C irá medir

$$C = \frac{\pi d \beta}{360} \quad (6)$$

Buscando, novamente saber quantas voltas à roda vai dar sobre o comprimento C , dividimos (6) por (3) e obtemos o valor de α :

$$\alpha = \frac{\frac{\pi d \beta}{360}}{2\pi r} = \frac{\pi d \beta}{360} \times \frac{1}{2\pi r} = \frac{\pi d \beta}{720\pi r} = \frac{d \beta}{720r} \quad (7)$$

Assim, para que o carrinho descreva uma curva de β graus, ao fazer um giro onde as duas rodas giram em sentidos contrários, o motor tem que ser programado para rodar

$$\alpha = \frac{d \beta}{720r} \quad (8)$$

onde, d é a distância entre as rodas, r o raio da roda e β o quanto que se quer que o carrinho gire.

De (5) e (8) vemos que um dos ângulos α a ser inserido na programação do movimento do carrinho é o dobro do outro, isso se deve a distância das rodas que, como foi dito anteriormente, desempenham um papel diferente em cada giro.

III. Otimização e Combinações

Conhecido o campo de missões e o giro do robô, passemos a movimentação do robô. O objetivo é que o robô de forma autônoma³ seja capaz de realizar as missões, cada uma com uma pontuação, no menor tempo possível, de acordo com uma determinada tática. Nesse momento há um processo de matematização de um problema, no qual é possível simular alguns percursos contabilizando a quantidade de pontos que será possível alcançar, considerando o tempo de execução, que é de, no máximo⁴, 120 segundos.

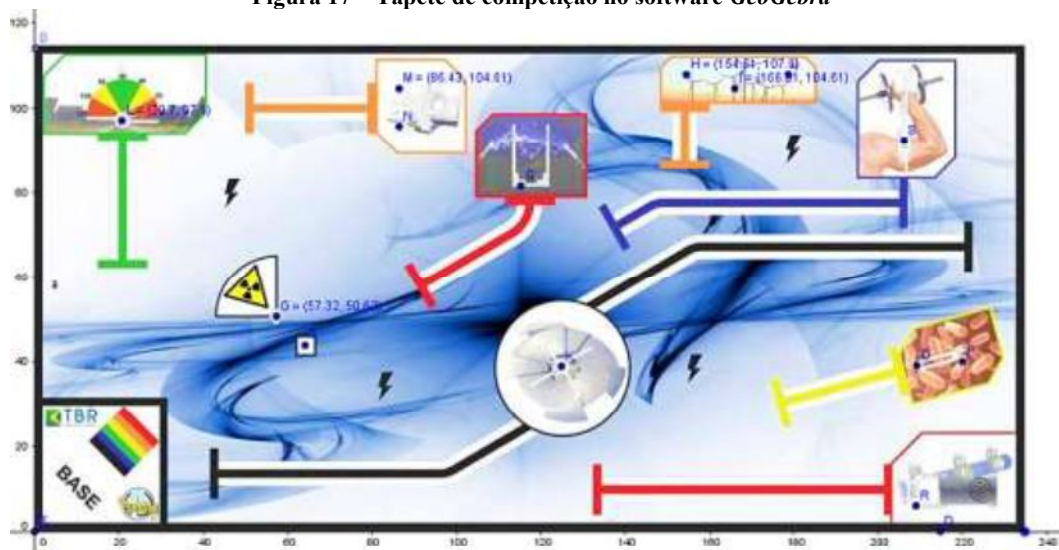
Para a realização dos desafios propostos no Campo de Missões é preciso conciliar duas grandezas, tempo e pontuação, de modo que a primeira seja mínima e a segunda máxima. A grandeza tempo é expressa por duas outras, velocidade e distância, através da relação: $t = s/v$. Onde t é o tempo expresso em minutos, s a distância em metros e v a velocidade em m/s . Assim, cabe considerar quanto tempo se gastará para adquirir certa quantidade de pontos. Para auxiliar nessa estimativa pode ser vantajoso utilizar recursos tecnológicos, como, por exemplo, o *GeoGebra*⁵ (Figura 17).

³ Tipo de robô que pode movimentar-se sem estar conectado a nada externo.

⁴ Pode ser menos, caso uma equipe conclua todas as missões ou quando um time encerra a partida por excesso de penalidades.

⁵ *Software* livre escrito em linguagem JAVA, de matemática dinâmica que combina conceitos de geometria e álgebra. Disponível em <http://www.geogebra.org/cms/en/>. Acesso em: 11 jan. 2017.

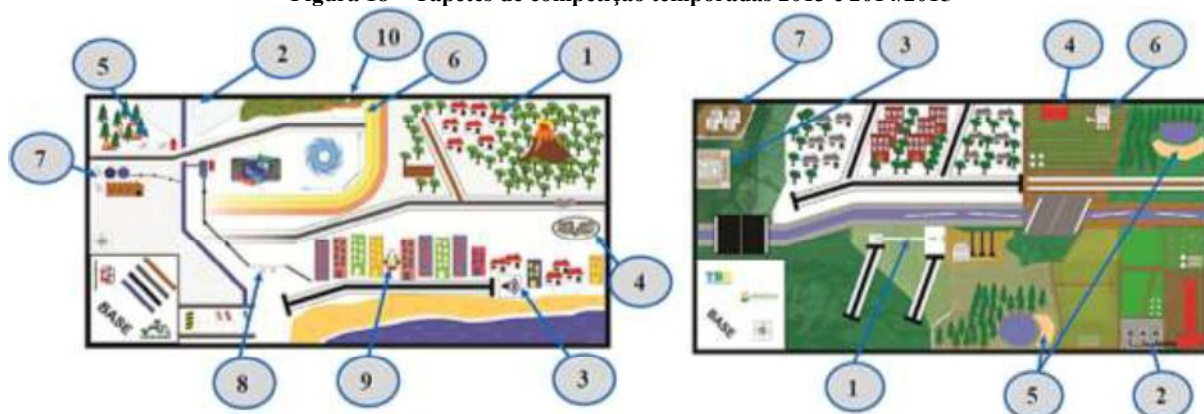
Figura 17 – Tapete de competição no software *GeoGebra*



A simulação apresentada na Figura 17 mostra como o *software* auxilia no processo de elaboração de estratégia a serem realizadas na competição, ao posicionar o tapete no plano cartesiano, utilizando suas dimensões reais. Os pontos azuis são onde se localizam as missões, permitindo elaborar estratégias a partir da construção de linhas poligonais fechadas⁶, ou caminhos poligonais como é chamado pelo *software*.

Esse processo de otimização, recorrendo ou não a *software*, é bastante útil nesse momento, porém exigindo um conhecimento relacionado a grandezas, números e combinações de caminhos, que leva em consideração quantas viagens um robô faz e a quantidade de missões o tapete dispõem. Na Figura 18 vemos a esquerda o tapete da temporada 2013 e a direita o da temporada 2014/2015.

Figura 18 – Tapetes de competição temporadas 2013 e 2014/2015



Na temporada 2013 o tapete tinha dez missões, e na temporada 2014/2015 tinha sete. Cada uma dessas missões pode exigir mais do que uma ação, como por exemplo, pegar algum

⁶ É uma linha formada por um conjunto de segmentos de retas sucessivas e não colineares. Onde o final do último segmento de reta está ligado (unido) ao início do primeiro segmento de reta.

objeto e levar para outro lugar. De qualquer forma, o robô sempre inicia o seu movimento dentro da Base, onde ele pode ir a uma ou mais viagens buscando realizar uma ou mais missões por viagem. Assim, quando se escolhe determinada estratégia, eles estão apenas escolhendo uma das infinitas possibilidades que existem.

Para se compreender a grandeza desse número vamos supor que se decida realizar todas as missões em uma só viagem. Tomando como base o tapete da temporada 2013, que possui dez missões, chegamos a um número enorme de possibilidades. Pode-se começar de qualquer missão e ir para qualquer outra, assim, é possível calcular o número de possibilidades a partir do conceito de Permutação Simples, que trata de quantas maneiras podemos ordenar diferentes elementos em sequência. O valor é obtido utilizando a fórmula:

$$P_n = n!$$

Considerando que n é o número de elementos e o ponto de exclamação (!) representa o fatorial de um número, sendo assim ele é obtido pelo produto de todos os antecessores inteiros positivos menores ou iguais a (n) com exceção do zero. Assim, para realizar todas as missões existe $P_{10} = 10! = 3628800$ possibilidades.

Agora, caso deseje-se realizar menos missões de uma vez, ou realizá-las mais de uma vez, dado a necessidade, é necessário expandir o conceito de Permutações Simples, e envolver os Arranjos e as Permutações com Repetições, aumentando de maneira considerável as escolhas, exigindo mais cálculos para compreender o valor exato.

Pode ser que esse conhecimento exceda os conteúdos trabalhados com alunos no ensino fundamental, assim é possível recorrer a outras maneiras de elaborar essas estratégias, as quais levam em consideração conceitos simples de soma de valores, operando as pontuações das missões.

IV. Orientação e Trigonometria

Outro tópico que fomenta uma discussão matemática é em relação à orientação da movimentação do robô. A importância de direção do robô depende da maneira como se programa⁷ o robô, pois esse sempre irá realizar o movimento programado. O posicionamento inicial do robô influenciava em toda a estratégia pré-estabelecida, por isso era fundamental que o primeiro movimento do robô fosse à mesma direção sempre. Para auxiliar nessa parte, é interessante criar uma “régua” com peças de *LEGO*[®] que serve de referência para a

⁷ Algumas programações mais avançadas faziam com que o robô, através de sensores, compensasse a diferença de direção e retomasse o caminho certo.

movimentação do robô. Na figura abaixo vemos o robô dentro da Base do Campo de Missões ao lado de uma régua.

Figura 19 – Régua de LEGO usada para direcionar o robô



Na Figura 19 vemos um desenho de uma Rosa-dos-Ventos, que expressa a ideia de direção, conteúdo útil na disciplina de Geografia e Geometria. Durante vários momentos a orientação é discutida, porém de maneira informal, e aparentemente existe conceitos populares acerca do assunto. Além disso, eles sabiam da importância de se utilizar a régua na competição, auxiliando no desempenho do robô, evitando prejudicar todo o trabalho desenvolvido.

A falta de uma régua para auxiliar no movimento inicial do robô pode gerar pequenos erros que causam grandes impactos. Para compreender como isso acontece suponha que exista uma missão que dista 200 cm da base, assim é possível analisar qual é o impacto que cada grau pode causar na trajetória do robô, quando esse é inicializado sem o posicionamento correto. Para compreender esse fato recorreremos à trigonometria, especificamente ao Teorema de Pitágoras. Vamos supor que o robô inicie o movimento com apenas 1° a mais que um ângulo reto, e que seu movimento só se interrompa⁸ se ele encontrar o objetivo. Sendo $\tan(1^\circ) \cong 0,01745$, temos:

$$\tan(1^\circ) = \frac{e}{200} \Rightarrow e \cong 3,49101$$

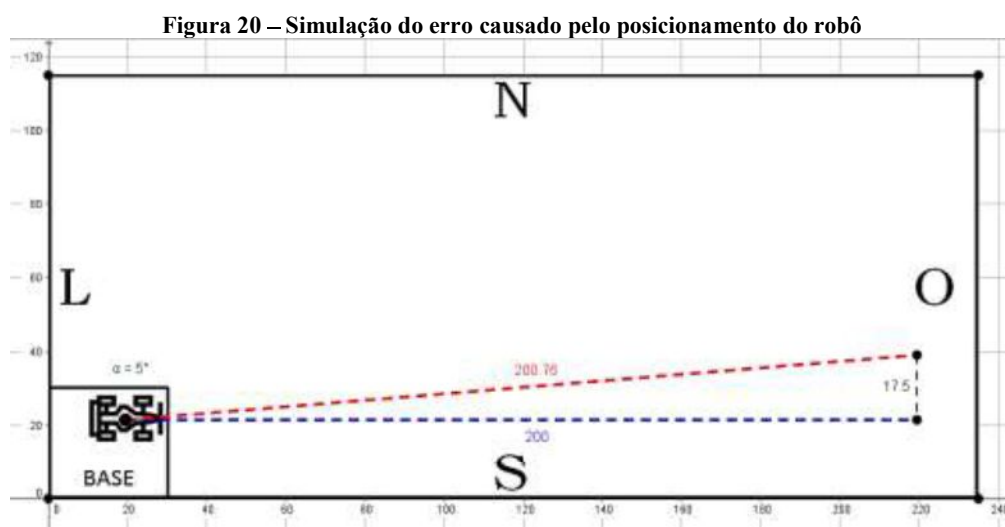
Onde e é a distância que o robô ficara do alvo desejado quando chegasse ao rumo da missão, nesse caso, aproximadamente $3,5\text{ cm}$. Agora, suponha agora que a diferença no ângulo

⁸ De modo a simplificar o modelo, para uma melhor compreensão, definimos essa hipótese. Caso não fizessemos essa consideração o modelo iria investigar, ao invés da formação de um triângulo retângulo, a formação de um triângulo isósceles, pois o robô se moveria a quantidade exata que ele foi previamente programado. Criando um problema com mais variáveis que complicaria o modelo matemático.

seja de 5° , que é um valor que, aparentemente, pode passar despercebido. Sendo $\tan(5^\circ) \cong 0,08748$, temos:

$$\tan(5^\circ) = \frac{e}{200} \Rightarrow e \cong 17,49773$$

A diferença de 14 cm é bastante considerável se notarmos que houve uma diferença de apenas 4° , e essa diferença influencia na pontuação da equipe, pois eles podem perceber o erro só depois que o robô já estiver fora da Base. Nessa situação têm-se duas opções: deixá-lo ir e torcer para que volte para Base, o que dificilmente acontecerá, ou trazê-lo manualmente para Base, sendo passivo de punição, por tocá-lo fora da região permitida. De qualquer forma, a equipe é penalizada, por isso é importante a precisão. A figura abaixo mostra um objeto feito no *GeoGebra* que simula esse erro do robô.



O conceito de trigonometria está presente no ensino básico, porém não exploram a função tangente, por isso esse conceito normalmente é trabalhado de maneira conceitual. A ideia de que a diferença considerável de um mau posicionamento inicial do robô, apontando os impactos negativos que isso traria na disputa é bem aceita, já que é possível constatar a cada movimento do robô.

V. Estatística

A programação com robôs remetem também a estatística, normalmente por meio de um processo de repetições exaustivas das missões, onde é útil utilizar um cronômetro para calcular quanto tempo se demora em realizar as tarefas. Mesmo sendo repetições da mesma programação, em certos momentos pode haver algumas variações, devido a erro de posicionamentos do robô. Além disso, quando o robô está na base sendo preparado para outras missões durante a partida, o tempo de execução é alterado, pois nem sempre se consegue

realizar tais mudanças no mesmo tempo. Essa ideia é exemplificada quando mecânicos de carros de corrida precisam fazer intervenções nos carros em segundos.

Outra variante no tempo é em relação ao desempenho do robô, que nem sempre é o mesmo. É necessário que o robô funcione com a bateria totalmente carregada, pois até isso influencia em seu funcionamento. Com muita energia na bateria os motores funcionam normalmente, já com pouca energia, os motores tem um desempenho menor. Assim, uma programação que pede que o robô ande determinada distância pode ser influenciada.

Assim, a estatística surge primeiramente na coleta dos dados e depois quando se utiliza a média e a moda dos tempos que são registrados ao longo do treinamento. Esse conteúdo matemático é o que mais surge em situações-problemas que recorrem a modelagem matemática, pois permite que se compreenda qual a tendência de ocorrência de um evento, aquele que a média sugere. O tempo médio exibe uma visão geral de como é o desempenho, enquanto que a moda mostra qual será o provável tempo de realização das missões.