



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

**EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA:
AS ARTES DO FAZER**

Uberlândia
2011

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

**EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA:
AS ARTES DO FAZER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Educação da Universidade Federal de Uberlândia,
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Educação.

Área de concentração: Saberes e práticas educativas

Orientador: Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior

Uberlândia
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B238e Barbosa, Fernando da Costa, 1983-
2011 Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer /
Fernando da Costa Barbosa. - 2011.

182 f. ; il.

Orientador: Arlindo José de Souza Júnior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação.

Inclui bibliografia.

1. Educação - Teses. 2. Ensino auxiliado por computador – Minas Gerais -Teses. 3. Tecnologia educacional - Teses. 4. Escolas públicas – Minas Gerais -Teses. 5. Aprendizagem – Teses. 6. Ensino fundamental – Teses. I. Souza Júnior, Arlindo José de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

FERNANDO DA COSTA BARBOSA

**EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA:
AS ARTES DO FAZER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de concentração: Linha de Saberes e Práticas.

Uberlândia, 14 de outubro de 2011

Banca Examinadora

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

Prof.^a Dr. Marlon Herbert Flora Barbosa Soares – UFG
(Membro Titular)

Prof.^a Dr. Eduardo Kojy Takahashi – UFU
(Membro Titular)

Prof.^a Dr. Flávio Rodrigues Campos – SENAC/SP
(Suplente)

Prof.^a Dr. Myrtes Dias da Cunha - UFU
(Suplente)

UBERLÂNDIA

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, cuja luz divina me protegeu, orientou e iluminou com perfeição meus caminhos.

Aos meus pais, Jandira e Rubens sem os quais não seria possível conquistar um lugar ao sol, se estou hoje fazendo esse agradecimento é porque tive o apoio, o incentivo, a orientação e o carinho de vocês. Agradeço também aos meus avôs que também estiveram comigo durante a minha empreitada. Também agradeço a minha irmã Denise que me ajudou muitas vezes.

Agradeço a Adriele, meu grande amor, pelos conselhos, apoio, companheirismo, paciência e carinho que foram importantes em todos os momentos.

Ao professor Carlos Lopes, cuja minha trajetória acompanhou e também orientou, agradeço pelas contribuições e ensinamentos.

Ao professor Eduardo Takahashi, também meu orientador, agradeço respeitosamente todas as contribuições e disposição em orientar.

Ao professor Marlon, que a pouco tempo conheci, mas já admiro e agradeço pelas sinceras contribuições na finalização do meu trabalho e na minha formação. Além disso, em socializar seus materiais e saberes com um coletivo tão distante.

A Myrtes, por compartilhar seus saberes, pela paciência em me orientar no caminho do conhecimento. Meus sinceros agradecimentos!

Ao professor Marcelo de Goiás por compartilhar suas reflexões, suas fontes, corroborando no crescimento de um coletivo de pessoas interessadas em trabalhar em prol da educação.

A Janaina pela garra e vontade de construir e estabelecer o projeto na escola, um muito obrigado. A Adalgiza e Luziane que nós recebeu e contribuíram conosco todas as quintas-feiras. A direção da escola, a Maria Rita que permitiu a execução do projeto e apoiou todo o trabalho. A Sandra por nós direcionar.

Ao José Taboada, pela contribuição nesta pesquisa, proporcionando aos alunos um momento importante de trabalho com Kit da Lego no projeto.

Fica um agradecimento especial aos principais personagens deste trabalho, os alunos que participaram do projeto as quinta-feira no contra turno. Fica meu respeito, minha admiração e orgulho de acompanhar seus momentos de criação.

A minha primeira professora Maria Lúcia, muito importante nos meus primeiros passos na escola.

A minha professora de Matemática Mirian que muito tem a ver na minha escolha pela Matemática.

Agradeço a todos os meus antigos professores.

Aos professores, Flávio Campos, Paulo Pereira, Douglas Marin, Marcio Danelon, Roberto Puentes, Arlete, Giovanna pela troca de saberes.

Ao Alex Carvalho, uma referência pessoal, que me ajudou desde a graduação até mesmo na pós. Obrigado!

A Ellen, minha salva vidas, que esteve sempre disposta, trabalhando junto e me ajudando nos apuros. Também a Lucivone, ao Alexandre, o Fernando e Igor que neste trabalho estivemos juntos caminhando e crescendo coletivamente.

Ao Deive companheiro nas construções, nas alegrias e problemas do mestrado o meu respeito e gratidão.

A Vanessa Cintra que nas IC da vida estivemos juntos. Aos companheiros: Eliton, Douglinas, Douglão, Ronicley, Mario, Jean e companhia, um muito obrigado.

Ao mais jovem do grupo, José João fica um obrigado e respeito pela idéias e visões de mundo que nós não tínhamos.

Agradeço aos mineiros, pois com parte de seus impostos a Fapemig financiou os eventos científicos de publicação de resultados e o projeto.

Agradeço a todos os familiares, amigos cujo o convívio me ensinou muito e me ajudou.

Um muito obrigado a todos que fizeram parte da autoria desta dissertação, pois ela não teve um autor, mas um coletivo de pessoas que deixaram sua contribuição.

Não menos importante finalizo agradecendo ao meu orientador Arlindo. Fica a minha gratidão pelas orientações, o respeito pela pessoa que é, pelo seu saber, que com sua genialidade nos ensina pacientemente a ser educadores coletivos que defendam seus ideais. Fico feliz que tenha acreditado em mim e dedicado seu tempo na minha formação!

**“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende.”**

Leonardo da Vinci

RESUMO

Nesta investigação analisamos um trabalho coletivo com Robótica Educacional realizado no cotidiano de uma Escola pública de Ensino Fundamental de Uberlândia, Minas Gerais durante três semestres letivos; tal trabalho envolveu professores da Universidade Federal de Uberlândia, alunos dos cursos de Matemática, Ciência da Computação e do Programa de Pós Graduação em Educação, professores e alunos da Rede Municipal. A produção da presente investigação centrou-se na análise sistemática de um conjunto de dados sobre atividades de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, sendo esta análise constituída por três eixos: a organização do trabalho coletivo; a interação entre os sujeitos do trabalho; cenários desenvolvidos e projetados da educação digital com Robótica Educacional. Os dados foram produzidos por meio de observações de aulas no laboratório de informática da escola e registrados em áudio, vídeo e pela escrita de Notas de Campo; também analisamos produções de *blogs*, vídeos e robôs utilizando tecnologias da informação e comunicação nas atividades com robótica educacional livre e com kits de robótica da Lego, ainda levamos em consideração as respostas de alunos a um questionário que elaboramos e seus depoimentos recolhidos em entrevistas. A presente pesquisa demonstrou que o trabalho coletivo realizado permitiu superar alguns obstáculos, até alguns problemas relativos à estrutura física e financeira da Escola e da Universidade, tal superação, inclusive, confirmou-nos que toda escola necessita de espaços e materiais adequados às atividades realizadas, o que requer investimentos e gastos financeiros para construir, equipar, e manter funcionando as instituições de ensino ao longo dos anos letivos, também permitiu que construíssemos caminhos para uma educação digital no contexto da educação pública utilizando a Robótica Educacional. Em termos de educação digital foi possível apresentar e ensinar os alunos a fazer um uso consciente da *internet* além de incentivar o desenvolvimento de blogs como um espaço de autoria e reflexão. Nesse processo de educação foi possível estabelecer metodologias de trabalho com as diferentes mídias permitindo um avanço no desenvolvimento das atividades de robótica. A integração das mídias auxiliou na interação dos alunos nas atividades e na constituição de relações principalmente dos conhecimentos matemático com as construções e projetos de robótica pensados e trabalhados na escola.

Palavras-chave: Ambiente de aprendizagem. Trabalho Coletivo. Robótica educacional. Tecnologias da Informação e Comunicação.

ABSTRACT

In this investigation we analyze a group work with Educational Robotics held daily in a public school elementary schools in Uberlândia, Minas Gerais, that for three semesters, studied involved teachers at the Federal University of Uberlandia, students of Mathematics and Computer Science Graduate Program in Education, teachers and students of the Municipal. The production of this investigation focused on systematic analysis of a set of data on activities of students at ninth year of elementary school, and this analysis consists of three elements: the organization of collective work, the interaction between the subjects of work, scenarios developed and designed with the digital education educational Robotics. The data were produced by means of observations of classes in the school computer lab and records in audio, video and writing of Field Notes; also we analyzed production of blogs, videos and robots using information and communication activities with educational robotics free and Lego robotics kits. We also take into account the student responses to a questionnaire prepared and their testimonies collected in interviews. This research showed that the collective work realized has overcome some obstacles to some problems concerning the physical and financial structure of the School and the University. Overcome this situation, after all, confirmed to us that every school needs the space and materials activities, which requires investment and financial costs to build, equip, and keep running educational institutions throughout the school years. Also allowed us to build roads to a digital education in the context of public education using educational Robotics. In terms of digital education was possible to present and teach students to make a conscious use of the Internet and encourage the development of blogs as a space for authorship and reflection. In the process of education was possible to establish methodologies for working with different media allowing an advance in the development of robotics activities. The integration of media helped in the interaction of students in activities and on building relationships primarily with the mathematical knowledge of construction and robotics projects conceived and worked at the school.

Keywords: learning environment. Collective Work. Educational robotics. Information Technology and Communication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 Gráfico da questão “Onde você tem acesso à Internet?”	59
FIGURA 2 Gráfico da questão “Para que você usa o computador?”	60
FIGURA 3 Representação da escola	63
FIGURA 4 Fluxograma dos Eixos de Análise	71
FIGURA 5 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2009.....	77
FIGURA 6 Blog mestre “Robótica Divertida”	78
FIGURA 7 Blog da equipe SND	79
FIGURA 8 Blog da equipe Robot’s Teen	79
FIGURA 9 Portfólio do projeto na escola.....	80
FIGURA 10 Membro de uma equipe caracterizando sua face do portfólio.....	80
FIGURA 11 Fotografia da rampa de madeira	81
FIGURA 12 Fotografia de uma corrida com os diferentes carrinhos confeccionados.....	81
FIGURA 13 Fotografia de um carrinho feito de Lego	82
FIGURA 14 Fotografia do software LDD sendo utilizado	82
FIGURA 15 Fotografia de um <i>Beetlebot</i> construído pelos alunos	84
FIGURA 16 Robô com materiais livres	84
FIGURA 17 Robô com sensor de luz.....	85
FIGURA 18 Imagem ilustrativa do <i>kit</i> 9797	87
FIGURA 19 Blog Mestre “Robótica Educativa” do 1º semestre de 2010	88
FIGURA 20 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2010-1º semestre	89
FIGURA 21 Blog da equipe Robot Wafers do projeto 2010-1º semestre	90
FIGURA 22 Blog da equipe Single Ladies Robot do projeto 2010-1º semestre	90
FIGURA 23 Desenho do Beetlebot feito no papel	91
FIGURA 24 Desenho do Beetlebot feito no Paint	91
FIGURA 25 Catapultas confeccionadas pelos alunos	92
FIGURA 26 Campeonato de catapultas	93
FIGURA 27 Desenho de uma catapulta feita no <i>Paint</i>	93
FIGURA 28 Fotografia da catapulta feita de LEGO	93
FIGURA 29 Blog mestre do 2º semestre de 2010.....	95
FIGURA 30 Imagem da catapulta da revista LEGO ZOOM	97
FIGURA 31 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2010 – 2º semestre	98

FIGURA 32 Imagem do blog da equipe Xisde	98
FIGURA 33 Imagem do blog da equipe Meninas Robóticas.....	99
FIGURA 34 Blog de história da robótica.....	101
FIGURA 35 Beetlebot em desenvolvimento.....	105
FIGURA 36 Desenho representativo do Laboratório de Informática	107
FIGURA 37 Gráfico sobre motivação pela robótica.....	112
FIGURA 38 Tarefa do Blog Mestre do 2º semestre de 2010.....	116
FIGURA 39 Blog Robótica Livre	118
FIGURA 40 Robô Hachi (Equipe Meninas Robóticas)	121
FIGURA 41 Robô Alarme (Equipe Xisde)	122
FIGURA 42 Robô espião (Equipe Zoa)	123
FIGURA 43 Beetlebot Joaninha Clean House (Equipe Robótica Maluca).....	123
FIGURA 44 Propaganda da Equipe Robótica Maluca.....	124
FIGURA 45 Robô Varredor (Equipe Três Mosqueteiras).....	124
FIGURA 46 Roleia (Equipe Megatron)	125
FIGURA 47 Inicio da Roda Gigante (Equipe ANP).....	125
FIGURA 48 Carrinho Robô (Equipe MJL).....	125
FIGURA 49 Robô Lanterna Verde (Equipe 2 homens e 1 segredo)	126
FIGURA 51 Post sobre catapulta da equipe Delta	128
FIGURA 52 Catapulta classificada como angular	130
FIGURA 53 Catapulta com força e ângulo fixos	130
FIGURA 54 Catapulta com variação na força.....	130
FIGURA 55 Gráfico sobre tipos de projeto.	133
FIGURA 56 Gráfico sobre pontos positivos do projeto.....	134
FIGURA 57 Gráfico sobre pontos negativos do projeto.	135
FIGURA 58 Gráfico sobre reflexo do projeto na vida dos alunos.	135
FIGURA 59 Fotografia de integrantes do grupo pensando em um novo Beetlebot	145
FIGURA 60 Foto do caminhão de lixo feito de material livre e kit Lego.....	146

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ARE – Ambiente de Robótica Educacional
- CEP – Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos
- CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- DICA – Museu de Ciências - Diversão com Ciência e Arte
- EEPJIS – Escola Estadual Professor José Ignácio de Souza
- EMEM – Encontro Mineiro de Educação Matemática
- ESEBA – Escola de Educação Básica
- E.V.A – Etil Vinil Acetato
- FACED – Faculdade de Educação
- FAMAT – Faculdade de Matemática
- FACOM – Faculdade de Computação
- FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais
- FURG – Universidade Federal do Rio Grande
- GPEM – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática
- GISDI – Grupo de Integração de Sistemas e Dispositivos Inteligentes
- MEC – Ministério da Educação
- MIT – Massachusetts Institute of Technology
- Nied – Núcleo de Informática Aplicada à Educação
- NUPEME – Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação
- OA – Objeto de Aprendizagem
- PAES – Processo Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior
- PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
- PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
- PROMAT – UFU (Programa Institucional de Iniciação Científica e Monitoria da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia)
- Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação
- PROEX – Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis
- RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação
- RV – Realidade Virtual
- SGC - Sistema de Gerenciamento de Cursos
- SME – Secretaria Municipal de Educação
- TICs – Tecnologias da Informação e Comunicação

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

USP – Universidade de São Paulo

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

UCA - Um computador por aluno

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a ciência e a cultura

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

VPL – Visual Programming Language

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1 A ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	28
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA OS CAMINHOS DA PESQUISA.....	57
2.1 Pesquisa qualitativa.....	57
2.2 Instrumentos para registro de dados	65
2.2.1 Fotografias	65
2.2.2 Filmagens das Atividades de Robótica	65
2.2.3 Questionários	66
2.2.4 Documentos produzidos pelos alunos.....	67
2.2.5 Entrevistas.....	67
2.2.6 Notas de campo.....	68
CAPÍTULO 3 ANÁLISE DOS DADOS	70
3.1. EIXO I Organização do trabalho coletivo	72
3.2 EIXO II Refinamento do Processo de Interação.....	110
3.3 EIXO III Cenários da robótica na educação digital.....	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
ANEXOS	164

INTRODUÇÃO

“[...] finco o meu remo na água/ levo o teu remo no meu/
acredito ter visto uma luz ao outro lado do rio/ O dia vai
vencer aos poucos o frio/ acredo ter visto uma luz ao outro
lado do rio/ Principalmente acredo que nem tudo está
perdido (...)"¹

"A arte é portanto um saber que opera fora do discurso
esclarecido e que lhe falta. Mais ainda, esse saber-fazer
precede, por sua complexidade, a ciência esclarecida." Michel
de Certeau (A invenção do cotidiano, 1994, p. 137)

Se algum dia me perguntarem² quando foi meu primeiro contato com a robótica eu direi: quando eu assisti à televisão pela primeira vez. Parece tola a resposta, mas a TV, na minha infância foi o robô mais marcante que já conheci. Na minha concepção, era um instrumento complexo de manusear, cheio de botões coloridos e com imagem preta e branca. Ficava curioso para descobrir os segredos dos pequenos botões cujas funções eram ajustar a luminosidade e sintonia. Assisti à muita “cultura global”, que foi um meio de informação do mundo na zona rural, afinal, quem não tinha antena parabólica, naquele tempo, não tinha muitas opções de canais. A televisão também era um dos poucos meios de “relacionamento” com o mundo. Somente quando comecei a freqüentar a escola, foi que estabeleci novas relações.

A escola sempre foi um espaço tranquilo, na minha concepção, sendo filho de professora, não poderia considerar um ambiente estranho. Guardo muitas lembranças da primeira escola que conheci, onde minha mãe foi professora: era uma escola de zona rural, ela ia todos os dias à cavalo para ensinar crianças e adultos moradores das fazendas próximas. Eu a acompanhei muitas vezes, pois não tinha com quem ficar. Mas, quando chegou a hora de ir à escola como aluno matriculado, a realidade já era outra, já havia transporte escolar, e as escolas, antes localizadas em fazendas, foram nucleadas no distrito de Martinésia, para onde minha mãe foi transferida. Lembro-me bem do meu pai dizendo-me “respeite sua professora, ela está lá para te ensinar”, valores que meus pais me ensinaram referente a respeito as pessoas e valorização da escola, foram importantes na minha formação.

Enfim, fui cursar o ensino fundamental em uma escola de zona rural onde minha mãe era professora. Foram onze anos em um ambiente de amizade e aprendizagem que me

¹ Tradução de um trecho da música: “Al otro lado del río” de Jorge Drexler. Disponível em: <<http://letras.terra.com.br/jorge-drexler/124576/traducao.html>>. Acesso em 11 de set 2011.

² Nesta introdução, será usada a primeira pessoa do singular.

orientaram até o momento atual. As salas jamais foram lotadas, em média, vinte alunos por turma, uma característica das escolas de zona rural que permitia que as aulas fossem mais proveitosas.

A pré-escola eu cursei em dois momentos: um ano eu fiz como ouvinte e outro como aluno matriculado. Só vim a conhecer o que era nota, conceito de aprovação na primeira série. Penso que, se nunca me tivessem dito que era avaliado, talvez o resultado fosse outro. A necessidade de se conseguir conceitos acaba sendo um objetivo superior ao conhecimento.

Sempre tive bons resultados na escola, nunca fui aluno de minha mãe, mas sempre tive pais preocupados e que acompanhavam meus estudos todos os dias. Percebo isso hoje, quando me lembro do meu pai perguntando-me como fora meu dia e o que eu fizera; eu contava, mas não sabia que aquele diálogo era mais uma forma de participação na minha formação intelectual e, por que não dizer, uma forma de avaliação?

Durante todo o ensino fundamental, o contato com as tecnologias se restringiu ao mimeógrafo em que as provas eram reproduzidas, as máquinas de escrever, ao vídeo cassete, ao som e ao projetor de *slides*. Em casa havia as tecnologias domésticas e agrícolas: liquidificador, forno, televisão até triturador de alimentos para o gado, são instrumentos que facilitam a vida humana e agilizam o processo de produção. Além disso, em termos de mídias digitais, a fita cassete e o disco de vinil foram recursos vivos por muitos anos. A chegada do cd-rom, do dvd e da máquina copiadora ocorreu mais no final do meu ensino fundamental.

Não posso deixar de mencionar que minha escolha profissional está muito ligada às influências que tive no ensino fundamental, todos os professores e parceiros da escola, com os quais aprendi e cresci, foram importantes, mas minha professora de Matemática foi quem “pegou firme” comigo e com todos, usando dos recursos disponíveis na escola, do concreto aos problemas nessa época: não tínhamos projetor ou computador, mas foi suficiente na minha aprendizagem. Tanto que Matemática no ensino médio foi fácil e divertida.

Em 1997, concluí uma fase da minha vida acadêmica e iniciava o ensino médio no mesmo espaço físico onde estudei tantos anos, mas sendo aluno de uma escola estadual tida como referência no município de Uberlândia, a mesma que meu pai cursou e na qual fez prova de admissão. Não foi necessário eu fazer o mesmo, o sistema de ingresso já era outro. Estudar no anexo de uma escola localizado na zona rural foi um privilégio, havia menos alunos por sala, mais atenção dos professores, nada de violência, de drogas e os colegas eram os mesmos.

Como sempre, as notas ainda eram valorizadas, sinônimo de conhecimento, algo que me chamou a atenção no ensino médio e que seria um desafio futuro, questionava

constantemente a aplicabilidade da teoria de funções matemáticas no cotidiano. Meu professor não esperava esse tipo de questionamento, eu não era mais um tijolo na sala, estava sendo uma pedra incômoda naquele espaço. Por mais que o sistema nos molde a viver no medo e aceitar calado, aquela dúvida só foi respondidas anos depois. Foi o único momento do ensino médio em que eu desejei apenas aprender sem me importar com a nota.

Em 1998, chegaram os primeiros computadores à escola em que cursei o ensino fundamental, foi nesse mesmo ano que as vans mais confortáveis também chegaram para transportar os alunos, mas continuei andando de Kombi. Apesar do mesmo espaço físico, os computadores eram restritos ao ensino fundamental e eu cursava o ensino médio, portanto, não poderia usufruir das novidades. Mas, mesmo assim, tive a oportunidade de conhecer a sala de computadores – mesmo que fosse só pra olhar – todas as máquinas estavam cobertas e se mantinham assim para evitar danos, o medo de danificar tal equipamento era visível no zelo dos professores e refletia-se no discurso da escola e de outros gestores. Eu estava vivendo um momento histórico na informatização das escolas , medida necessária, mas que era negociada, apropriada e propagandeada por aproveitadores políticos.

Alcançar o ensino médio foi uma caminhada gradual e sem traumas, mas já aumentavam as responsabilidades e peso das decisões; foi justamente nesse ano que realizei a primeira etapa do PAIES (Processo Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que me permitiu ingressar no Curso de Matemática no ano de 2001. Pouco sabia da Universidade, pensava apenas que iria fazer um curso de ensino superior, conheci a UFU nas provas do PAIES e no dia em que fui assistir à minha primeira aula.

A princípio, a estrutura sucateada em que a universidade se encontrava naquela época me decepcionou, juntamente com a forma de ensinar. Minha escola do fundamental e do ensino médio estava fisicamente melhor que aquelas salas. Imaginei a Universidade de uma forma idealizada, mas acabei encontrando semelhanças com a educação básica: a forma de avaliação não diferia muito, as notas eram um requisito para ser aceito em certos grupos. A pouca informação e minha timidez contribuíram na demora por entender a Universidade e as formas de sobreviver naquele ambiente.

Bean (2004, p 158), ao analisar o processo de ensinar e aprender Matemática na Universidade discute a questão da aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada. Em relação a aprendizagem afastada ele explica que: “Quando o aluno se envolve em atividades da matéria que não despertam sua curiosidade, pode acabar aceitando uma interação utilitária em termos da sua nota nas avaliações e provas na disciplina”.

Ele entende que ao desenvolver uma aprendizagem pessoal, “o aluno desenvolve habilidades e confiança em si mesmo para abordar e resolver problemas incomuns e, neste processo, desenvolve relações de prática e também uma apreciação da Matemática” (BEAN, 2004, p. 185). Assim, durante o meu processo de formação ouve uma ruptura da minha formação afastada para uma pessoal.

No primeiro ano, um conteúdo específico foi marcante: a teoria de funções. A “aprendizagem” de forma mecânica me rendeu uma tristeza que só foi reparada com o encanto do computador. Foi graças a ele e ao software Winplot³ que a disciplina Fundamentos da Matemática Elementar I ganhou sentido e o conteúdo funções, um dos pilares da Matemática, resultou em aprendizagens em um

[...] visando à utilização de laboratórios de microInformática da Universidade como ambientes de estudo para facilitar o ensino e a aprendizagem, dinamizar as aulas e tornar o futuro professor de Matemática mais crítico, criativo e dinâmico (SILVA, 2005, p. 13).

Fazer parte desse projeto com certeza atingiu as aspirações de Silva (2005) e de todo grupo que com ele se envolveu, mas acho que fui muito mais as minhas.

A atividade de fazer Matemática torna-se algo mecanizada, um exercício após o outro com uma revisão das resoluções na véspera das provas. O aluno que é inseguro frente às provas tende a procurar meios de estudo eficientes para aliviar sua ansiedade. O aluno que é basicamente confiante e indiferente frente às avaliações, também procura meios de estudo eficientes para se preparar para as provas, mas sem tanta ansiedade (BEAN, 2004, p. 158)

Logo, percebo que houve uma ruptura do meu processo de formação considerada afastada para uma formação pessoal. Tornava-me um aluno confiante e indiferente frente às avaliações. Foi preciso produzir para conhecer uma nova perspectiva de aprendizagem. Tanto, que na disciplina Informática e Ensino, no ano de 2006, final da minha graduação, tive um espaço para expor meus conhecimentos construídos nos anos de pesquisas de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) na Educação Matemática. Todo o meu saber foi somado aos diferentes saberes dos meus colegas de disciplina, resultando em um trabalho publicamos no 4º EMEM (Encontro Mineiro de Educação Matemática) e refletimos que

[...] podemos pensar em metodologias novas, lúdicas e alicerçadas no acesso e na inclusão digital como sendo possibilidades necessárias para atividades de ensino como sendo interessantes e significantes. [...] que o computador é uma das ferramentas do século XXI para o ensino da Matemática, contudo materiais concretos e outros aliados ao uso objetivo do Laboratório de Informática deverá ser mais enriquecedor para a aprendizagem dos alunos do Ensino Fundamental. (MOURA *et al.*, 2006, p. 1035)

³ Programa gratuito para construção de gráficos de funções matemáticas elementares em duas ou três dimensões que permite realizar operações de funções.

Tive dificuldades. Porém, diante dos obstáculos é preciso persistência e superação. Nesse período, conheci um grupo do qual faço parte e foi responsável pelo meu amadurecimento e aprofundar o trabalho com a formação coletiva de profissionais da educação. Em 2003 foi criado o GPEM (Grupo de Pesquisa em Educação Matemática) que convergiu no final de 2004 para o NUPEME (Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação). Foi nesse grupo que dei meus primeiros passos na iniciação científica, melhor dizendo, meus primeiros questionamentos sobre as tecnologias e o ensino nasceram aí.

Recordo-me bem das minhas primeiras dúvidas na graduação em Matemática sobre ensinar por meio das tecnologias. Havia já uma preocupação quanto ao processo de ensino e aprendizagem, para que eu pudesse tornar-me um profissional atualizado e preparado para propiciar, no cotidiano da escola, uma prática educativa ativa, interativa e coletiva.

Iniciei minhas pesquisas como membro de um grupo de pesquisa em Educação Matemática, tal grupo era formado por professores e alunos em formação inicial. Que desejavam discutir suas inquietações, estudar e mobilizar ações de extensão entre os graduandos e professores da rede municipal e estadual de ensino, fornecer informações atualizadas e agregar mais participantes ao grupo.

Procurando esclarecer minhas inquietudes relativas ao ensino por meio de computadores, questionei principalmente se o avanço tecnológico não seria um problema para o educador, se não levaria a um empobrecimento intelectual do aluno. Naquele momento da graduação, faltavam-me conhecimento e amadurecimento para responder tal questão; com o passar dos anos, aprofundando-me nas discussões e teorias sobre o assunto, foi possível compreender os reflexos das tecnologias na escola como sendo diferentes do que aconteceu na indústria com a automação, ou seja, substituição da mão de obra humana pela máquina. As tecnologias na escola exigem uma nova postura do educador, seu papel sofre modificação.

Foram essas as primeiras questões que instigaram minhas ações como pesquisador. Sob a orientação do professor coordenador do grupo de pesquisa, em 2004, desenvolvi meu primeiro projeto, com apoio do PROMAT – UFU (Programa Institucional de Iniciação Científica e Monitoria da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia), intitulado “Informática na Educação Matemática”, com aporte teórico em Valente e Papert, autores que chamaram muito a minha atenção para a possibilidade de ensino por meio do LOGO⁴. Nesse trabalho, concluímos que o ensino por meio da Informática sugere:

⁴ LOGO é uma linguagem de programação voltada para o ambiente educacional. Ela se fundamenta na filosofia construtivista e em pesquisas na área de Inteligência Artificial desenvolvidas na década de 1960 no MIT -

[...] revolução, mudanças catastróficas que assustam nossos atuais e futuros professores, que preferem permanecer nas mesmas abordagens de ensino usadas com nossos pais, não estou aqui para criticar tais abordagens, mas dando ouvidos a Papert até quando nossas crianças, ou melhor, alunos permanecerão nos bancos das escolas com a mesma desculpa? (BARBOSA; SOUZA JR, 2004, p. 1).

Nas relações com as máquinas, uma das possibilidades é fazer com que o aluno ensine a máquina, como se faz com o LOGO, e um detalhe importante: Compartilhamos com Papert a ideia de que, apesar de haver pessoas céticas que imaginem

[...] um professor conduzindo uma turma de estudantes por meio de “perguntas socráticas”, a “descobrir por si mesmos” alguma fórmula matemática. No entanto, não consideram isso significativamente diferente de uma boa explicação da fórmula. Embora concordando com eles, sempre ansiei (yearned) por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento, mesmo sabendo que os métodos propostos sempre pareciam ser apenas um pouco superiores, quando muito, aos estilos antigos. No meu caso ocorreu uma virada no início da década de 1960, quando os computadores mudaram na essência o meu modo de trabalhar.[...] (PAPERT, 2008, p.27)

Acredito que as possibilidades que a Informática e as tecnologias de um modo geral podem propiciar à Educação são imensuráveis de maneira definitiva, mas recai sobre o educador

[...] fazer uso dessa ferramenta para que ela torne-se mais uma tecnologia educacional. A Informática não afeta o desenvolvimento de ninguém desde que o usuário saiba utilizá-la para um determinado objetivo, mas também não é a solução para todos os problemas no ensino. O ensino em geral tem uma longa jornada a ser percorrida antes que alcance as exigências do mundo globalizado (BARBOSA; SOUZA JR, 2004, p. 2).

Lembremos sempre que Valente (1999) já nos propunha uma reflexão quanto ao mundo repleto de informações e em constante transformação e que, segundo ele, em vez de memorizar informação, os alunos deveriam ser ensinados a buscar e a usar a informação para a construção de um novo conhecimento.

Dos resultados dessa pesquisa apoiada pelo PROMAT foi possível compreender a evolução dos projetos governamentais de informatização das escolas desde 1980, os desafios encontrados, as dificuldades, as reações dos professores, as barreiras no cotidiano escolar como também a mudança de programas e suas diretrizes.

Em meados de 2004, o MEC disponibilizou um edital para selecionar equipes multidisciplinares de desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OA)⁵, os quais Wiley

Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos - pelo matemático Seymour Papert.

⁵ São desenvolvidos na linguagem de programação Flash e Action Script.

(2000) define como todo recurso digital que pode ser reutilizado para assistir a aprendizagem. Eram 33 universidades públicas, dentre as quais apenas dezenas foram selecionadas para participar do curso de capacitação sobre “Como fazer objetos de aprendizagem”, desenvolvido pela equipe da Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED (MEC/SEED), no período de 19 de julho de 2004 a 20 de dezembro de 2004, com uma carga horária de 220 horas. Uma das equipes pré-selecionadas foi composta por alunos e professores da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, e eu integrei tal grupo. Essa primeira equipe de Uberlândia, segundo Reis (2010, p. 16), era composta por três alunos da graduação em Matemática, dois da Ciência da Computação e dois professores um de cada faculdade envolvida no projeto. Além desses, alguns colaboradores pedagógicos.

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

Minha formação com objeto de aprendizagem aconteceu no curso oferecido por meio do protótipo da plataforma de Educação a Distância: a *E-proinfo*⁶ do MEC. A participação da universidade nesse projeto foi produção e, consequentemente, uma disseminação dos objetos de aprendizagem no meio científico e no cotidiano escolar. A universidade agiu como uma “produtora” de objetos de aprendizagem adequados ao contexto educacional brasileiro, colaborando com o enriquecimento do repositório virtual⁷ do projeto.

Durante o curso de capacitação da equipe RIVED/UFU⁸ realizado em 2004 desenvolveu-se um objeto de aprendizagem intitulado “Transbordando conhecimento”, que, posteriormente, sofreu validações reais⁹. A validação tornou-se possível por meio da organização de um trabalho com o referido objeto de aprendizagem em uma escola estadual localizada na cidade de Uberlândia-MG, que atende ao ensino médio e está vinculada ao Proinfo (Programa Nacional de Informática na Educação) lançado em 1997 pela Secretaria de

⁶ www.eiproinfo.mec.gov.br

⁷ <http://www.rived.mec.gov.br>

⁸ Composta por graduandos das faculdades de Matemática, Instituto Química e Computação da Universidade Federal de Uberlândia.

Educação a Distância (Seed/MEC), com o objetivo de estimular introdução de tecnologia informática nas escolas de níveis fundamental e médio de todo o País. Para a realização do projeto RIVED, o grupo¹⁰ desenvolveu a proposta de trabalhar com a modelagem matemática contida no referido objeto de aprendizagem.

Para trabalhar um objeto de aprendizagem cujo objetivo é desenvolver habilidades e competências em identificar e solucionar problemas inseridos no cotidiano das pessoas a partir do conceito de funções e suas grandezas, optamos explorar o tema água por meio da utilização do computador. Tal trabalho

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

Observamos que o desenvolvimento tema água não é uma tarefa simples, principalmente quando se pretende integrá-lo com a Informática e a modelagem Matemática no processo de ensino-aprendizagem. A complexidade dessa prática pedagógica nos levou a refletir sobre a importância do trabalho coletivo na produção e na socialização dos diferentes saberes docentes envolvidos (BARBOSA *et al.*, 2007, p.10).

Todo esse trabalho foi realizado em 2005 e seus dados foram publicados na IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação, realizada na cidade de Feira de Santana, na Bahia, e foi tema de uma pesquisa de Mestrado¹¹, do Programa de Pós-graduação em Educação, que verificou:

[...] que a produção coletiva de saberes para a análise sistematização e desenvolvimento de objetos de aprendizagem, assim como, incorporá-los em uma prática na sala de aula, reflete diretamente em contribuições significativas para os alunos e professor da escola, assim como para os licenciandos e seus formadores. (RODRIGUES, 2006, p.107)

A equipe RIVED/UFU ofereceu cursos sobre criação de objetos de aprendizagem voltados para alunos de graduação da Universidade Federal de Uberlândia. Um deles teve como objetivo selecionar novos alunos para integrar a equipe RIVED/UFU. No I Encontro Mineiro de Psicologia Escolar e Educacional, publicamos uma investigação realizada para

⁹ Termo utilizado em Ciência da Computação quando um sistema/objeto desenvolvido pode ser validado pelo usuário.

¹⁰ Formado pelos alunos Vanessa de Paula Cintra, Fernando da Costa Barbosa, Edinei Leandro dos Reis, pelo professor colaborador Douglas Silva Fonseca, pela mestrandra Adriana Rodrigues e sobre a orientação do professor Dr. Arlindo José de Souza Jr.

¹¹ Rodrigues, A., em 2006, defendeu sua dissertação: “Produção coletiva de objeto de aprendizagem: o diálogo da universidade na escola”.

analisar a potencialidade de cursos em que os professores pudessem ser produtores de objetos de aprendizagem, o que nos mostrou

[...] o quanto os futuros professores de Matemática são criativos e preocupados com o trabalho com Informática nas nossas escolas. Revelou também que esta primeira experiência dos licenciandos com objeto de aprendizagem possui um papel importante na discussão sobre a Informática na Educação Matemática (BARBOSA *et al.*, 2006, p. 13).

Esse envolvimento com objetos de aprendizagem, TICs e formação de professores é analisados por Cintra (2010).

A partir de reflexões sobre o trabalho com a *Internet* no processo de ensinar e aprender Matemática, participei de um projeto financiado pelo CNPq e iniciado no segundo semestre de 2005 mediante a estruturação de um grupo composto por um professor da Universidade Federal de Uberlândia, uma empresa privada, uma equipe pedagógica formada por dois alunos do Curso de Licenciatura em Matemática e uma equipe tecnológica formada por dois alunos do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Uberlândia e dois graduados em Ciência da Computação. O produto do projeto foi a construção de uma ferramenta de autoria para criação de WebQuest. (BARBOSA, CINTRA, SOUZA JR., 2009, p.2)

A metodologia WebQuest é definida por Bernie Dogde como uma sistemática de pesquisa orientada, na qual algumas, ou todas as bases de conhecimento – com as quais os aprendizes interagem – são originadas de recursos da *Internet*. Em linhas gerais, a metodologia WebQuest é uma pesquisa orientada na forma de páginas na Web, que busca nesses novos avanços da comunicação e da tecnologia fazer melhor uso da rede mundial de computadores no processo de ensino e aprendizagem. (BARBOSA, CINTRA, SOUZA JR., 2009, p. 6)

O assunto WebQuest não era novo, tive a oportunidade de conhecer essa metodologia por meio da publicação de uma WebQuest de estatística para os ensinos médio e fundamental, em um evento local¹².

Em geral, as escolas que trabalham com a WebQuest utilizando as ferramentas disponíveis no mercado, tais como os editores de HTML e programas para edição de imagens. Não existe, traduzido para a Língua Portuguesa, um programa que oriente e facilite a criação de WebQuest. Isso é um grande entrave, pois, em geral, nossos alunos e professores não possuem as habilidades necessárias para criar, eles próprios, suas WebQuests.

¹² IV Semana de Matemática – UFU, ano de 2004, trabalho realizado sob orientação do professor Dr. Arlindo José de Souza Jr..

Para resolver essa dificuldade, foi elaborado o projeto que objetiva desenvolver o produto: **Ferramenta de Autoria para Criação de Webquest – Author**. O software *Author* é uma:

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

Meu papel nesta pesquisa foi de orientação pedagógica, juntamente com uma companheira de pesquisa realizei um estudo teórico sobre o que é *Webquest*, os diferentes tipos de geradores, sobre informática no ensino de forma a orientar a equipe técnica na necessidade de se construir uma ferramenta de fácil manuseio, instrutiva, que respeitasse as limitações dos educadores. Além disso, realizamos pesquisa de opinião com os educadores, fizemos a avaliação do *Author*, dando sempre um retorno à equipe de produção técnica.

Este projeto nos permitiu inferir que o grande desafio das TICs na educação é continuar aprimorando permanentemente as ferramentas educativas que possibilitem tornar os professores produtores de saberes em diferentes ambientes. Essa pesquisa nos revelou o quanto é importante envolver os alunos do Curso de formação de professores de Matemática nesse processo (BARBOSA, CINTRA, SOUZA JR., 2008, p.10).

Após esses projetos desenvolvidos na universidade, iniciei minha profissão de professor em uma escola pública de Ensino fundamental do Estado de Minas Gerais. Procurei manter contínuas minhas atividades de pesquisador e, para tanto, colaborei com o desenvolvimento de uma pesquisa de Mestrado, que procurou compreender os significados do trabalho coletivo no processo de Formação Inicial de Docentes em Educação Matemática Digital, em duas escolas públicas de Uberlândia-MG.

No desenvolvimento dessa pesquisa, pude observar, segundo Carvalho (2009, p.109), “o trabalho coletivo exerceu um importante papel no processo de socialização e produção dos saberes docentes e de memória coletiva das diferentes práticas profissionais desenvolvidas no interior da escola”. Nesse projeto, desenvolver minha prática docente utilizando tecnologias computacionais.

Em outra participação em projeto, fui professor colaborador num trabalho realizado em duas escolas no estudo de Geometria e as profissões, utilizando uma *Webquest* como

orientação e um *Weblog* para comunicação. O projeto recebeu o nome de “Mídias na Educação: o estágio colaborativo no trabalho em rede”.

No mesmo ano, fui aprovado no processo seletivo para professor substituto na Escola de Educação Básica da Universidade Federal de Uberlândia (ESEBA-UFU) e tive a oportunidade de usufruir novamente dos recursos que a escola disponibiliza. Durante a graduação, fui estagiário na escola e trabalhei com professores da área de Matemática. Desenvolvemos projetos em que se destacaram: a utilização de mídias para abordagem e trabalho do tema “razão e proporção”¹³, tendo como principal ferramenta motivadora o filme policial “O colecionador de Ossos”¹⁴. Além disso, contribuí em um projeto que fazia uso de *Webquest* no ensino de estatística¹⁵ e de equações do segundo grau.

Durante o ano de 2008, como professor da ESEBA, orientei um grupo de alunos no Projeto de Iniciação Científica, que foi, em anos anteriores, incorporado ao currículo da escola, como forma de introduzir o aluno da educação básica no campo da investigação e da produção científica nos diferentes campos da ciência e tecnologia. O grupo que orientei produziu um artefato inédito na escola, que é um robô autônomo chamado *Beetlebot*, baseando em modelo desenvolvido pela Escola do Futuro¹⁶ da USP (Universidade de São Paulo).

A princípio, o grupo realizou uma abordagem bibliográfica e histórica sobre a robótica, graças a um vídeo do Youtube¹⁷ sobre o robô. Os integrantes do projeto assistiram ao vídeo em casa, pois o *site* youtube é bloqueado pela instituição de ensino. O desejo de construir esse robô foi instigado pela sua simplicidade e facilidade aparente de aquisição dos materiais, frutos de sucata e de brinquedos dos próprios integrantes do grupo. Assim, o ano de 2008 foi marcado pela primeira experiência educativa concreta com robótica no âmbito livre.

Em termos de experiência profissional, nesse ano também exerci a docência no ensino superior de um curso de Pegagogia.

¹³ BARBOSA, F. C., CARVALHO, A. M., SOUZA JR., A. J. A utilização de mídias nas relações de ensino-aprendizagem de razão e proporção In: II Encontro Nacional educação, saúde e cultura populares. Uberlândia, 2006.

¹⁴ Filme da *Universal Pictures* lançado em 1999.

¹⁵ BARBOSA, F. C., CARVALHO, A. M., SOUZA JR., A. J. Estatística cotidiana: WebQuest em foco In: III Semana Acadêmica da Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

¹⁶ Consiste em um laboratório interdisciplinar que estuda os efeitos do uso de TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) na aprendizagem incentivando a inclusão digital, fundada em 1989 com um laboratório departamental na Escola de Comunicação e Artes e incorporada em 1993 à Pro-Reitoria de pesquisa da USP.

¹⁷ Site de compartilhamento de qualquer tipo de vídeo, exceto os protegidos por Copyright, desenvolvido em 2005

Com o término do meu contrato com a ESEBA, em 2009, fui contratado por uma escola da rede particular. Nesse mesmo ano, comecei a cursar a Especialização em Ensino de Ciências, promovida pela Faculdade de Educação (FACED), curso que me permitiu refletir e produzir, como trabalho final, a minha experiência com robótica na ESEBA. O título do trabalho foi “Aprendizagem significativa com o uso de robótica no ensino fundamental”, publicado também em forma de artigo, que relatou um trabalho coletivo de estudantes em diferentes estágios cognitivos construindo um robô, que permitiu expor

[...] uma estratégia de ensino interessante ao possibilitar ao estudante uma visão sistêmica da construção do conhecimento. Revelou que é possível ao aluno interessado, a construção de conhecimentos e habilidades essenciais à compreensão da montagem e funcionamento de robôs simples. E o mais importante, que a utilização do conhecimento apropriado em situações reais (resolução de problemas), de forma intencional e com sucesso, que é o objetivo maior da Ciência, também pode ser atingida, constituindo-se na efetiva demonstração de uma aprendizagem significativa (BARBOSA, SOUZA JR, TAKAHASHI *et al.*, 2010, p.11).

A robótica já era para mim uma nova linha de pesquisa desde 2008; o ano de 2009 foi de consolidação, reflexão, participação em um projeto intitulado Robótica Educacional no Cotidiano na Escola” apoiado pela Pro-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis - PROEX e, posteriormente no projeto “Robótica na Educação Digital”, FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais). Também nesse mesmo ano foi formulado um projeto de pesquisa para o Mestrado sobre a robótica e as relações com a aprendizagem de Matemática.

No processo de formulação do projeto de pesquisa, algumas questões foram levantadas: como desenvolver uma metodologia de trabalho educativo com robótica livre na escola? E como trabalhar o kit da lego? Como acontece a aprendizagem de matemática com a robótica? A partir da reflexão crítica destas questões elaborei a seguinte pergunta de pesquisa: Como o trabalho com robótica educacional possibilita a constituição de um ambiente de aprendizagem significativo no contexto da escola pública? Procurando responder essa questão analisei a trajetória de organização do trabalho educativo com robótica, refletindo sobre o processo de interação com os alunos e a constituição de cenários de práticas pedagógicas com Robótica Educacional.

No primeiro capítulo, realizei uma revisão de pesquisas de robótica desenvolvidas no cotidiano da escola. Em cada análise procurei correlacionar com a constituição de ambientes de aprendizagem, ver se houve uma preocupação dos pesquisadores em analisar e discutir a

constituição do ambiente de aprendizagem com Robótica, que possibilitou o trabalho com a Matemática.

No segundo capítulo, apresentei a instituição e os sujeitos dessa pesquisa, além de estabelecer os caminhos metodológicos adotados para construção dos dados no projeto de robótica. Nesse momento, é possível compreender em que contexto se desenvolveu a pesquisa e os instrumentos adotados para registrar os dados no decorrer do trabalho com robótica no ambiente escolar.

No terceiro capítulo, iniciei a análise de dados, com enfoque em três eixos. No primeiro eixo, apresentei a trajetória coletiva do projeto de robótica na escola pública, expondo como foi constituído o ambiente de aprendizagem durante o tempo em que o projeto esteve na escola, levantando aspectos da condição de trabalho, condições humanas e financeiras. No segundo eixo analisei como ocorreu a interação com os alunos, olhando os principais resultados do segundo semestre de 2010, tendo atenção para os que possuem relação com os indicadores da aprendizagem significativa. No terceiro e último eixo apresentei os diferentes cenários de aprendizagem construídos no projeto de robótica na escola, com a robótica livre e kit de robótica da Lego.

O último capítulo foi destinado as considerações finais do trabalho realizado na escola com robótica. Em seguida os referenciais bibliográficos e anexos.

CAPÍTULO 1

A ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Quanta coisa ele conhece,
 Sabe a tudo responder.
 E o que tanto o entristece
 É ser humano ele não ser.
 Com suas veias de metal
 Raciocina e sabe andar.
 Mas o que lhe faz tão mal
 É não sorrir e nem chorar.
 Sou robô e a vida é dura
 Quando se é feito de lata.
 Sou sem jogo de cintura
 E a minha voz é muito chata.
 Vou ter sempre algum defeito,
 Já perdi a esperança.
 Pelo homem eu fui feito
 À sua imagem e semelhança.
 Nunca tem nenhuma dúvida,
 Incansável e seguro.
 Por tudo isso ele é considerado
 O homem do futuro.
 Ser o homem do futuro
 Não me anima muito, não.
 Todos saberão de tudo,
 Mas como eu, sem coração.
 Os adultos, sempre sérios,
 Sabem só me programar.
 Se eles não brincam comigo,
 Com criança eu vou brincar.¹⁸

Nesse capítulo, apresentamos¹⁹ um estudo que realizamos sobre pesquisas com Robótica Educacional, desenvolvidas e disponibilizadas ao público, relacionadas ao processo de ensinar e aprender Matemática e ambientes de aprendizagem. Mas, antes de discutir tal relação é preciso compreender a partir de que momento a robótica se tornou educacional e, além disso, por que considerar uma área da indústria como educacional. O que realmente vem a ser Robótica Educacional?

A atribuição do termo pedagógica ou educacional vem agregada, historicamente, a uma ferramenta ou área específica, fruto do saber humano, função de complemento para o processo de ensino e aprendizagem. Temos como exemplo clássico a Informática Educativa, que se apropriou da ferramenta computador e de seus complementos, trabalhou utilizando-os

¹⁸ O Robô Composição: Toquinho/Mutinho. Letra disponível em:< <http://letras.terra.com.br/toquinho/87338/>> . Acessado em 13 de maio de 2011.

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

de forma a construir espaço de aprendizagem e proporcionar aos sujeitos da escola o direito de inclusão digital.

Por ser um tema tão discutido nas últimas décadas e fazer parte de projetos políticos pedagógicos de inclusão digital, a Informática tornou-se o palco central das discussões, de pesquisas e de recursos tecnológicos voltados para o ensino. A Informática foi o instrumento necessário a dar vida à robótica, permitir a interação humana com a máquina. Foi justamente isso que Seymour Papert fez ao desenvolver a linguagem de programação LOGO.

A história da Robótica Educacional não tem uma data específica de origem, entretanto podemos oferecer dados que nos ajudam a entender seus primeiros passos. Segundo Gonçalves (2007, p. 19-23), no início dos anos 1950, William Grey Walter construiu duas tartarugas mecânicas que executavam ações programadas, com o objetivo de exibir comportamentos que pudessem ser encontrados em animais. Essa criação foi um incentivo ao desenvolvimento de tartarugas programadas pela linguagem LOGO desenvolvida por Seymour Papert no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

Seymour Papert é considerado um pioneiro na utilização da robótica de forma educativa, tanto que, posteriormente, com os colegas Stephen Ocko e Mitchel Resnick também do MIT, em parceria com a empresa dinamarquesa LEGO, transportaram o LOGO para o mundo real com a construção do material LEGO/LOGO. Estava surgindo então o primeiro *kit* de robótica voltado para a Educação (GONÇALVES, 2007).

A robótica tem feito parte do cenário educacional praticamente no mesmo período em que a Informática iniciou sua incorporação ao contexto da escola e das práticas educacionais. Menos do que, a robótica não se estendeu a todos, pelo elevado custo e por limitações tecnológicas. Com a evolução e popularização das tecnologias, os materiais de robótica sofreram mudanças e valores, ganhando, atualmente, destaque no meio educacional. Não podemos considerar o robô como sendo um brinquedo da moda, mas “é uma ferramenta que permite ao professor demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando o aluno, que a todo momento é desafiado a observar, abstrair e inventar” (ZILLI, 2004, p.39).

Todo esse processo sugerido por Zilli vai ao encontro das ideias de Rocha (2006) que pensa que a Robótica Educacional supera o processo de montar peças, que ela orienta num processo de mudança dos sujeitos envolvidos no ensino e aprendizagem, ou seja, o professor e o aluno ganham novos papéis, que sofrem “mudança de postura, diálogo, cooperação, metodologia, dúvida e indagação, além de significação”.

Os reflexos da Robótica Educacional têm ganhado destaque em toda dimensão da instituição de ensino; se antes aconteciam diálogos de trabalhos interdisciplinares, com a robótica estes podem se transformar em ações. Lopes (2008, p.41), a define “como um conjunto de recursos que visa ao aprendizado científico e tecnológico integrado às demais áreas do conhecimento, utilizando-se de atividades como *design*, construção e programação de robôs.”

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

Entende-se que os erros são trabalhados nesse processo, ou seja, há reflexão dos sujeitos sobre o processo de trabalho com robótica, em que se aprende a discutir e a trabalhar em grupo, organizar-se, criar e comunicar, além de fortalecer outras características que nos tornam aptos a conviver e trabalhar em sociedade (MORAES, 2010; STEFFEN, 2002).

A robótica educacional não é um mero processo de construção de robôs, na perspectiva de Curcio (2008, p. 9), é a pontencialização dos meios tecnológicos. Apesar disso, ainda entendemos que essa abordagem educativa precisa ganhar mais espaço no trabalho desenvolvido nas escolas públicas. Entendemos que o direito de educação é de todos, então o direito de ter acesso as todas as tecnologias educacionais também deve ser garantido para todos.

Além disso, na visão de Campos (2005, p. 28-29) a Robótica Educacional é utilizada

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

Tanto é que pode ser assim, que em 2002, Marco Túlio Chella desenvolveu um projeto de implementação de um ambiente de robótica de forma a permitir que

[...] o aprendiz tenha a oportunidade de manusear concretamente ideias e conceitos, dentro de um contexto que estimule a multi e interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento (CHELLA, 2002, p. 13).

Para Chella (2002, p. 51), o Ambiente de Robótica Educacional (ARE) é constituído por um conjunto de aplicativos e pelo hardware. Todas essas ferramentas têm aplicação na educação, ou seja, contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

Todo esse trabalho foi realizado com alunos do ensino superior e contou com uma fase de implementação no ensino fundamental com a construção de dispositivos robóticos pelos alunos e respectiva programação por meio da linguagem SuperLogo. Os dispositivos robóticos foram construídos na Faculdade de Engenharia Mecatrônica e no curso de Pós-Graduação em Informática Aplicada à Educação. Entre as montagens, foram apresentados no trabalho de Chella:

- Projeto dinossauro, que discutiria a relação presa-predador.
- Projeto pauta musical que trabalhava a relação entre desenhos e as notas musicais.
- Projeto Emilia, que representaria um ambiente fictício das histórias de Monteiro Lobato.
- Projeto Energia Alternativa que simulava um melhor aproveitamento da natureza na produção de energia.

Além desses projetos no ensino superior, outros, como a máquina de refrigerante, o parque de diversões, o pegador de lixo e a mão robótica foram construídos e programados no ensino fundamental. O pesquisador, ao falar da programação adotada, afirma que:

Aumentando novos comandos ao vocabulário do Logo o usuário pode criar situações onde seja possível testar conjecturas sobre a natureza da Geometria ou da Matemática. Do mesmo modo que se trabalha com os conteúdos matemáticos, também se podem explorar outras áreas do conhecimento utilizando-se os diversos recursos da linguagem (CHELLA, 2002, p. 23).

Assim sendo, Chella, a partir da observação do processo de implementação de um ambiente de robótica em espaços educacionais concluiu que

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

Em 2002, Steffen registrou em sua dissertação sua história de vida profissional em uma escola particular de tempo integral que trabalhava Robótica Educacional no extra turno. Sua estada na escola como professora de Ciências permitiu participar e acompanhar o processo de introdução da robótica no cotidiano da escola, conhecer as ferramentas disponíveis no mercado, lidar com as dificuldades em construir e trabalhar com robótica com materiais livres (sucata eletrônica). Seu saber de anos de trabalho com robótica, lhe permitiu conviver

em ambientes de aprendizagem de Robótica, com crianças em diferentes níveis de desenvolvimento. Como durante esse período trabalhava como professora na disciplina de Ciências, me via constantemente preocupada em adequar minha prática pedagógica a realidades tão distintas. Pude, então, perceber a realidade do processo de aprendizagem da criança que ultrapassa o cognitivo, atingindo a esfera do afetivo e social. Isso fez com que a minha prática pedagógica na sala de aula curricular sofresse profundas modificações: o ambiente de aprendizagem das aulas de Ciências, que antes serviam de modelo à Robótica, foi reestruturado. Robótica passou a ser referência para Ciências.(STEFFEN, 2002, p.3)

A pesquisadora, com base em suas experiências de inclusão da robótica no currículo da escola, com tentativas e erros, procurou utilizar esse saber sobre o assunto em sua dissertação, para investigar como a Robótica Educacional, recurso de comunicação, pode contribuir para desenvolver a cognição frente aos novos paradigmas educacionais. (STEFFEN, 2002, p. 46). O foco de sua pesquisa somente se concretizou durante a pós-graduação. Tendo em vista o que seria analisado, foram utilizados os seguintes dados: fotos, vídeos e registros impressos de todos os anos que trabalhou com robótica. Entretanto, a gama de materiais que havia disponíveis era praticamente impossível de ser toda analisada. Sendo assim, foram escolhidas duas atividades: uma com enfoque em uma disciplina – trabalhar conceitos de ciências – e a outra em uma construção livre de condições de produção, sem se apegar a necessidade de trabalhar robótica dentro de uma disciplina.

Foi realizado, segundo Steffen (2002), um estudo aprofundado de duas atividades, a primeira com enfoque em trabalhar conceitos no tema proposto “Tornando a Ciência viva através da Robótica”. Para tanto, foi desenvolvida a exploração, a aplicação e os problemas envolvendo o assunto “alavancas”, que permitiu aos alunos do 9º ano do ensino fundamental trabalhar com conteúdo de Física. Já o segundo caso foi realizado no extra turno na forma de uma competição cujo tema era “Concurso de Robótica – Robovo ” , onde se objetivava construir um robô capaz de percorrer um trajeto fixo de quatro metros no menor tempo possível, sem derrubar o ovo.

Assim, a possibilidade da aplicação de uma pedagogia de situações-problema abre um novo horizonte para o professor, que pode vislumbrar o seu novo papel: o de um articulador de saberes... Considerando que um dos objetivos desta pesquisa é contextualizar situação-problema dentro de um ambiente de aprendizagem de Robótica Pedagógica.(STEFFEN, 2002,p.86)

A princípio, tais experiências podiam parecer mais outras atividades de Física, mas, por trás da discussão de conceitos de velocidade e aceleração, discutidas nas atividades realizadas, temos razões e grandezas estudadas no sétimo ano do ensino fundamental, que são

referenciadas no processo de ensino de Matemática na forma de exemplos e não vivenciadas. Essa atividade aberta a todos os alunos da escola, contou com alguns participantes do terceiro, quarto, sétimo e oitavo anos do ensino fundamental e dois alunos do segundo ano do ensino médio. Durante a atividade, utilizou-se de material da Lego. Para o vencedor do concurso de Robótica que já fazia parte do projeto de robótica desde sua implantação, merece destacar a sua fala da qual é possível inferir sua capacidade de resolver problemas, deduzir hipóteses e o foco de um engenheiro:

Eu bolei o meu carro preocupado em deixa ele (sic) leve e mais rápido. Não me importei se ele era feio ou bonito. Fiz umas três tentativas, construí carro usando engrenagens e outros tipos de peças daí cheguei à conclusão que o elástico era a melhor opção, para ele ficar mais rápido. Assim seria melhor para ele (STEFFEN, 2002, p. 83).

Para o autora pesquisa possibilitou formular conclusões sobre os benefícios tanto para o professor, quanto para o aluno e para a sociedade da robótica, na educação, ou seja, o processo de aprendizado ali desenvolvido contribuiu para a formação de um cidadão crítico e ativo.

A própria dinâmica da aprendizagem consiste em “uma nova maneira de descrever o que se passa na história do sujeito, entre ele e o mundo”. E, a partir do momento em que se torna possível escrever essa história, urge que a escola não se restrinja apenas ao universo do indivíduo, e sim se preocupe em cuidar para que essa história preserve o que ele constrói, ao articular os seus saberes no coletivo. (STEFFEN, 2002, p.108)

Ortolan (2003), em sua dissertação de Mestrado, observando que as tecnologias, de um modo geral, têm forçado o sistema educacional a incorporá-las, decidiu pesquisar como o uso de uma tecnologia avançada em um ambiente educacional pode inferir para o processo de ensino e aprendizagem.

Nessa análise de inserção especificamente da robótica, o pesquisador procura sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito de tecnologia, sem, com isso, desvincular da Educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e socialmente participativo (ORTOLAN, 2003, p.3).

Para defender sua tese, Ortolan registrou de forma quantitativa os resultados avaliativos na escola. A população pesquisada foram os alunos de sexto e sétimo anos escolares. Para implantar a robótica na escola, foram consultados os alunos previamente, por meio de uma enquete que demonstrou, segundo Ortolan (2003), um quase completo desconhecimento do que se refere à Robótica e uma aprovação significativa da ideia de usá-la no processo de Ensino.

Assim, na integração do que o educando normalmente estudaria na série com uma ferramenta específica como os Kits Lego robotizados e computadores, surge um ambiente educacional que desperta a capacidade do aluno ir além do simples fato de decorar ou assimilar o conhecimento,[...](ORTOLAN, 2003, p.50)

Claro que a implantação da robótica e dos *Kits* Lego na escola foi uma decisão da instituição, por atender os objetivos educacionais e não fugir dos Parâmetros Curriculares Nacionais. A maior preocupação não estava, segundo Ortolan (2003), no uso dos equipamentos, mas, sim, na construção de uma metodologia de trabalho que concebesse uma educação tecnológica, cuja finalidade:

[...] não é ensinar a usar as mais modernas peças de hardware e o manuseio dos melhores *softwares*, mas em perguntar quando e porquê ela deve ser usada. Ao descobrir a importância da utilização destas tecnologias, os alunos, gradativamente, irão passar a fazer uso das mesmas para aumentar o poder de aprendizagem nas mais diferentes situações-problema da vida educacional ou fora dela (ORTOLAN, 2003, p. 99).

Com referência ao desenvolvimento matemático analisado em bases estatísticas por Ortolan, tendo as médias dos alunos, constatou-se uma mudança maior e os alunos de 2003 apresentam médias bem mais consistentes em comparação com os alunos de 2002.

Quando as aulas de robótica têm uma abordagem voltada para a Matemática, Ortolan (2003) esclarece que se percebe claramente uma disposição dos alunos que apresentam maior facilidade na disciplina conduzindo o processo; o mesmo ocorre com outras disciplinas.

Na pesquisa de Ortolan (2003), são apresentadas duas montagens: a primeira montagem foi de um “caminhão coletor” e a segunda, a representação de um sistema de “respiração”. Deve-se destacar que na montagem do caminhão foi possível analisar certos conteúdos como:

- Meios de transportes
- Aceleração
- Ângulo
- Direções
- Cálculos básicos – multiplicação, divisão, soma... (ORTOLAN, 2003, p.108)

Isso nos conduz a uma reflexão de que o conhecimento matemático é praticado mediante as situações de criação, de construção e de programação dos robôs. Quando o indivíduo tem a necessidade de converter em uma linguagem de máquina um contexto real

que muitas vezes é automático em sua mente, no processo de instruir a máquina, utiliza-se a Matemática e outras teorias de conhecimento.

Agora, analisaremos o trabalho desenvolvido por Zilli, em 2004, cujo título é “A Robótica Educacional no ensino fundamental: Perspectivas e Prática” e teve como objetivo analisar e apontar como a Robótica Educacional foi utilizada no contexto de escolas públicas e particulares de Curitiba. Nessa pesquisa exploratória, foi desenvolvido um estudo de caso, tendo a sua participação nas atividades de forma não estruturada. (ZILLI, 2004, p. 56).

Na sua conceituação de robótica educacional, Zilli utiliza o Dicionário Interativo da Educação Brasileira de 2004 como referência.

Termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos. (DICIONÁRIO INTERATIVO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA, 2004)

Assim, a robótica pode ser vista com um ambiente de ensino de aprendizagem com trabalho de sucatas ou kit no processo de montagem de robôs.

Para registrar os dados foi utilizada uma entrevista estruturada, tendo como sujeitos da pesquisa professores do ensino fundamental que tinham Robótica Educacional em suas instituições de ensino. A análise foi realizada com quatro escolas que atendiam de mil a três mil alunos. A pesquisadora realizou uma análise dos professores e descreveu suas práticas, chegando à conclusão de que as opiniões dos docentes quanto “a utilização da Robótica Educacional como recurso no ensino não têm uma relação direta com as propostas pedagógicas” (ZILLI, 2004, p. 59).

O corpo docente estudado e responsável por ministrar as aulas de robótica era composto por dois professores de Informática, dois de Matemática e um de Artes. Zilli (2004) afirma ainda que a participação e o envolvimento de mais professores com a robótica na escola possibilitaria um trabalho multi e interdisciplinar. Além disso, foi feito um levantamento dos *kits* adotados pelas escolas, todas tinham um modelo comum de *kit* denominado “*kit Super Robby*”, o primeiro *kit*, segundo Zilli (2004), a ser inserido no mercado. Em sua maioria, as escolas também possuíam outros *kits*, todos disponibilizados aos alunos, entre os quais foi mencionado o da LEGO.

Foi investigado também o tempo médio de trabalho com robótica nas escolas e foi possível calcular 4,25 anos de experiência, representando, assim, um reflexo positivo quanto “a aceitação por parte dos alunos, professores e equipe pedagógica, uma vez que o menor

tempo é de dois anos e todas as instituições resolveram dar prosseguimento às aulas na escola” (ZILLI, 2004, p. 62).

Das quatro instituições, apenas uma optou por desenvolver as atividades na grade curricular, enquanto as demais trabalhavam robótica no extraturno e destas, duas cobravam taxas para cobrir parte dos gastos com materiais.

Seu trabalho chegou à conclusão da não necessidade de um *kit* específico, a possibilidade de se trabalhar com sucata e outros *kits* comercializados, ser flexível às condições financeiras das instituições. E as atividades de robótica deveriam acontecer como atividade extracurricular, de forma a garantir um público de interessados no projeto. Todas as atividades deveriam ser realizadas em ambientes próprios para a robótica (ZILLI, 2004, p. 74-75).

Outro pesquisador, Accioli (2005), procurando pesquisar as aplicações das tecnologias no ensino, desenvolveu oficinas de robótica para alunos do ensino fundamental, utilizando material da Lego num caráter lúdico e sem obrigatoriedade de vincular a uma disciplina; o que lhe permitiu observar o “interesse e entusiasmo dos alunos ao aplicarem as informações e conhecimentos obtidos nas aulas tradicionais e os tornarem mais significativos na construção e programação de seus modelos robotizados” (ACCIOLI, 2005, p.4).

Tendo em vista uma possibilidade investigativa, Accioli, juntamente com seu coletivo de pesquisa, decidiu por investigar os conceitos geométricos que emergem de construções robótica. Para orientar seu trabalho de pesquisa, foram formuladas as seguintes questões investigativas:

- Quais aspectos da Simetria que emergem durante as atividades de robótica e favorecem as transições entre as etapas intrafigural e interfigural?
- Como eles são expressos pelos alunos durante estas atividades?
- E quais aspectos do ambiente robotizado influenciaram os significados produzidos? (ACCIOLI, 2005, p.5)

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram oferecidas oficinas extracurriculares de robótica para os grupos de alunos do quarto e quinto anos e alunos do sexto e sétimo anos. As oficinas contaram com a participação voluntária dos alunos do ensino fundamental da escola particular onde foi realizado o projeto de Mestrado. Para registro dos dados, foram utilizadas todas as produções dos alunos na forma digital, impressa ou manuscrita, além de uma entrevista ao final do projeto. Todos os dados produzidos com as oficinas permitiram concluir que

[...] a maneira como os alunos expressaram seus entendimentos sobre Reflexão, quais propriedades ou noções de Reflexão eles destacaram antes e depois das atividades de programação das trajetórias e qual a influência do ambiente robotizado, acreditamos que este ambiente pode funcionar como um micromundo de aprendizagem Matemática e favorecer o entendimento das propriedades do conceito de Simetria. (ACCIOLI, 2005, p. 117)

Assim, a exposição de Accioli sobre o ambiente robotizado agir como micromundo no processo de aprendizagem de Matemática nos remete a constituição de um ambiente de aprendizagem.

Todo o trabalho de Accioli foi desenvolvido com base na metodologia de “Experimento de Ensino”, em que a pesquisadora realizou uma divisão do processo: inicialmente, realizou os estudos necessários para constituir uma base teórica capaz de formular as atividades do projeto. Feito isso, realizou o experimento, a aplicação do projeto, em que por meio de oficinas, apresentou os *kits*, a programação e lançou nas últimas oficinas o desafio de construir um modelo capaz de reproduzir movimentos definidos, como passos de uma dança, com a intenção de “engajar os estudantes em atividades que envolviam o conceito de Simetria, uma vez que danças podem sugerir movimentos simétricos” (ACCIOLI, 2005, p. 23).

Campos (2005), por sua vez, pesquisou a implantação de um projeto de robótica pedagógica nos ensinos fundamental e médio de uma escola particular, utilizando *kits* de robótica. O projeto teve inicio em 2003, com a apresentação dos materiais de robótica em uma feira de ciências, que conseguiu adeptos e a construção do projeto-piloto que contou com grupos de alunos do segundo e terceiro anos do ensino médio. Tais alunos

[...] foram divididos em grupos e foram designados montagens de robótica de acordo com o tema escolhido por eles. A divisão dos grupos foi feita por meio de sorteio, e os alunos se dividiram nas tarefas para desenvolver os projetos: Máquinas Simples, Transportes, Força, Energia e Movimento, Pontes, Energia Renovável, Parque de diversões, Pneumática, Conceitos Matemáticos e *Big Ball Factory* (CAMPOS, 2005, p. 96).

Todo o projeto foi desenvolvido no período extraclasse, respeitando etapas de desenvolvimento, que partia de um estudo teórico e associação do projeto com conceitos científicos culminando em uma apresentação pública das montagens e conceitos construídos no decorrer dos projetos. Além disso, merece destaque que a partir desse estágio, foi possível incluir a robótica no currículo da escola no ensino fundamental I e no ensino médio, “uma vez que o projeto de robótica se constitui um ambiente diferenciado para construção do conhecimento nos diferentes saberes (Português, Matemática, História, Física, etc.).” (CAMPOS, 2005, p. 109).

A inclusão da robótica no currículo propiciou a estruturação de um espaço da robótica, contratação de um apoio técnico e a preparação dos docentes. O trabalho de robótica nos ciclos teve abordagens diferentes, como: no Fundamental I foi constituído por professores polivalentes, a robótica poderia ser trabalhada por todas as áreas de conhecimento. Já no ensino fundamental II, segundo Campos (2005), o projeto foi acompanhado na disciplina de Matemática.

Todos os projetos desenvolvidos na robótica deveriam respeitar os seguintes critérios: a) Conteúdo Curricular; b) Conceitos Científico-Tecnológico; c) Situação-Problema/Desafio. (CAMPOS, 2005, p. 119). E entre todos os projetos desenvolvidos dois mereceram destaque, na pesquisa de Campos, por serem considerados pelos alunos os mais interessantes, pois um explorava conceitos de alavancas e o outro conceito de equação do segundo grau.

No projeto de equações do segundo grau desenvolvido com alunos do nono ano tiveram que criar

[...] a parábola da equação na construção do carro. Para tanto, os alunos tinham que construir o carro e aplicar a parábola da equação no desenvolvimento da porta do veículo, levando-se em consideração que o motorista fosse um deficiente físico (CAMPOS, 2005, p.130).

Todo o trabalho desenvolvido por Campos permitiu-lhe concluir que, no projeto, os professores mostraram-se interessados e participativos, contribuiram para o crescimento e amadurecimento da robótica para o processo de ensino e aprendizagem, sem esquecerem de externar os problemas que permeiam as atividades de robótica na sala de aula.

Santos (2006) desenvolveu um ambiente de Realidade Virtual (RV) para manipulação de ambientes robóticos, no qual o ambiente virtual funciona como um simulador. Para testar a qualidade do seu produto, escolheu três instituições de ensino com cursos de nível superior e técnico em Automação, Eletrônica e Mecatrônica. Considerou que “uma das áreas em que o uso de RV se mostrou eficiente é na Geometria Espacial, pois muitos alunos têm dificuldade de imaginar as formas tridimensionais” (SANTOS, 2006, p.25).

Continuando, considerando que a Secretaria Municipal de Educação em Curitiba no Paraná já tinha implantado robótica no seu currículo, Labegalini (2007) motivou-se a pesquisar como estavam sendo utilizadas as sugestões propostas por uma revista²⁰ de orientação de trabalho com robótica na rede pública. De seu trabalho, por mais que não tenha feito uma abordagem dos conteúdos trabalhados na revista, resultou o registro de um ponto interessante no campo de pesquisa:

²⁰ Revista de Educação Tecnológica Zoom, foi adquirido em 2004 pela SME. (LABEGALINI, 2007, p. 78)

Antes de iniciar a proposta de montagem, os alunos precisavam verificar se a maleta tinha sido corretamente organizada pela turma anterior. Nenhuma montagem poderia ser iniciada sem o preenchimento da ficha de verificação de peças pelo grupo (documento apresentado no Anexo 03). Nesta etapa do processo, aparecem características da Inteligência Lógico-Matemática, ou seja, capacidade de desenvolver ou acompanhar cadeias de raciocínio, resolução e problemas lógicos e trabalho com cálculos e números. Há necessidade dos alunos relacionarem tamanhos, formas, cores e número de peças de acordo com a ficha impressa que contém quantidades e formas. (LABEGALINI, 2007, p. 115)

O que chamou a atenção foi a prática de trabalho com o *kit* Lego²¹, e ensino da organização, a disciplina de trabalho que constituiu uma aprendizagem Matemática além de bons hábitos em futuras práticas do nosso dia a dia.

Por sua vez, Oliveira (2007), realizou um trabalho investigativo sobre como os alunos aprendem sobre Matemática utilizando robôs como mediadores para o conhecimento. Em seu estudo bibliográfico, o autor teve uma atenção especial para trabalhos que estudavam a constituição de um ambiente de aprendizagem com robótica. Para sua pesquisa ele formulou as seguintes questões:

1. Qual o papel dos robots na resolução de problemas matemáticos envolvendo funções?
2. Como é que os alunos aprendem funções (no oitavo ano) utilizando os robots?
3. Como é que os robots podem ajudar a desenvolver a representação de saberes matemáticos?
4. Qual o papel dos robots no desenvolvimento de competência Matemática nos alunos? (OLIVEIRA, 2007, p. 3)

Como podemos observar, as questões nos expõem um interesse sobre como se pode construir um ambiente de aprendizagem e que os sujeitos a serem pesquisados cursavam o oitavo ano. Esse estudo foi realizado nos anos de 2005 e 2006 em uma escola de Educação Básica na Região de Madeira, em Portugal. A escolha da escola e turma deveu-se ao fato de o pesquisador já ter sido professor de Matemática na instituição, facilitando negociação com a direção, com os pais e com os alunos (OLIVEIRA, 2007).

A escolha das turmas, segundo Oliveira (2007), levou em consideração a necessidade de estruturar grupos de alunos que correspondessem ao número de atividades a serem desenvolvidas, assim como, a quantidade de materiais disponíveis. Portanto, todo o estudo possibilitou inclusão de um grupo pequeno no mundo da robótica.

²¹ Labegalini tinha como interesse utilizar na mesma série os modelos: maleta 9654 (Ciência e Tecnologia na Infância), seguindo para a maleta 9630 (Mecanismos Simples e Motorizados), culminando com a maleta 9793 (Lego Mindstorms para escolas).

As construções realizadas com a turma faziam uso de *kits* da Lego da série Robotics Invention System™ 2.0 da Lego Mindstorm™²², que possibilitou a montagem de um “Tanque” e de um “Roverbot (Todo o terreno)”

Todo o projeto contou com a realização de cinco atividades, que tiveram início com a familiarização e com o controle da linguagem de programação até a execução/resolução de desafios a que os participantes eram submetidos, favorecendo, assim, o uso de conceitos matemáticos e a compreensão de novos conceitos. O pesquisador entendeu que as tarefas deveriam ser

[...] idealizadas e preparadas a partir de situações usadas com alguma frequência nas aulas de Matemática como, por exemplo, o estudo da representação gráfica de uma viagem que traduz a distância do veículo a um determinado ponto de partida em função do tempo. No entanto, essas abordagens tinham caráter meramente teórico e nunca prático ou experimental como agora. As propostas de trabalho foram sucessivamente melhoradas até ao momento da sua aplicação e considerando sempre que seriam realizadas em grupo (OLIVEIRA, 2007, p. 81).

Todas as atividades tinham como conteúdo central da Matemática o assunto funções, que foi investigado e trabalhado com modelos robóticos. Essa concentração em um único tema é “essencialmente, à intenção de proporcionar uma continuidade do processo de aprendizagem, evitando que a utilização dos modelos robóticos surgisse em propostas de trabalho isoladas” (OLIVEIRA, 2007, p. 81).

Para registros, o pesquisador utilizou vídeos e fotografias, notas de campo e material escrito e produzido pelos alunos, tornando-se o banco de análise da pesquisa. Compreendemos que a forma de problemas em que as atividades foram realizadas como, exigir que o robô realize desenhos geométricos, traçados, percorra labirintos e que sejam construídas representações gráficas de ações de robôs permitiram ao aluno a construção de pensamentos matemáticos. Além disso,

[...] os alunos constataram e demonstraram “dominar” o uso do conceito de função, ou seja, de entender e lidar com os propósitos e limitações do conceito. Também conseguiram, ainda que de uma forma simples e intuitiva, abstrair conceitos como foi o caso do conceito de função. (OLIVEIRA, 2007, p. 171)

Assim, no trabalho de Oliveira, a robótica foi uma metodologia de trabalho e ferramenta capaz de desenvolver um ambiente de aprendizagem com Matemática.

O trabalho com robótica pode ser *kits* ou materiais eletrônicos de natureza mais econômica. Infelizmente, os *kits* de robótica comercializados com fins educacionais, são

²² Para informação pode consultado o seguinte website:<<http://www.hobbytron.com/legomindstorms20.html>>

restritos e possuem alto custo. Uma alternativa é o desenvolvimento de seu próprio *kit* ou uso de similares. Desta forma, Gonçalvez (2007), em trabalho de Mestrado, apresentou essa disparidade de preços e propôs uma montagem de um robô de baixo custo como uma alternativa em vista dos altos investimentos para aquisição de *kits* montados.

Em seu trabalho, ele montou o mesmo robô com a função de retirar latas de um espaço específico. A ideia do robô teve como referência no “Desafio Enlatado” descrito nas Notas do Professor do Conjunto LEGO Mindstorms para Escolas 9790 (GONÇALVEZ, 2007, p.75). Um dos robôs é feito com o *kit* pronto e comercializado da LEGO e o outro com materiais alternativos, placa GoGo²³, sensores, entre outros materiais necessários para construir a central de processamento como o corpo do robô. As construções, bem como a programação, exigiam cálculos de medidas e uso da Matemática. Por exemplo, na montagem

A escolha do mini CD, não tão comum quanto o CD convencional de 12 cm, foi motivada pelas dimensões da placa GoGo de 11cm por 8cm, pois o CD normal com raio de 6 cm deixaria o robô com uma altura elevada do solo, o que poderia atrapalhar a sua estabilidade e estética. (GONÇALVEZ, 2007, p.61)

Gonçalvez (2007) conseguiu mostrar, em uma única aplicação, que há condições de desenvolver uma alternativa de trabalho com a Robótica Educacional; claro que isso constitui um desafio para leigos em eletrônica, mas uma necessidade, caso não seja possível possuir kit para montagem de robôs. Além disso, ele entende que “Os materiais fazem parte de um ambiente de aprendizagem para crianças, no qual elas constroem máquinas motorizadas e então as conecta ao computador, permitindo que programas possam ser desenvolvidos para animar as suas construções.”(GONÇALVEZ, 2007, p.21)

Fortes (2007), ao iniciar sua carreira docente no interior de São Paulo, teve sua primeira experiência no Laboratório de Robótica Educacional de uma escola particular, o qual ela já entendia como um ambiente de aprendizagem. Ela relatou que buscou na Engenharia uma Pós-Graduação capaz de aprofundar e conhecer mais sobre robótica para exercer seu trabalho. Infelizmente, o curso não foi suficiente para suprir suas necessidades, mas, possivelmente, tenha ajudado a ingressar na Divisão Educacional da LEGO para o desenvolvimento de atividades e situações-problemas para o sexto e para o nono anos do ensino fundamental, bem como a capacitação de professores para as redes públicas e privadas.

²³ A placa GoGo foi desenvolvida segundo Gonçalvez (2007) por alunos do MIT, Arnan (Roger) Sipitakiat e Paulo Blikstein. A placa possui um microcontrolador que controla alguns periféricos conectados por entradas analógicas. Maiores detalhes em Gonçalvez (2007, p. 39-56)

Diferentemente da Pós-Graduação em Engenharia, seu ingresso no Mestrado em Educação Matemática da PUC-SP possibilitou-lhe a participação em um grupo de pesquisa que tinha como objetivo construir uma “cultura de investigação e pesquisa, envolvendo questões sobre as relações recíprocas entre práticas matemáticas, aprendizagem e tecnologias, em particular, as tecnologias digitais” (FORTES, 2007, p.2).

O ambiente foi favorável, além das influências como membro da divisão educacional da Lego, que lhe possibilitou acesso a informações e projetos desenvolvidos por esse setor da empresa pelo mundo. Todo o meio em que Fortes se encontrava era rico de informações, tanto que foi possível fazer uma ligação dos interesses do grupo de pesquisa do qual ela fazia parte com seu trabalho com a Lego, o que acabou resultando na pesquisa desenvolvida.

Seu trabalho teve início com a análise de estudos sobre a aplicação de gráficos no ensino e também das orientações dos Parâmetros Currículos Nacionais sobre o ensino desde conteúdo. Tanto que Fortes (2007) concluiu que a forma como se trabalhou o assunto “gráficos” ocorreu de maneira desconexa em relação a outros conteúdos de Matemática. Assim, seu trabalho de Dissertação foi desenvolvido com o seguinte objetivo:

[...] investigar o impacto de um ambiente de aprendizagem robótico nas estratégias e representações usadas por estudantes de oitava série do Ensino Fundamental e primeiro ano do ensino médio na interpretação de gráficos apresentando relações entre distância, tempo e velocidade (FORTES, 2007, p.5).

A lacuna entre a ligação com outros conteúdos e a necessidade de uma aprendizagem resultante da construção e não apenas interpretação de gráficos culminou na escolha do tema a ser investigado por meio das tecnologias, em especial, a robótica. Fortes (2007) adotou como metodologia de trabalho a *Design Experiment*, o que, segundo ela, permite ao pesquisador comprovar uma hipótese, ressignificar seu trabalho de campo por meio de reflexões, resultado de um relacionamento entre a teoria, os artefatos ou objetos utilizados e, principalmente, a metodologia executada.

O grupo pesquisado era formado por alunos de uma escola pública que cursavam o oitavo e nono anos do ensino fundamental, sendo as atividades realizadas durante três sábados consecutivos, com duração de duas horas cada encontro, sobre a supervisão e orientação de um professor. Os dados construídos foram programas computacionais, material escrito, construções robóticas e gravações de vídeo das aulas. Todo o material utilizado eram *kits* da LEGO modelo 9793 *Mindstorms for Schools*, com o qual os alunos não tinham qualquer familiaridade.

A abordagem do assunto “gráficos” foi realizada por meio de um carrinho de LEGO, construído com a capacidade de levar o bloco de programação, sem motores, apenas deveria ter um sensor de giro para registrar o número de giros realizado pelo eixo das rodas. Esses dados registrados pelo sensor seriam necessários para plotar o gráfico resultante de simulações – fruto de empurradas, puxadas e descida de um plano inclinado – após a plotagem dos gráficos, foram feitos questionamentos, para verificar a capacidade de interpretação dos dados construídos. Outra atividade envolveu distância percorrida pelo carrinho levando em consideração o número de giros e o diâmetro da roda do carrinho. Essas foram apenas algumas atividades de um bloco de construção. Outras construções, como um carrinho com motor e um radar, possibilitaram explorar no mínimo sete questões em cada montagem.

Na segunda fase experimental, uma escola particular foi centro da investigação. Dessa vez o grupo de pesquisa teve alunos do nono ano do ensino fundamental e do primeiro ano do ensino médio. As montagens foram as mesmas aplicadas na escola pública, com algumas modificações quanto às atividades investigativas. No processo de registro das atividades, o que diferenciou essa fase foram os registros em vídeo do todo e de um grupo específico para uma análise mais detalhada segundo Fortes (2007).

Todo esse trabalho teve uma abordagem Matemática com foco na construção e interpretação de gráficos a partir de montagens robótica; não podemos esquecer também que Fortes (2007) introduz o conceito de grandeza, exemplificando tempo, espaço e velocidade. Concluindo seu trabalho sobre como as montagens robóticas podem agir no processo de interpretação de representação, pôde-se registrar que

[...] as dificuldades evidenciadas nos alunos quanto à interpretação de intervalos num mesmo gráfico foram superadas pelo Ensino Médio após a segunda atividade, pois os estudantes foram capazes de relacionar os intervalos constantes com o deslocamento do robô. A terceira atividade foi importante para evidenciar o tratamento dado pelos alunos quanto à noção de intervalos, entretanto percebemos que ao término das atividades alguns alunos da turma da 8^a série do Ensino Fundamental ainda não conseguiam analisar inclinações nos gráficos, pois as associavam à planos inclinados (FORTES, 2007, p. 96).

As montagens robóticas podem ser um instrumento de apoio à compreensão de modelos matemáticos, mas cabe muito ao mediador desse processo de construção superar as dificuldades que surgem no ambiente de ensino e aprendizagem com robótica, desde a desmotivação com estudo de um conteúdo por meio de montagens como também as limitações conceituais, ou seja, a robótica em si não educa.

Silva (2009), em sua dissertação de Mestrado, teve como tema de trabalho o uso de robôs no processo de ensino e aprendizagem, tendo como base metodológica e teórica para aplicação dos robôs a teoria sócio-histórica de Vygostky. Para tal, foram desenvolvidas oficinas para alunos do ensino fundamental, um *software* foi projetado para ser aplicado nas oficinas com a manipulação das montagens robóticas ou protótipos robóticos como foi definido pela pesquisadora. Todo esse trabalho iria refletir na aprendizagem, manifestar-se-iam na forma de habilidades ou competências, permitindo, assim, o surgimento de zonas de desenvolvimento proximal. Para Silva (2009, p.31), o ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional.

Para desenvolver a pesquisa, foi criado um ambiente de Robótica Educacional denominado Roboeduc²⁴, com um conjunto de peças e um *software* com o mesmo nome, cuja metodologia, segundo Silva (2009), valoriza as interações sociais entre os sujeitos, um ponto muito importante para as bases metodológicas de Vygotsky. O conjunto de peças que compõem o ambiente é oriundo do *kit LEGO Mindstorms*, devido “à facilidade de manuseio por crianças que ainda estão desenvolvendo a coordenação motora fina e grossa e também devido à diminuição no tempo de montagem em relação a outros *kits*” (SILVA, 2009, p. 4).

Já a escolha por construir um *software* para manipular os protótipos de robôs sabendo que já existem inúmeros outros, gratuitos e pagos, deve-se ao fato destes mesmos *softwares* exigirem certo grau de conhecimento em programação e funcionalidade de um robô. Procurando superar essa barreira, foi desenvolvido o *software* que atendesse desde um leigo em programação a um programador avançado.

A pesquisa de caráter qualitativo foi realizada em uma escola pública municipal com 42 alunos do ensino fundamental que estavam na faixa de oito a dez anos de idade; além dos alunos, participaram quatro professores da instituição. Para construir os dados da pesquisa, foram utilizadas “observação não estruturada, fichas de avaliação, discussões durante o planejamento das oficinas, as atividades desenvolvidas pelos alunos e entrevista com os professores” (SILVA, 2009, p. 6).

²⁴ RoboEduc nasceu como uma técnica de ensino, que consiste em juntar metodologias de educação e uma parte técnica (robôs e computação). (SILVA, 2009, p.53) Ou seja, temos mais que um conjunto de peças de um Kit Lego e um software com funções de programação e design de robôs. Outra característica do software também chamado RoboEduc é possuir condições de controle de um protótipo por meio do teclado e mouse.

As oficinas foram desenvolvidas de forma a mostrar o robô como algo real e que possui uma função para a sociedade; para fundamentar as construções robóticas, os participantes tinham que possuir conhecimentos que podemos considerar como base para construções de robôs mais complexos. Assim, o coletivo da pesquisadora trabalhou inicialmente máquinas simples (a alavanca, a polia, o plano inclinado, a cunha, a mola, as rodas e o eixo), torque, sensores, atuadores e transmissão de movimento.

Todas as atividades desenvolvidas contaram com recursos mediados pensando em trabalhar com a linguagem oral, escrita, infográfica, domínio de *softwares* e utilização de jogos. Isso favoreceria a construção de conceitos e exposição de material de autoria por parte dos alunos.

As atividades não abordavam somente conceitos de robótica e montagem e controle de protótipos, mas também conceitos já trabalhados pela escola em disciplinas como Matemática (Resolução de problemas de aritmética), Geografia (Leitura e localização em mapas, regiões do Rio Grande do Norte, Meios de transportes), e Português (Leitura e escrita de textos) (SILVA, 2009, p.88).

Durante as etapas de construção de conceitos necessários para as montagens, uma abordagem utilizada foi a imitação, “não uma cópia mecânica de um modelo, mas sim uma cópia ressignificada, quando surgirão questões relativas a subjetividade de cada criança” (SILVA, 2009, 79).

Vale destacar que o processo de imitação foi realizado primeiramente com o contato com um robô pronto em funcionamento, que, posteriormente, foi desmontado pelos alunos a fim de compreender seu funcionamento; depois de desmontar, foi solicitado que os alunos reconstruissem o robô, um importante ensinamento no processo de desenvolver um projeto. E, em segundo plano, os alunos realizaram uma montagem a partir de um manual, seguindo passos e utilizando o *kit* de robótica da Lego. No final, o aluno deveria desenvolver uma construção livre, sair de sua zona de conforto, fazer uso de seus conhecimentos construídos para desenvolver um modelo de robô que atendesse a um dado objeto, que, de certa forma, foi simples, ou seja, realizar um percurso. Por fim, foi trabalhada a programação dos protótipos.

Todo esse projeto, segundo Silva (2009), foi desenvolvido entre os anos de 2005 e 2007, em dois espaços físicos, sendo um o Laboratório NATALNET (DCA-UFRN)²⁵, destinado a reuniões e confecção dos recursos necessários a pesquisa e a sala de Leitura da escola municipal. Até então, a escola não dispunha de Laboratório de Informática, só veio a conseguir no ano de 2007, quando passou por uma reforma.

²⁵ <http://www.natalnet.br/>

A construção de sua tese foi realizada dentro do “Projeto Inclusão Digital com Robôs” da responsabilidade do Laboratório Natalnet, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ,sob certas condições e limitações físicas. Para não acarretar ônus aos alunos, em reunião com professores e direção, foi decidido que as oficinas aconteceriam no mesmo turno dos alunos selecionados a participar. Segundo Silva (2009), foram realizadas oficinas no biênio 2006/2007, com dois grupos de alunos; no segundo grupo, tinha-se a intenção de manter alguns alunos do ano anterior com mesmo nível de conhecimento em robótica, infelizmente não foi possível.

Seu trabalho, segundo Silva (2009, p. 95), culminou em uma peça teatral, em que máquinas e crianças eram os personagens de uma história real. A representação foi da invasão do bando de Lampião a cidade de Mossoró. Todo esse trabalho conseguiu atingir os objetivos da pesquisa, no entanto

Um fato observado é que a utilização de robôs no processo de aprendizagem ainda é uma tarefa de certa complexidade para o universo escolar, seja pelo seu custo, pela gama de novos conceitos inerentes a robótica, seja pela opção educacional de cada escola. Entretanto, com este trabalho, encontramos transformações nos saberes práticos e pedagógicos referentes à robótica, à aprendizagem, ao ensino e ao planejamento, à avaliação, aos alunos e ao desenvolvimento de *software* educacional. (SILVA, 2009, p. 106)

Maliuk (2009) relatou em seu trabalho de Dissertação a própria prática pedagógica com o uso de robótica nas suas aulas de Matemática. Ela realizou e registrou o projeto em uma escola municipal de ensino fundamental que tinha no programa curricular aulas de robótica utilizando *kit* da Lego. Também foi a professora selecionada para o curso de robótica oferecido aos professores da rede.

A pesquisa contou com a participação de quatro turmas de nono ano, que foram divididas em duas para desenvolver o projeto em dois anos. Todas as turmas participaram de atividades, sendo uma delas a central, o desenvolvimento de uma corrida de carrinho, pois

A partir do movimento do carrinho, analisamos trajetória, medimos distâncias, calculamos tempo. Construímos, compararmos e analisamos tabelas e gráficos. Programamos o carrinho para realizar os mais variados deslocamentos, com diferentes potências de motor, e calculamos a velocidade do carrinho para cada potência e cada percurso (MALIUK, 2009, p.77).

Nesse trabalho, outras atividades apresentaram potencial para investigação de conceitos matemáticos. No entanto, apenas algumas foram apresentadas e discutidas em sua pesquisa. A respeito de todas as atividades de robótica, Maliuk (2009) inferiu serem “apropriadas para desenvolver e aprofundar diversos conceitos matemáticos. Mas uma coisa

todas elas têm em comum: para estarem abertas às diferentes possibilidades de aprendizagens, apresentaram-se sempre como Cenários de Investigação” (MALIUK, 2009, p. 77).

A respeito de cenários de investigação e ambiente de aprendizagem podemos aprender que

Qualquer ambiente que pressupõe investigação é cercado por desafios, tanto para o professor quanto para o aluno. A saída não é fugir desses desafios, tentando retornar à “zona de conforto” e ao paradigma do exercício, com suas respostas exatas, mas desenvolver habilidades para atuar no novo ambiente. (MALIUK, 2009, p. 70)

A exposição da pesquisadora sobre Cenários de Investigação nos remete aos pensamentos sobre constituição de Ambientes de Aprendizagem do pesquisador dinamarquês Olé Skovsmose.

Encontramos então, no trabalho com robótica, um cenário promissor, com ações investigativas, que exigem do professor novas estratégias de trabalho. Algumas potencialidades da robótica no ensino, especialmente de Matemática, foram levantadas e discutidas por Moraes (2010). Vale comentar que essa pesquisadora teve em sua história várias influências e caminhos a seguir, que resultaram na construção de seu trabalho de Mestrado. É professora de Matemática e fez parte do desenvolvimento de uma revista de sua área de conhecimento, com intuito de publicar materiais pedagógicos para auxiliar professores no exercício da docência.

Na escola pública de centro, seu esforço em desenvolver novas práticas de ensino foi recompensado com um curso de especialização em TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) oferecido pela FURG (Universidade Federal do Rio Grande). O objetivo do curso era propiciar um ambiente de discussão entre os professores e investigação do trabalho de novas tecnologias na escola com a aprendizagem. Segundo Moraes (2010), esse curso estava vinculado a outro projeto denominado ESCUNA (Projeto Escola – Comunidade – Universidade), era uma parceria da FURG com a Prefeitura Municipal do Rio Grande.

O curso, segundo Moraes (2010), permitiu-lhe ampliar sua perspectiva sobre como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) podem contribuir na motivação dos estudantes e suas aprendizagens, auxiliando no desenvolvimento de novas práticas no ensino de Matemática.

Ainda assim, buscou mais formação e conhecimento no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências. Nesse mesmo período de formação continuada, a escola particular em que também era professora adotou em seu Projeto Político Pedagógico a Robótica

Educacional com uso de *kits* da LEGO. Essa postura da escola deve-se ao reconhecimento que o modelo educacional da LEGO proporciona, possibilidade de ter uma aprendizagem em que o aluno possa construir os seus conhecimentos a partir de recursos pedagógicos ou ferramentas tecnológicas (MORAES, 2010, p.23).

A experiência da pesquisadora permitiu reconhecer na robótica um indicador da potencialidade no ensino de Matemática, tornando-se seu objeto de estudo, cujo objetivo foi: “Investigar o uso da Robótica Educacional e sua contribuição para o conhecimento da Ciência, identificando as aprendizagens possíveis, pela observação e relato dos estudantes” (MORAES, 2010, p.25).

O grupo estudado por Moraes foi constituído por 28 alunos do oitavo ano (antiga sétima série) do ensino fundamental, que trabalharam robótica associada com conceitos de Matemática. A robótica era trabalhada na escola com

[...] a criação e montagem de um mecanismo, utilizando o *kit* LEGO, com participação efetiva do professor e de seus alunos em cada etapa. No intuito de desenvolver o raciocínio lógico, é utilizado um processo de mediação entre aluno e professor, com a intenção de melhorar as funções cognitivas dos alunos. Esse processo consiste em dirigir perguntas e trabalhar respostas de modo a desenvolver, corrigir ou aprimorar essas funções cognitivas, buscando a interação entre os sujeitos em aprendizagem. (MORAES, 2010, p.28)

Moraes (2010), durante o desenvolvimento das atividades com Robótica Educacional, registrou as ações dos alunos por meio de filmagens, fotografias, notas de campo, produções feitas pelos alunos e entrevistas com o grupo. Para ela, a utilização da robótica educacional favorece a criação de novas dinâmicas na sala de aula, de ambientes que estimulam a discussão e a troca de idéias, que incentivam a formulação das aprendizagens matemática. (MORAES, 2010, p.61)

Ao analisar as entrevistas, foi possível estabelecer três categorias a serem analisadas: Aprendizagens, Motivação e Socialização. As investigações se deram nas seguintes montagens: “Balança de dois Pratos, Robô Girafa e Ponte Levadiça”, que permitiram inferir no critério de aprendizagem, que:

Após a montagem, os alunos perceberam que os objetos que utilizaram para a pesagem possuíam formas geométricas diversificadas. [...] Para a formalização desse experimento, foi discutido, na sala de aula, o experimento realizado e estabelecida a relação com a equação de primeiro grau [...] (MORAES, 2010, p.85)

Todo esse trabalho, envolvendo saberes e práticas em sala de aula, permitiu a Moraes registrar e observar na práticas as potencialidades que a Robótica Educacional pode propiciar

ao ensino de Ciências e Matemática, principalmente “nas aprendizagens matemáticas, visto que estas foram fortemente destacadas, quando relacionado o conteúdo matemático com as atividades realizadas na sala da robótica” (MORAES, 2010, p.106).

Santos (2010) teve uma disciplina sobre robótica que o motivou a realizar sua Dissertação de Mestrado. Nesse pesquisa ele procurou compreender a relação do lúdico no trabalho educativo com Robótica Educacional e apresentou os seguintes questionamentos:

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

Santos (2010) convidou alunos do ensino médio para participarem do projeto, aos sábados pela manhã, no espaço físico de uma escola pública. Com os alunos que se dispuseram a participar, foi possível estabelecer grupos que fizeram sugestões de temas de projetos como: “uma aranha mecânica, uma casa giratória, um carro de brinquedo, um prédio com mecanismos de elevador e iluminação em um parque de diversão” (SANTOS, 2010, p.39).

Tendo em vista que a implementação dos projetos seria feita utilizando sucata, para o desenvolvimento, foi apresentado aos participantes o ambiente de programação LOGO²⁶. Durante o trabalho com uma versão do LOGO chamado MegaLOGO²⁷, o pesquisador registrou que nos diálogos dos alunos havia discussões matemáticas e a utilização de conceitos, como podemos observar:

Na reunião 10 (dez), os alunos ainda estão dando os últimos detalhes na casa, e surge daí a concepção Matemática, formas geométricas que são inerentes a todo projeto de Robótica, observe a seguir o relato de um aluno:

A28: Olha como essa praça ta bruta. Olha pegaram essa praça aqui do jeito da escola quando.., quando...

A28: O que você está fazendo A31?

A31: Com retas ainda

A28: Então parece um triangulo isósceles, até um quadrado perfeito.

A23 e A27: Um banquinho da praça (SANTOS, 2010, p.55-56)

²⁶ Linguagem de programação desenvolvida por Seymour Papert e Wally Feurzeig para crianças, jovens e até adultos.

²⁷ Versão baseada no LOGO e foi desenvolvido em 1994 por A. Blaho Tomacsányi para automação e controle de dispositivos robóticos.

Santos (2010, p.79) analisou o processo de construção dos protótipos de robótica e observou a presença das seguintes características do lúdico na sua prática educacional: “interesse, motivação, competição e discussão conceitual”. Além disso, para ele

A robótica educacional busca expandir o ambiente de aprendizagem, disponibilizando ferramentas, aumentando a gama de possibilidades, promovendo a integração de disciplinas e observando que os alunos podem vivenciar na prática o método científico através da simulação de protótipos. (SANTOS, 2010, p.12-13)

O pesquisador nos expõe em seu pensamento o potencial da robótica em constituir um ambiente de aprendizagem, onde tem-se possibilidade de trabalho com outras áreas de conhecimento e o acesso a mais ferramentas. Além disso, em seu trabalho, Santos vivenciou e construiu um ambiente de aprendizagem lúdico, utilizando as ferramentas disponíveis e uma abordagem metodológica para trabalhar com robótica.

Furletti (2010), por sua vez, procurou trabalhar conceitos matemáticos utilizando uma roda-gigante como instrumento robótico de investigação. Para a realização da pesquisa e construção dos dados foram selecionados, entre todos os alunos matriculados no segundo ano do ensino médio de uma instituição particular, um grupo que, segundo Furletti (2010), “tivesse capacidade para expressar e fornecer informações relevantes ao tópico a ser pesquisado e que apresentassem disponibilidade adequada de tempo”. Ele realizou um aprofundamento matemático de uma produção robótica. Tendo como meta de investigação:

Construir modelos robóticos baseando-se em conceitos geométricos e de atividade de design.

. Explorar tópicos matemáticos do ensino médio ao manipular modelos robóticos.

. Utilizar o *software* Slogo para a estrutura de algoritmos de controle dos modelos robóticos.(FURLETTI, 2010, p.12)

As atividades foram realizadas nas aulas de Matemática no momento destinado a trabalhar com robótica, tendo um Laboratório de robótica. Seguindo uma sequência didática

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

Todo esse trabalho utilizando sucata e material de baixo custo²⁸ e programação com o SLogo²⁹, permitiu inferir que

[...] os sujeitos possuíram condições para a modelagem de funções do primeiro e segundo graus, o que criou um momento favorável à interpretação de resultados e articulação dos conceitos matemáticos específicos para o processo de modelagem condizentes à capacidade cognitiva dos envolvidos.

Com os resultados obtidos, as conclusões da pesquisa convergem de forma favorável à manipulação de modelos robóticos como ferramenta auxiliar no ensino de conceitos matemáticos [...] (FURLETTI, 2010, p. 92).

Leitão (2010), em sua Graduação, teve a oportunidade de estagiar em uma instituição de ensino que estava iniciando a introdução da Robótica Educacional. Segundo relata o pesquisador, anos mais tarde ele passou a integrar o Departamento Pedagógico da Lego Educacional do Brasil.

Na Pós-Graduação, o trabalho da sua orientadora foi inspirador na escolha do tema de sua pesquisa, pois ela pesquisava como a Matemática poderia ser tratada de forma mais real do que é apresentada no modo convencional. Tanto que surgiu a ideia de desafiar alunos do ensino fundamental a realizar uma dança de robôs. A princípio, Leitão questiona se haveria realmente mobilização de conhecimentos matemáticos, embora, em suas experiências e observações ele tenha percebido o tratamento da Robótica Educacional muito no âmbito lúdico,

[...] ou como estratégia de marketing educacional, desvinculando essa atividade da formalização de objetos matemáticos e físicos. Existe, nos diversos modelos de atividades relativas à Robótica Pedagógica, uma Matemática oculta, não explicitada ou sistematizada. Essa camuflagem é própria do desenvolvimento da tecnologia (LEITÃO, 2010, p. 13-14)

Se a Matemática está no cotidiano, em processos de construção, produção, objetos e natureza, não podemos descartar que não haja Matemática nas construções robóticas de Leitão. E, na sua concepção,

[...] o Robô é um ser essencialmente matemático, a sua construção exige a manipulação de conceitos matemáticos. O aspecto matemático da construção do robô num ambiente de Robótica Pedagógica é parte do conjunto de regras de um jogo. Nesta pesquisa pretendemos tornar explícitas essas regras, os objetos matemáticos ocultos na construção dos robôs (LEITÃO, 2010, p. 14)

Para que tais objetivos fossem alcançados, um ambiente de atividades foi construído de forma que as questões matemáticas envolvidas no processo de construção e execução da

²⁸ Entre esses materiais se encontrava o *kit* POP1, adotado pela sua facilidade de uso, aquisição e custo. Esse *kit* é descrito por Furletti (2010, p. 48) como resultado da parceria Microkids e Grande Ideia Estúdio, com intuito de apoiar projetos com materiais alternativos e de fácil uso por leigos em eletrônica.

tarefa dos robôs fossem expostas pelos alunos. Adotando a metodologia do *design experiments*, o pesquisador selecionou cinco voluntários, alunos do nono ano do ensino fundamental de uma escola pública, para participar de cinco atividades envolvendo a construção de um robô na forma de carrinho, que culminariam na dança dos robôs. Essas atividades tiveram duração de 100 minutos cada.

O primeiro encontro foi de familiarização com o *kit* e programação, em que se construiu o robô desejado e realizou um desafio, programar o robô para percorrer determinada distância exata. Essa atividade teve início com medidas de distância e foi se ramificando para problemas de como transcrever esse valor na linguagem da máquina, nesse momento, a Matemática começou a ser mais usada: conhecimentos de círculo, circunferência, raio, para descobrir quantos giros o motor acoplado à roda faria.

Na segunda atividade os alunos tinham que fazer um trajeto simétrico a um desenho predeterminado. Para realizar a atividade, o grupo adotou como estratégia de resolução realizar manualmente um desenho e estabelecer os ângulos de giro e distâncias a serem percorridas, culminando em uma generalização.

Tendo as distâncias e ângulos identificados, Guilherme sugeriu que o robô efetuasse cada percurso, bastava multiplicar pelo valor do grau de rotação de motor localizado na atividade anterior. Nesta forma, o grupo faz uso do seu método geral. No caso da atividade, esta generalização não foi feita simplesmente para demonstrar um domínio de um determinado conceito matemático como frequentemente acontece na sala de aula usual, ela foi útil, foi construída para resolver um desafio. (LEITÃO, 2010, p. 57)

Na terceira atividade, foi cobrado o deslocamento do robô para um dado ponto de quatro outros pontos definidos; após estacionar em um dos pontos deveria encontrar seu ponto simétrico. Na atividade seguinte, também semelhante, determinava o ponto onde o robô deveria ir e depois exigia que encontrasse o seu simétrico, claro que, em relação a atividade anterior, o tapete de atividade não tinha traçado os caminhos.

Para finalizar o conjunto de atividades, foi solicitado que dois robôs realizassem uma dança, com base nos conhecimentos e estratégias. Para resolver os desafios anteriores, o grupo construiu uma estratégia de passos a serem executados pelos robôs. Nesse momento, fizeram uso de sensores de luz, mas, infelizmente, as marcas feitas para serem lidas pelos robôs não foram suficientes; posteriormente, o pesquisador solicitou aos alunos que reproduzissem o que os robôs deveriam ter feito.

De maneira geral, apesar do inconveniente final, a atividade confirmou as hipóteses iniciais sobre o uso de conceitos relativos à simetria e a reflexão.

²⁹ Versão gratuita de LOGO em português desenvolvida pelo Nied da UniCamp.

Esses conceitos emergem empiricamente no elaborar da coreografia, provocado provavelmente pelo modo na qual as atividades anteriores foram propostas (LEITÃO, 2010, p. 72).

Todas essas atividades foram registradas em filmagens para análise posterior. Leitão (2010) contou com pouco material escrito, mas foi possível determinar três estratégias com essência Matemática, sendo elas a matematização do artefato e desafio, em que os sujeitos procuram encontrar suas respostas e informações no ambiente e no próprio robô para se resolver o problema; a generalização matemática, ou seja, com base no que já sabem ou aprenderam foram capazes de generalizar situações e, por fim, a ultima estratégia observada pelo pesquisador foi a capacidade de resolver um problema abstratamente, sem recorrer ao objeto ou ambiente real, uma característica puramente Matemática. Ele queria estudar o quanto o trabalho educativo com robótica pode ser lúdico no desenvolvimento de atividades de resolução de problemas.

O lúdico, para esse pesquisador, tem Vygotsky como base. Ele entende que a robótica está intimamente ligada ao brinquedo e que, dessa forma, o brinquedo ou robô é 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.

Na síntese deste capítulo, observamos que a pesquisas em programas de Pós-Graduação envolvendo a temática de Robótica Educacional, não estão concentradas em uma única região ou grupo de pesquisa. A maioria das pesquisas foi realizada nas regiões Sudeste e Sul. No entanto, encontramos pesquisas desenvolvidas nas regiões Nordeste e Centro-Oeste.

Dos trabalhos disponíveis para análise até o momento, um dos primeiros foi de Chella (2002), pela Universidade de Campinas na Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. Os trabalhos seguintes foram produzidos em pós-graduações em Ciências da Computação, Engenharia de Produção, Educação Matemática, Educação, Ciências e Engenharia Elétrica, Ciências e Comunicação, Ensino de Matemática, Educação e Ciências, Matemática³⁰ e recentemente Ciências e Matemática.

A temática de Robótica Educacional foi geralmente proposta por alunos de Pós-Graduação que tiveram formação em Robótica Educacional, em cursos de formação inicial ou continuada, ou por professores que atuavam em firmas ou escolas que possuíam projetos dessa natureza.

De todos os trabalhos mencionados neste capítulo, as aplicações e observações foram tanto em espaços da escola pública, quanto particular, do ensino fundamental até o Ensino

³⁰ Única dissertação de mestrado em Matemática e desenvolvida em Portugal, na cidade de Madeira.

Superior. Nas instituições particulares, os projetos, em sua maioria, aconteceram no extraturno; já os projetos nas escolas públicas foram realizados no horário de aula, por terem a robótica como parte do currículo, com exceção de duas pesquisas (Santos, 2010b) e Fortes, 2007), que foram realizadas no extraturno aos sábados. Já os projetos desenvolvidos no Ensino Superior ocorreram no espaço das aulas, dentro de uma disciplina específica de um determinado curso de Graduação.

Nas pesquisas analisadas, foram construídos projetos de robôs com diferentes perspectivas. Observou-se duas possibilidades de se produzir os robôs: uma, utilizando *kits* produzidos para essa finalidade e outra, em que foram utilizadas sucatas e partes eletrônicas. Entendemos que a escolha do material para a produção do robô tenha ocorrido em consequência do contexto em que a pesquisa foi realizada.

Um material muito presente no levantamento dessas pesquisas foi a variação de maletas do *kit* da LEGO [maleta 9654 (Ciência e Tecnologia na Infância), maleta 9630 (Mecanismos Simples e Motorizados), maleta 9793 (Lego Mindstorms para escolas)].

As construções em que não se utilizam *Kits* para a produção dos robôs são denominadas de robótica livre, por utilizarem uma grande variedade de materiais, desde sucata oriunda de eletrônicos velhos e descartados, como também placas controladoras como a GoGo, o *Kit* POP1 e *kit* Super Robby.

Por fim, a constituição dos ambientes diversos de trabalho com a robótica educacional eram caracterizadas como sendo ambientes físicos ou virtuais que poderiam proporcionar a aprendizagem.

Na Matemática é possível definir alguns referenciais que permitem construir alguns ambientes de aprendizagem, dentre esses referenciais temos:

Primeiro, questões e atividades matemáticas podem-se referir à Matemática e somente a ela. Segundo, é possível se referir a uma semi-realidade não se trata de uma realidade que “de fato” observamos, mas uma realidade construída, por exemplo, por um autor de um livro didático de matemática. Finalmente, alunos e professores podem trabalhar com tarefas com referências a situações da vida real (SKOVSMOSE, 2000, p.74).

Skovsmose (2000) apresentou esses referenciais dentro da Matemática e afirmou que, de acordo com a abordagem de trabalho do professor, seja por meio de exercícios ou de cenários investigativos, teremos então, diferentes ambientes de aprendizagem. O que podemos filtrar dessa informação é que todo contexto da escola pode ser considerado um ambiente de aprendizagem. No entanto a abordagem do professor, o interesse do aluno e o envolvimento

com a atividade é que definirão o caráter do ambiente, ou seja, se é um ambiente de exercício ou um cenário de investigação.

Um cenário para investigação é aquele que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações. O convite é simbolizado pelo "O que acontece se...?" do professor. O aceite dos alunos ao convite é simbolizado por seus "Sim, o que acontece se...?". Dessa forma, os alunos se envolvem no processo de exploração. O "Por que isto...?" do professor representa um desafio e os "Sim, por que isto...?" dos alunos indicam que eles estão encarando o desafio e que estão procurando por explicações. Quando os alunos assumem o processo de exploração e explicação, o cenário para investigação passa a constituir um novo ambiente de aprendizagem. No cenário para investigação, os alunos são responsáveis pelo processo (SKOVSMOSE, 2000, p.73).

Se os cenários de investigação são construídos dentro do contexto da escola, de modo a posicionar o aluno ativamente no processo de aprendizagem, a Robótica Educacional de acordo com a abordagem escolhida, poderá ser, além de um ambiente de aprendizagem, um cenário investigativo, dependendo do convite que seja proposto e aceito na forma de projeto.

O ambiente de aprendizagem de robótica propicia uma forma mais contextualizada. Manipulação do robô em simulação ou robô real é realizado no mesmo ambiente. Isto faz com que as comparações entre simulação e ensaio real sejam mais significativas (PEIXOTO *et al.*, 2010, p. 5).

Assim, a constituição de um ambiente de aprendizagem na robótica tende a um paradigma de investigação. Mas não podemos esquecer que a constituição de um cenário de investigação dependerá do convite, assim esclareceu Skovsmose (2000).

Ambientes de aprendizaje se refiere a las circunstancias que se disponen (entorno físico y psicológico, recursos, restricciones) y las estrategias que se usan, para promover que el aprendiz cumpla con su misión, es decir, aprender. El ambiente de aprendizaje no es lo que hace que un individuo aprenda, es una condición necesaria pero no suficiente. (COLORADO, 2005, p.2)

De acordo com Colorado, ambientes de aprendizagem são mais que estruturas físicas, mas também metodológicas. Assim, a constituição de um ambiente de aprendizagem com robótica deve ser pensada na condição de espaço com as ferramentas físicas ou virtuais necessárias em que os sujeitos do processo de ensino aprendizagem estejam em condições para ensinar e aprender.

Ou seja, o aluno tenha interesse pela aprendizagem, pelo objeto em estudo e o educador utilize seu conhecimentos sobre as ferramentas e metodologias de trabalho para proporcionar um ambiente de aprendizagem. O caráter investigativo, o lúdico e o exercício são cenários, com seus pontos positivos e negativos. Cada qual contribui na construção de

conceitos bem como na relação dos novos conceitos com os antigos, caracterizando assim, a aprendizagem significativa.

Pensando nesse sentido, nosso projeto de robótica na escola pública procurou constituir um ambiente de aprendizagem cujos os projetos proporcionassem discussão e socialização de saberes. Gravina e Santarosa (1998, p.7) expõe que os ambientes informatizados são os que “dão suporte aos objetos matemáticos e as ações mentais dos alunos, e que portanto favorecem os processos imbricados de construção de conhecimento matemático e de desenvolvimento de estruturas cognitivas.”

A literatura científica dos últimos anos, nomeadamente alguns estudos portugueses, tem revelado que o gosto, a confiança e a motivação para aprender e utilizar a matemática com competência estão muito relacionados com o ambiente em que a aprendizagem ocorre (SOUZA, 2005,p.35).

A autora ainda complementa expondo que a constituição de um ambiente de aprendizagem dependerá muito do envolvimento dos alunos e dos professores no trabalho. Além disso, motivar o aluno a investigar, conjecturar e debater o conhecimento deve fazer parte da constituição deste ambiente, “em que alunos e professor estejam atentos ao pensamento e raciocínio uns dos outros e funcionem como membros de uma comunidade matemática” (SOUZA, 2005, p. 37). Essa consistirá em nossa compreensão de ambiente de aprendizagem voltado para o projeto de robótica.

Assim, constituímos uma visão da robótica educacional 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 individuo a pensar coletivamente e fazer do seu consumo (conhecimento e informação) um processo de produção e autoria.

No próximo capítulo apresentaremos a metodologia de pesquisa sobre o trabalho do grupo no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem com Robótica Educacional. Além disso, será apresentado o local onde foi realizado o projeto e os sujeitos cujos os dados serão analisados.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

OS CAMINHOS DA PESQUISA

“A constituição do sujeito é um processo histórico complexo que envolve, ao mesmo tempo, uma dimensão externa e contextual, uma dimensão interna referente a indivíduos e grupos e também uma dimensão singular, configurada a partir das duas anteriores. Podemos denominar de subjetiva essa dimensão singular que constitui grupos ou sujeitos.” Cunha (2000, p.139)

2.1 Pesquisa qualitativa

Este projeto caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa. Segundo Rey (2005, p. 105) a pesquisa dessa natureza é “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”

Por ser uma pesquisa qualitativa com referência em Rey (2005, p. 5), este trabalho baseia-se na epistemologia qualitativa, que 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.

Quando decidimos realizar a pesquisa e caracterizamo-la como sendo qualitativa, tínhamos como referência outros pesquisadores na área de Educação, que realizaram seus estudos como sendo qualitativos e tendo como referencial Fernando L. González Rey. Ao buscarmos compreender sua literatura, um ponto chamou muito a atenção: sua definição de pesquisa qualitativa era baseada na epistemologia qualitativa desenvolvida por ele mesmo. Em síntese, a epistemologia qualitativa tem um caráter diferente de pesquisa, em que a subjetividade é o fator relevante na análise dos dados e definido por Rey (1996) como:

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

Assim, a pesquisa qualitativa procura inserir 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 estudado. A pesquisa qualitativa tem o desejo de gerar um cenário de reflexões cujo maior objetivo é a

criação de modelos teóricos ricos sobre a realidade estudada. A respeito da investigação qualitativa, Rey (2003) entende que ela:

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

A realização de um projeto voltado para os alunos no cotidiano da escola é uma oportunidade de dar voz aos principais sujeitos para quem o projeto foi pensado. Silva (2011), em sua Dissertação de Mestrado, mostrou bem esse olhar, dando voz aos alunos, pois ela esclarece que é

[...] importante trazer à discussão como esses alunos se significam, como se percebem, como se veem participando de uma classe na qual, pelo menos teoricamente, todos se encontram na mesma situação. Como concebem o fato de terem sido separados; o que pensam sobre os fatores que contribuíram para essa condição de distorção que hoje se encontram; quais são suas expectativas, perspectivas e sonhos; qual a importância dos estudos e da escola de forma geral, para sua vida; o que têm a dizer sobre sua trajetória escolar [...] (SILVA, 2011, p. 239)

Procuramos, 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 Educacional no ensino fundamental de uma escola pública de Uberlândia.

Pacheco (2011), ao falar da escola – o mesmo universo de pesquisa dela e nosso – apresentou uma tabela na qual informava que o nono ano tinha ao todo 100 alunos, logo era impossível em uma única tarde atender com qualidade a todos. Mais dias na semana não eram possíveis, por dois motivos principais: não havia horário disponível no Laboratório de Informática, além de a professora de Matemática ter, em sua dupla jornada de trabalho, apenas a quinta-feira para o projeto. Assim, decidimos contemplar o máximo de alunos durante o ano, realizando um processo de seleção dos interessados para participar do projeto durante o primeiro semestre de 2010 e outro grupo de alunos para o segundo semestre.

No entanto, a CEP da UFU somente autorizou o projeto de pesquisa a partir do segundo semestre de 2010. Levando em consideração a autorização e as normativas da CEP, realizaremos a análise dos dados produzidos durante o segundo semestre de 2010, mas a história que culminou na construção dos dados do segundo semestre será relatada desde 2009, sem ferir o código de ética, pois consideramos importante informar como foi a evolução do projeto. Assim, a seguir, realizaremos uma apresentação dos sujeitos que participaram de

forma voluntária e autorizada pelos seus responsáveis de treze dias de atividades realizadas durante um semestre.

Para participar do projeto, adotamos como processo seletivo uma produção dos alunos em resposta à seguinte pergunta: “Por que quero participar do Projeto de Robótica Educacional?”. Entre as selecionadas podemos destacar uma:

Olha eu gostaria muito de participar do projeto de robótica, porque com ele eu vou aprimorar as coisas que eu ainda não sei.

E eu gosto muito de aprender coisas novas para talvez, até ensinar para meus amigos e para meus irmãos.

Eu creio que se eu fizer esse projeto eu irei aprender mais sobre a tecnologia e isso irá me ajudar muito em Matemática e Física no ano que vem. E é muito bom você criar um robô, e depois de feito e falar, “que foi você quem fez” e sem falar que você usa seu raciocínio, sua criatividade e sua inspiração. Eu agradeceria muito se vocês me escolhessem. (JUSTIFICATIVA DE UM ALUNO EM RELAÇÃO A QUESTÃO UTILIZADA PARA SELECIONAR PARTICIPANTES)

Juntamente com essa questão aplicamos um questionário sobre os seus conhecimentos em tecnologias educacionais, buscando conhecer um pouco mais os sujeitos interessados em participar do projeto. O número de sujeitos que participaram das atividades durante o segundo semestre foi de 34 alunos, tendo entre doze e quinze anos de idade, cursando o nono ano do ensino fundamental.

Desse grupo de alunos, 32 possuem computador em casa, apenas dois não o possuem. Mas, isso não impede que todos tenham acesso à *Internet* em vários locais, sendo o principal em casa, como pode ser melhor observado na Figura 1. Destacamos que os resultados quantitativos que serão apresentados nesta pesquisa não restringiram o aluno a responder apenas uma opção.

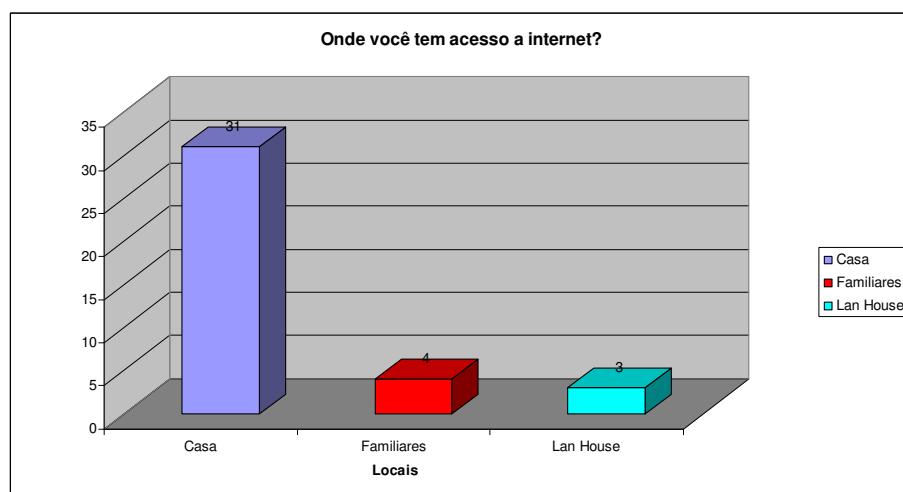


FIGURA 1 Gráfico da questão “Onde você tem acesso à Internet?”

Além disso, esse grupo de alunos utiliza o computador para entretenimento, principalmente pesquisas, acesso a rede sociais, conversas via programa de mensagens instantâneas, jogos, visualização de vídeos, para adquirir novos conhecimentos, trabalhar com editores de áudio, vídeo e imagem (Figura 2).

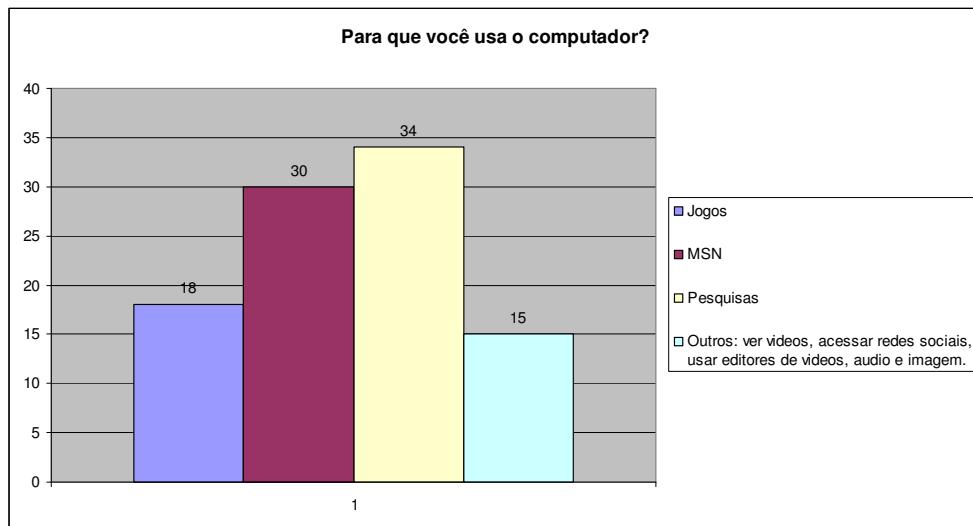


FIGURA 2 Gráfico da questão “Para que você usa o computador?”

Os resultados do gráfico nos apontam que seu uso maior são pesquisas, podendo ser tanto para trabalhos escolares, como curiosidades diversas. Um dado interessante é que poucos se lembraram das redes sociais, mas não significa que não se comuniquem com amigos pela *Internet*.

Quando questionados sobre o tipo de editores computacionais que dominam, os editores de texto, apresentação e planilha foram marcados pela maioria, mas outros editores de imagem (*Corel Draw, Photoshop*) e vídeo (*Movie Maker*) foram mencionados por apenas dez sujeitos. Considerando a totalidade, aproximadamente 29% apresentam domínio mais avançado, além das ferramentas básicas de um sistema operacional, sendo esses os mais próximos de dominar uma linguagem de programação.

Não significa que os demais não consigam, mas ainda estão em processo de quebrar o medo da tecnologia, como, por exemplo, arriscar-se e tentar instalar um *software* sem auxílio de um adulto, técnico ou até mesmo de tutoriais. Tivemos 50% dos alunos dependentes de algum recurso de apoio.

Os sujeitos participantes do projeto, nesse segundo semestre, constituem um grupo de 34 de alunos, entre os quais, dezenove possuem o seguinte comportamento durante uma pesquisa escolar: procuram buscar fontes diferentes dos livros impressos. Esse novo reflexo

pode ser atribuído a *Internet*, por gerar uma mudança de hábitos, pela sua variedade de informação atualizada e instantânea. É um caminho curto para as respostas, mas, perigoso, se o usuário não possuir uma orientação adequada de como utilizar a *Internet* e estudar por meio dela. É nesse momento que uma educação digital deve ser consolidada em projetos ou práticas educativas no cotidiano da escola.

Ao todo, os alunos que participaram do projeto apresentaram conhecimentos em Informática mais que suficientes no desenvolvimento das atividades de robótica. Algumas substituições e desistências foram feitas no início do curso, por razões de incompatibilidade de horário com outras atividades extra curriculares, mantendo até o final do projeto 34 alunos. Enfim, no grupo que permaneceu, cada um dispôs seus conhecimentos técnicos e de vida em prol do coletivo.

Para, Ludke (1998), um dos grandes desafios para a pesquisa educacional é realizar pesquisas dentro das escolas e trabalhar mais de perto com os professores e alunos na busca de soluções para os problemas vivenciados no cotidiano. Esta pesquisadora defende ainda que:

Nesse contexto, reivindico a formação do professor pesquisador como aquele profissional que ao optar pela luta (que é fundamental) coletiva por alternativas e comprometidas com a especificidade do valor do trabalho docente e como uma Educação que fomente nas crianças a potencialidade de inventar e lançar as bases de um mundo diferente daquele anteriormente esboçado, seja capaz de engajar na busca de uma Pedagogia e de uma escola que consigam trabalhar nesse meio adverso (LUDKE, p. 41-42).

Esta pesquisa teve início dentro dos trabalhos de robótica do ano de 2009 do projeto Robótica Educacional aprovado e financiado pela PROEX por um período de um semestre. Esse mesmo projeto nesse período foi aprovado pela FAPEMIG, permitindo assim dar continuidade à pesquisa sobre robótica.

A escola onde foi desenvolvido o projeto de robótica foi sugerida e apresentada por uma professora do Centro de Estudos e Projetos Educacionais do município de Uberlândia, por conhecer a instituição e a professora de Matemática regente. A escola é localizada em um bairro da zona norte da cidade de Uberlândia e atende o próprio bairro e os bairros próximos.

O nosso processo de produção dos dados ocorreu, praticamente, no cotidiano de uma escola pública. Segundo Cunha (2000, p. 22): “o cotidiano da escola, espaço de produção do professor, é uma dimensão da história que se constitui numa totalidade aberta e que possui alguns atributos interessantes [...]”. Segundo essa pesquisadora ainda: “Tais possibilidades permitem significar e transformar as práticas educativas. No dia a dia da sala de aula, o

desafio que professores e alunos enfrentam é torná-la um espaço de aprendizado” . Entendam que ao utilizamos o termo cotidiano escolar corroboramos com Muniz (2006):

O cotidiano escolar, entendido como movimento, por isso, flexível e dinâmico, permite compreender que os sujeitos nele envolvidos são os que conferem tais características ao mesmo. São as relações sociais que constituem a tecitura do cotidiano escolar, o que, por sua vez, também constitui os sujeitos: entre grupo, sub-grupos e sujeitos, há uma relação de mútua e variada influência (MUNIZ, 2006, p.34-35).

De acordo com Pacheco (2011), a escola foi criada pelo Decreto Municipal Lei 5.430 de 16 de dezembro de 1991, inaugurada em quatro de fevereiro de 1992, sendo o seu funcionamento autorizado pela portaria 1111/92 e pelo parecer 844/92. Segundo consta no portal da escola, ela recebeu seu nome em homenagem a um advogado, professor e também consultor jurídico da Prefeitura Municipal de Uberlândia.

O portal da escola é padrão na rede municipal, informa sobre proposta pedagógica, história da instituição, projetos desenvolvidos na escola, entre outras informações. É um espaço do professor, aluno e comunidade. Cada escola fomenta o seu *site*. O projeto de robótica ganhou no portal da escola um espaço próprio³¹, pois era um projeto da escola, um trabalho da escola. Nesse espaço, havia informações sobre o projeto e o coletivo que o compunha, além de um vídeo informativo³² que resume o que fizemos durante as atividades no ano de 2009.

Ainda no portal da escola é informado que o público a ser atendido quando criada a instituição era para ser de até 2100 alunos em três turnos, sendo que, na inauguração, com a implantação imediata de todas as séries do ensino fundamental (primeiro ao nono ano), os três turnos, atenderam 1890 alunos. Tendo uma estrutura inicial de dezessete salas de aulas, biblioteca, sala de professores, vídeo, Laboratório de ciências, refeitório, banheiros e uma quadra poliesportiva.

No ano de 2010, a escola tinha matriculados 1.154 alunos dos quais 584 estudam no turno da manhã e 570 no turno da tarde (PACHECO, 2011, p. 70). Outros espaços físicos no decorrer dos anos foram agregados à escola. Atualmente, ela possui os seguintes espaços físicos:

[...] biblioteca, secretaria escolar, sala da direção, sala de pedagogas, um Laboratório de ciências, sala dos professores com banheiro, uma sala de

³¹ Disponível em: <http://www5.uberlandia.mg.gov.br/pmueduca/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=sergio_oliveira&idConteudo=14339&lang=pt_BR&pg=5047&taxp=0&>>. Acesso em 30 de jul 2011.

³² Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=0C_Hfd6rSlA&feature=player_embedded>. Acesso em 30 de jul 2011.

módulos para professores, uma para o Atendimento Educacional Especializado/AEE (SRM), pátio com banheiros, uma cozinha, área de serviços com banheiros, uma quadra coberta, um quiosque, um espaço para arteterapia e psicomotricidade (setor do AEE) e o Laboratório de Informática (PACHECO, 2011, p. 69)

Além disso, a escola (FIGURA 3) possui um setor de reprografia. A estrutura do prédio central é de dois andares; no primeiro andar se encontra o refeitório, banheiros, sala da direção, biblioteca, secretaria, sala de professores, sala de Atendimento Educacional Especializado e no segundo andar as salas de aula, Laboratório de ciências. Demais espaços se encontram nas mediações do prédio central.

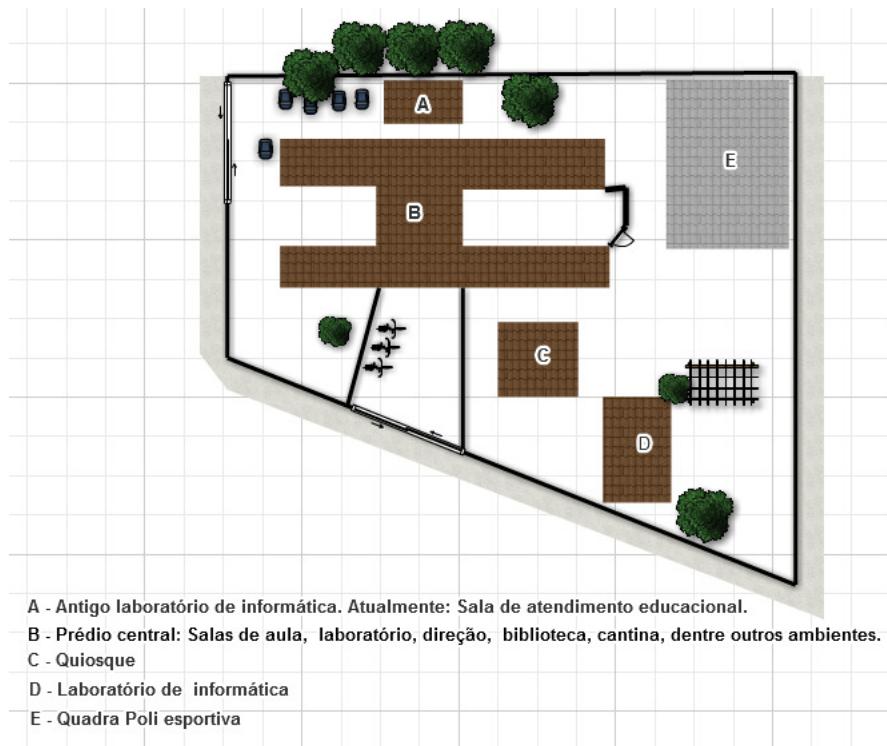


FIGURA 3 Representação da escola

Segundo Pacheco (2011), a escola possui um quadro de profissionais, em sua maioria, efetivos, favorecendo na formação de um corpo docente conhecedor da realidade e da necessidade dos alunos; além disso, ela explicita que, dos 97 profissionais da área pedagógica, entre eles pedagogos e professores, 28 são profissionais contratados e quatorze estão em processo de readaptação.

Além de oferecer o ensino fundamental do primeiro ao nono ano, a escola possui projetos pedagógicos desenvolvidos com os alunos no contraturno, sendo alguns deles desenvolvidos em parceria com outros setores ou instituições.

Entre eles, citamos aqui o projeto Robótica Educacional desenvolvido por uma professora de Matemática do 6º ao nono ano em parceria com alunos da

pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia e o projeto de teatro LÊCRIARTE, organizado por uma professora de primeiro ao 5º ano (PACHECO, 2011, p. 71-72)

Assim, a escola foi o centro das atividades do projeto de Robótica educacional, em parceria com a professora de Matemática. Os espaços utilizados dentro da escola para o desenvolvimento das atividades foram o Laboratório de Informática (FIGURA 3), o quiosque e a quadra poliesportiva.

Além do espaço físico da escola, também marcamos presença na “XV Ciência Viva 2010 Tecnologia e Inovação” com o estande de Robótica Educacional. Sem contar que, durante as atividades do projeto de robótica, os alunos tiveram um passeio pelo Museu de Ciências - Diversão com Ciência e Arte (DICA) na Universidade Federal de Uberlândia, localizado no bloco do Instituto de Física. O museu possui experimentos que facilitam a compreensão do conhecimento científico de forma prática.

Dado o passo inicial da pesquisa e obtida autorização da escola para registro dos dados/pesquisa (ANEXO I), iniciamos o procedimento seguinte, submeter o projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP)³³ da UFU que avaliou e aprovou (ANEXO II) a execução da construção dos dados na escola. Assim, iniciamos a execução dos registros dos dados tendo já coletado o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, com versão aluno (ANEXO III) e responsável (ANEXO IV), para participar das atividades. Um terceiro termo de autorização (ANEXO V) também foi solicitado, seguindo um modelo utilizado na rede municipal.

Assim, esta pesquisa procurou compreender o processo de constituição de um ambiente de aprendizagem com o uso da robótica do segundo semestre de 2010³⁴ com alunos do nono ano do ensino fundamental. Para tanto, utilizamos para registrar os dados: fotografias, filmagens, questionários, documentos produzidos pelos alunos, entrevistas e registros de campo. Entre esses, materiais como fotografias, vídeos e áudio serão destruídos após análise conforme instrui a CEP. Além disso, em qualquer publicação³⁵ sempre se preservará a identidade dos sujeitos da pesquisa.

³³ <<http://www.comissoes.propr.ufu.br/CEP>> Acessado em 20 de jun 2011.

³⁴ Como já mencionado anteriormente, os dados autorizados pela CEP para análise serão apenas do segundo semestre de 2010.

2.2 Instrumentos para registro de dados

2.2.1 Fotografias

Ao adotarmos a fotografia como recurso de registro de dados, embasamo-nos no pensamento de Duarte e Barros (2008), que afirmam que a fotografia é:

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

Se, como é dito popularmente, uma imagem vale por muitas palavras, o que desejamos é expressar e registrar momentos, atitudes, expressões e produções intelectuais dos alunos. A fotografia, durante o projeto, foi mais um olhar, o registro de determinados momentos, sob a visão daquele que fotografa.

Dessa forma, entendemos que a fotografia tem sua mensagem subjetiva, que expressa características importantes do olhar do pesquisador e, ainda mais, expressa quem é o pesquisador. Essas informações foram traduzidas e interpretadas de modo que os leitores entendessem o que o fotógrafo pretendia comunicar.

2.2.2 Filmagens das Atividades de Robótica

As filmagens³⁵ das atividades educativas foram realizadas a fim de registrar informações relevantes, que, porventura, não tivessem sido feitas pelo pesquisador e observador sob a forma de notas de campo. As filmagens, além de recordarem momentos da aula, registram falas, questionamentos, reflexões e expressões dos alunos que o observador/pesquisador não conseguiria registrar em tempo hábil ou que, possivelmente, perderiam algo da essência caso fossem descritas em palavras. Todas essas informações são relevantes na análise dos dados.

³⁵ Em artigos ou trabalhos de caráter científico (teses, livros, dissertação, revistas).

³⁶ Para registrar e construir esse banco de dados, utilizamos uma webcam acoplada a um notebook que capture áudio e vídeo em alta definição e uma filmadora digital. Assim, era possível filmar o todo e o particular ao mesmo tempo.

É preciso pensar principalmente na linguagem de comunicação possível que a câmera pode nos proporcionar, como nos movimentos de *zoom in* e *zoom out* que são:

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

Percebiam as possibilidades que o vídeo pode oferecer. Ao analisar a linguagem visual presente nesse meio deve-se levar em conta uma espécie de “infrassaber”, isto é, o conhecimento e compreensão das características discursivas da grande narrativa em que aquele registro visual se insere (DUARTE e BARROS, 2008).

Além disso, podem-se retirar imagens estáticas que não foram possíveis com a fotografia naquele dado momento, no calor das ações, muitas informações se perdem, o vídeo torna-se o registro do momento que pode ser analisado.

2.2.3 Questionários

Já os questionários são instrumentos de registro de dados constituídos por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador (LAKATOS; MARCONI, 1982, PÁDUA, 2004.)

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

O uso de questionário é também um suporte a questões não esclarecidas nas análises de vídeos, fotos e demais registros. Aplicamos dois questionários, um no início (ANEXO VI) do projeto e outro no fim (ANEXO VII). O questionário inicial (Q.01) do projeto teve como objetivo conhecer informações socioculturais dos alunos interessados em participar do projeto. Já o questionário final (Q.02) teve como objetivo entender como foi o processo de aprendizagem com robótica, de modo a colaborar com a formulação de futuras práticas educacionais envolvendo robótica.

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

2.2.4 Documentos produzidos pelos alunos

A pesquisa documental é “aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não-fraudados)” (PÁDUA, 2004, p.68). Esses documentos podem ser de fontes primárias, provenientes do próprio autor, ou secundárias, resultante do olhar de outras pessoas.

Ampliamos mais ainda o sentido de documento para qualquer registro ou produção intelectual fruto do indivíduo no meio social que possa ser analisada e estudada. Os documentos que os alunos podem produzir no projeto são robôs, desenhos e pensamentos escritos. Um recurso muito utilizado para registrar as produções dos alunos foram os *blogs*.

Tínhamos um *blog* central no qual podíamos disponibilizar materiais de referência e orientações para construção dos projetos. Cada grupo tinha seu próprio *blog*, cujo acesso era apenas dos membros do grupo e dos mediados do projeto. Os *blogs* dos alunos foram a maneira de registrar suas impressões e saberes sobre as atividades, além de ser um ambiente de autoria pessoal do grupo.

2.2.5 Entrevistas

Ao adotarmos a entrevista como recurso de construção de dados, entendíamos a sua importância em registrar dados não documentados, no entanto,

Deve-se levar em consideração que a entrevista tem suas limitações; dependendo da técnica a ser adotada, os entrevistados podem não dar as informações de modo preciso ou o entrevistador pode avaliar/julgar/interpretar de forma distorcida as informações obtidas.

Por outro lado, a entrevista, como um dos procedimentos mais usados em pesquisa de campo, tem suas vantagens como meio de coleta de dados: possibilita que os dados sejam analisados quantitativa e qualitativamente, [...] (PÁDUA, 2004, p.70)

Além disso, o uso das entrevistas neste projeto tem objetivos de averiguação de “fatos”. Ou seja, se estão de posse de determinados conhecimentos e são capazes de compreender, de determinar suas opiniões sobre tais “fatos” e principalmente conhecer a conduta atual ou do passado, entender o comportamento durante o projeto e os conhecimentos acerca das atividades (LAKATOS; MARCONI, 1982, p.70).

Todas as entrevistas buscaram resgatar informações que não foram, de certa forma, esclarecidas ou contempladas nos questionários e vídeos. Entendemos que uma entrevista deva proporcionar um ambiente de conforto a quem é entrevistado. Portanto, para atingir os objetivos previstos, realizaremos uma entrevista de tipo semiestruturada, em que foi organizado um conjunto de questões sobre o projeto, estando livre a buscar/investigar assuntos que vão surgindo no decorrer da entrevista (PÁDUA, 2004, p. 70).

As entrevistas seguiram normas de elaboração que são: contato com o entrevistado, formulação prévia das perguntas (ANEXO VIII) e aprovação pela CEP. Para realizar as entrevista, foi disponibilizada a biblioteca, tornando-se um ambiente confortável e permitindo que o entrevistado ficasse à vontade. As gravações das entrevistas foram com gravador digital e, por segurança, utilizamos simultaneamente o registro em vídeo, por meio de uma *webcam*³⁷.

A respeito da análise de entrevistas Szymanski, Almeida e Prandini (2002, p. 71-72), esclarecem que esse processo conduz à explicação da compreensão do fenômeno pelo pesquisador. Explicam que: “Ao selecionar a entrevista como seu procedimento de produção de dados o pesquisador deve estar atento não só a fala de seu entrevistado, mas também ao seu meio”.

2.2.6 Notas de campo

Quanto ao último recurso utilizado na pesquisa, Lakatos e Marconi (1982) definem que observação é

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

³⁷ O uso de uma webcam e não uma filmadora é pela discrição, ou seja, pela sua capacidade de ser posicionada no ambiente e durante a entrevista não chamar a atenção afetando a entrevista, não deixando o entrevistado retraido.

Dessa forma, de todos os recursos a serem utilizados nesta pesquisa, um ainda muito útil é o registro fruto da observação do pesquisador inserido no campo de pesquisa. Esses registros foram uma expressão clara dos acontecimentos, das emoções e de informações sobre o projeto. Durante esses registros, o pesquisador descreve o campo de pesquisa, mas expõe sua opinião. Torna-se, então, um momento de reflexão sobre o projeto e suas atividades.

Bogdan e Biklen (1991, p. 150) explicam o processo de constituição das notas de campo da seguinte forma:

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

E as notas de campo são instrumentos de registro de dados para pesquisa qualitativa. Para que as anotações estejam de acordo com o objetivo da pesquisa, é necessário um planejamento prévio do que deve ser anotado e observado, delimitando claramente o foco da investigação para não desviar da proposta inicial da pesquisa. Para tanto, a construção dessas notas de campo deve acontecer o quanto antes, visando registrar as diferentes informações descritivas e reflexivas.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS DADOS

“O cotidiano está semeado de maravilhas, espuma tão fascinante, nos ritmos prolongados da língua e da história, quanto a dos escritores ou dos artistas. Sem nome próprio, todas as espécies de linguagens dão origens a estas festas efêmeras que surgem, desaparecem e retornam.” Michel de Certeau. (A Cultura no Plural. 1995: 245)

A análise dos dados desta investigação foi produzida numa perspectiva histórico-cultural, cujo foco de observação foi o desenvolvimento de um trabalho coletivo no interior de uma escola. Pensamos que pesquisar na Educação envolve o homem em sua singularidade e coletividade, envolve estar presente no campo e entender que cada resultado é expressão de um olhar múltiplo.

[...] não é o tamanho do grupo que define os procedimentos de construção do conhecimento, mas sim as exigências de informação quanto ao modelo em construção que caracteriza a pesquisa. Quando o modelo tem por objetivo um conhecimento institucional ou comunitário fica evidente que o trabalho com grupos significativos nesses espaços sociais é essencial, pois esses grupos se desenvolvem no curso da própria pesquisa e responderão a critérios essencialmente qualitativos (REY, 2005, p.110).

Quando estudamos o sujeito ou indivíduo, não podemos desprezar que sua constituição ou formação aconteceu em um coletivo. Nossa concepção de coletivo se apoia em Muniz (2006) ao ressaltar sua interpretação como sendo:

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

Para realizar o processo de análise dos dados, decidimos constituir três eixos de análise: como primeiro eixo decidimos discutir a Organização do Trabalho, pensando nos fatos econômicos, estruturais e humanos. No segundo eixo de análise, optamos por discutir a interação com os alunos, pensando na importância das ferramentas e ações desenvolvidas para constituir um ambiente de aprendizagem significativo. Para finalizar a análise dos dados,

decidimos, no terceiro eixo, apresentar e discutir os ambientes possíveis de serem constituídos com a robótica livre e com *kit* da Lego.

Dessa forma, os eixos (FIGURA 4) ficaram organizados em três perspectivas de análise: Organização do trabalho coletivo; Refinamento do Processo de Interação e Cenários da Educação Digital.

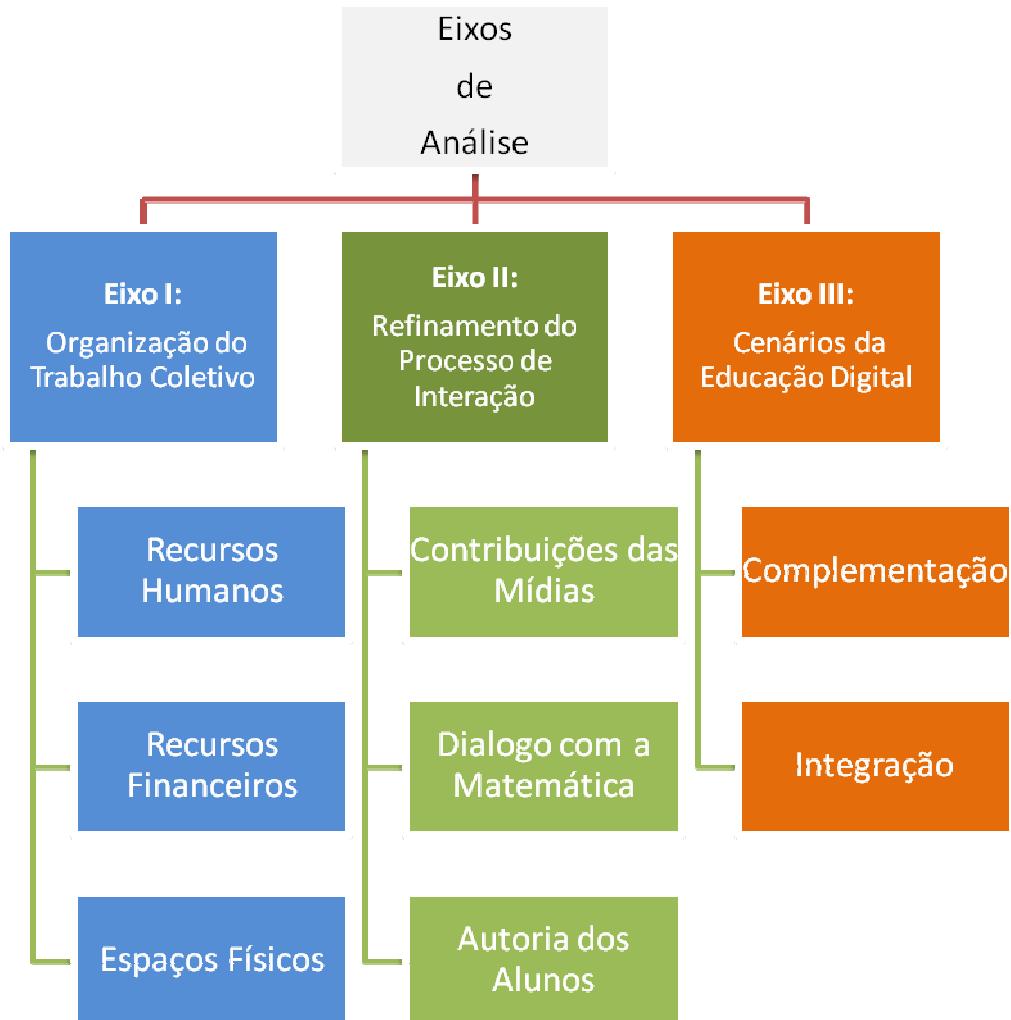


FIGURA 4 Fluxograma dos Eixos de Análise

Como pudemos observar no esquema anterior, ao analisarmos os dados em três eixos abordamos alguns indicadores que foram surgindo durante o contexto do projeto e superados dia após dia. Rey (2005) utiliza o termo “indicadores” como sinalizadores das primeiras representações interpretativas, apresentando aspectos que justificarão futuras conjecturas teóricas.

Estudamos a trajetória do projeto de Robótica no Cotidiano da Escola para descrever o processo de aprendizagem coletiva desenvolvida ao longo de três semestres. Costa (2010) e Souza Junior (2000) procuraram compreender a trajetória do trabalho coletivo no interior da

Universidade. Por outro lado, Carvalho (2009) e Silva (2005) utilizaram a estratégia de investigar o processo de produção coletiva de saberes docentes sobre o ensino e aprendizagem da Matemática no cotidiano da escola pública.

3.1. EIXO I Organização do trabalho coletivo

A construção desta pesquisa contou com um coletivo de sujeitos que, durante meses, estiveram juntos, pensando e desenvolvendo as atividades de robótica na escola. Nesse coletivo, tínhamos a professora de Matemática (1) na escola, as professoras de Informática Educativa (2), os professores da UFU (2), os bolsistas (4), aluno do ensino médio (1), professora do Centro de Estudos e Projetos Educacionais (1) e o aluno do Mestrado em Educação. A seguir faremos uma breve apresentação dos sujeitos que contribuíram com o processo de produção coletiva sobre robótica na universidade e na escola.

Companheira I – Professora de Matemática - natural de Brasília, graduou-se em Matemática em 2000, atua como professora na escola desde 2005, efetiva no cargo desde 2007. Exerce a profissão também em uma escola estadual no município de Araguari. Participa ativamente das feiras de ciências com seus alunos, tendo alcançado na “XIV Ciência Viva 2009”³⁸ o segundo lugar com o projeto de natureza científica intitulado “Uma maneira diferente de economizar água” e o terceiro lugar com um projeto de natureza cultural intitulado “Pré-Sal: A grande oportunidade de o Brasil ser o maior produtor de petróleo do mundo”. Já em 2010, na “XV Ciência Viva 2010” alcançou com o projeto de robótica o segundo lugar.

Companheira II – Professora de Língua Portuguesa - ocupava a função de professora de Informática Educativa do Laboratório de Informática. Devido à falta de professor em um dos anos escolares, ela decidiu retornar à sala de aula. Durante o período que esteve conosco no projeto, acompanhou com interesse e participação das atividades de robótica.

Companheira III – Professora com formação em Magistério, Pedagogia, Pós-Graduação em Educação Especial e em Tecnologia Aplicada à Educação. Trabalhou na instituição os dois primeiros anos após a criação da escola, voltando em 2000 como regente de turma na alfabetização. Na função de professora de Informática Educativa, iniciou em 2007.

³⁸ A participação na XIV Ciência Viva foi com as duas escolas onde trabalhava. O resultado pode ser visto no seguinte endereço eletrônico: <<http://www.ifmt.edu.br/noticias/editais/Vencedores.pdf>> Acesso em 18 de julho de 11.

Companheira IV – Aluna natural de São Paulo, 23 anos, reside em Uberlândia há dez, estudou em escola pública, cursa o último semestre da Graduação em Licenciatura em Matemática na UFU. No ano de 2009, realizou um estágio supervisionado na área de robótica em uma instituição particular de Uberlândia. No segundo semestre desse mesmo ano, ingressou na iniciação científica, sem remuneração, em um projeto de extensão sobre robótica, tornando-se em 2010 bolsista da FAPEMIG em um projeto de mesmo enfoque.

Companheira V – Aluna natural de Uberlândia, com 22 anos, foi aprovada no processo seletivo para Matemática no ano de 2006. Superou as dificuldades de todo universitário, principalmente a timidez, e tem buscado traçar o próprio futuro, ser um diferencial, a ponto de ser valorizada. Compreende os caminhos a serem percorridos e sonha alto. Percorreu, juntamente com a companheira IV, os mesmos caminhos no que diz respeito à robótica, fazendo estágio, iniciação científica em 2009 e recebendo bolsa em 2011 pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), para pesquisar robótica no ensino de Matemática.

Companheiro VI – Aluno da Faculdade de Ciências da Computação, 21 anos, natural de Monte Carmelo. Fez parte do grupo de março 2010 até início de 2011, quando optou traçar outro caminho dentro de sua profissão. Tinha como função principal orientar sobre como utilizar e programar os *kits* de robótica. Contribuiu no desenvolvimento de uma montagem robótica e sua programação, além de estudar outras linguagens de programação no campo da robótica.

Companheiro VII – Aluno natural de Uberlândia, cursa a Graduação em Licenciatura em Matemática na UFU, é músico, conheceu a robótica também no estágio supervisionado na mesma escola particular em que outras companheiras o fizeram. Acompanhou e contribuiu com os projetos de robótica apenas pelo conhecimento. Por ter um conhecimento em programação, assumiu a função do companheiro VI no início de 2011, estando atualmente como bolsista e acompanhando e desenvolvendo robótica na escola.

Companheiro VIII – Aluno do ensino médio, integrou-se ao grupo no início do projeto pelo conhecimento construído com robótica e material da Lego, resultado da curiosidade e apoio familiar.

Companheira IX – Professora de Matemática, com Mestrado em Educação, efetiva na rede municipal, lotada no CEMEPE (Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta Diniz) em 2009. Esteve presente durante todo o projeto contribuindo com seus saberes.

Companheiro X – Professor da Faculdade de Ciências da Computação, orientador e também autor do projeto de Robótica Educacional financiado tanto pela PROEX em 2009, como pela FAPEMIG de 2010 à 2011.

Companheiro XI – Professor da Faculdade de Matemática, orientador e também autor do projeto de Robótica Educacional financiado tanto pela PROEX em 2009, como pela FAPEMIG de 2010 à 2011.

A constituição desse grupo ou coletivo de pessoas levou em consideração as experiências de cada um com a robótica ou com Informática Educativa. A primeira experiência com robótica no ensino é do nosso companheiro X, professor da FACOM (Faculdade de Computação) e integrante do NUPEME. Suas experiências em disciplinas no Ensino Superior e o trabalho com inteligência artificial constituíram os primeiros passos da robótica do grupo em Uberlândia. Mas, já em 1986, o companheiro XI teve contato com a base da Robótica Educacional, ou seja, a linguagem LOGO desenvolvida por Seymour Papert. Seu trabalho com o LOGO foi no Curso de Licenciatura em Matemática.

Desde 2004 esses professores já realizam trabalhos em parceria, tanto que Cintra (2010), em sua dissertação, registrou a trajetória e o trabalho coletivo durante o projeto de Objetos de Aprendizagem, que foi o momento de fundação do grupo NUPEME. A ideia de pensar a robótica no ensino fundamental veio de suas relações de diálogo. Agora, a primeira produção em robótica no ensino fundamental do grupo em Uberlândia foi mencionada na introdução desta dissertação, em que foi realizada a construção de um robô com alunos do ensino fundamental em um programa de iniciação científica discente.

Após essa experiência, o grupo consolidou um projeto junto a PROEX para pesquisar robótica. Para compor o grupo de trabalho na escola, contamos com as companheiras IV e V, por terem realizado estágio em uma instituição particular que possui em sua grade curricular robótica com *kits* da LEGO para todos os alunos. Essa experiência e o interesse pelo assunto foram razões para comporem o grupo.

A escolha da escola levou em consideração a sugestão da companheira IX, mas o que firmou a decisão foi o histórico da professora da escola ou a companheira I, que já tinha em seu currículo de trabalho a participação de feiras de ciências em Uberlândia e os resultados dos projetos estavam em sintonia com as perspectivas da robótica naquele espaço de tempo e na visão do grupo.

Trabalhar projetos com temas era interesse do grupo, principalmente pelas experiências já acumuladas em outros trabalhos, como pode ser visto, por exemplo, em Carvalho (2009) e Rodrigues (2006).

Praticamente a constituição do grupo girou em torno de experiências com projetos, robótica e possibilidades de contribuir com o grupo no desenvolvimento do projeto. A última pessoa a compor o grupo foi o companheiro VII, que também realizou estágio e monitoria em robótica na mesma escola em que as companheiras IV e V tiveram contato pela primeira vez com robótica no ensino. Assim constituímos o coletivo do projeto de robótica, que se reuniu na universidade quando necessário para construir e pensar as atividades, além de diálogos realizados virtualmente com o apoio de programas de mensagens instantâneas.

O trabalho com robótica contou com algum subsídio financeiro desde 2009; no ano de 2009, teve o apoio da PROEX; em 2010, da FAPEMIG e da Prefeitura de Uberlândia; no segundo semestre de 2010 o projeto estendeu-se ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) com o apoio do CNPq.

Em 2009, o projeto subsidiado pela PROEX tinha um caráter extensionista, ou seja, no pensamento da Pró-Reitoria de Extensão, estabelecer uma ligação entre a comunidade e a universidade proporcionando mudanças sociais, culturais, econômicas³⁹. Assim, faz parte dos objetivos do projeto:

Estimular a comunidade acadêmica, ou seja, alunos(as), professores(as) e técnico-administrativos(as), a desenvolver ações voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população, ampliando a função social da Universidade pública e gratuita e o seu compromisso com a transformação da sociedade (UFU, PROEX, 2009).

Além disso, favorecer a interdisciplinaridade, motivar um estudo e a análise de máquinas e mecanismos existentes no cotidiano do aluno, propiciando uma aprendizagem de forma divertida, estimulando a criatividade, tanto no momento de concepção das ideias, como durante o processo de resolução dos problemas. Para tanto, esse projeto adotou uma metodologia que contemplasse quatro fases:

- Contextualizar – estabelecer uma conexão com os conhecimentos prévios dos alunos.
- Construir – realizar montagens relacionadas a situações problemas.
- Analisar – estudar as construções com um olhar micro, buscando entender o seu funcionamento em seus mínimos detalhes.
- Continuar – propiciar que o aluno possa sempre ressignificar seu conhecimento, buscar aprimorar suas construções e aprender mais.

³⁹ Mais informações do que seja a PROEX e seus objetivos em: <<http://www.proex.ufu.br/>> Acesso em 20 de julho de 11.

Além disso, o projeto foi submetido e deferido pela prefeitura de Uberlândia, num processo de seleção de projetos de atividades extracurriculares, onde o professor é remunerado. O momento de realização das atividades é denominado na rede municipal como sendo o contraturno das aulas, em que professores realizam atividades extracurriculares com os alunos, no espaço físico da escola.

A realização do projeto ocorreu durante o período da tarde, todas as quintas-feiras. Buscando sempre atender um número maior de alunos, as atividades eram realizadas em dois momentos: das 14h às 15h30min um grupo de vinte alunos era atendido e das 15:30 h às 17:00 um segundo grupo realizava as atividades.

Para conduzir e registrar as atividades, adotamos como ferramenta de autoria o uso de *blog*. Nunes (2010) percebeu que a

[...] busca pela intensa utilização do computador e da *Internet* – *webquest/blog* - nos processos formativos, como novas estratégias de diálogo/interação com os alunos, objetivando-se, dessa maneira, uma Educação on-line, que dialogasse com o aluno da Educação básica. O que, em outras palavras, poderia ser traduzido como uma necessidade de aproximação da cultura escolar à cultura do educando (NUNES, 2010, p. 88).

As cobranças de uma Educação atualizada com a sociedade podem partir de ações simples como essa, sem contar que os *blogs* são uma expressão de autoria. Nunes (2010) também nos ensina, expondo o pensamento de que a construção dos *blogs* pelos seus autores torna-se um momento único, particular de cada sujeito.

A postagem de imagens e demais recursos visuais deram suporte para acompanhar a produção textual dos educadores, abrindo espaço para a utilização de outros meios de expressão no processo ensino-aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental. Fica, assim, caracterizado um caminho de ensinar e aprender que se consolida na medida em que o conhecimento seja ressignificado no movimento de idas e vindas dos diferentes saberes dos sujeitos envolvidos nesse processo (NUNES, 2010, p. 138).

Assim, os *blogs*, no projeto de robótica, são uma expressão pessoal de conhecimento e de opiniões. Esse tipo de informação durante o projeto proporciona um momento de discussão e de acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem.

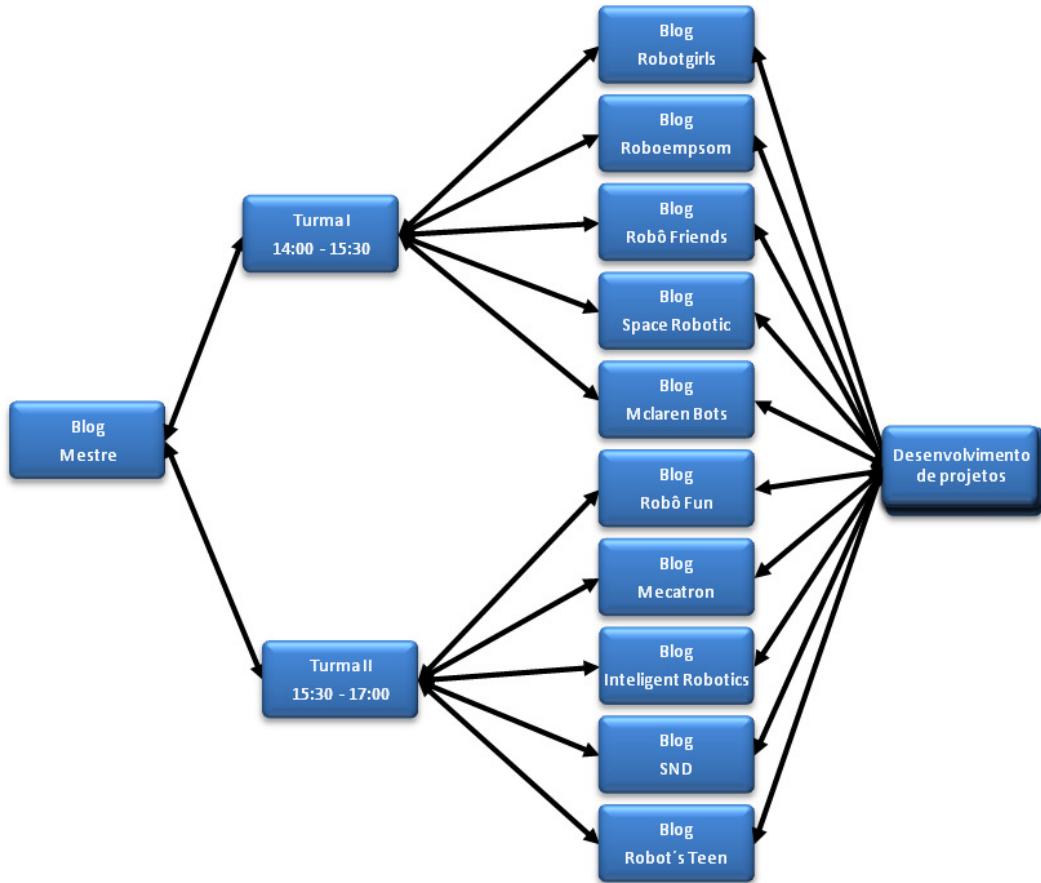


FIGURA 5 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2009

Para trabalhar com os *blogs*, adotamos uma estrutura (FIGURA 5) de um *blog* guia, que denominamos, no ano de 2010, como sendo “*Blog mestre*”, para ser responsável em orientar as atividades no projeto e as demais equipes.

O “*Blog Mestre*⁴⁰”(FIGURA 6) desenvolvido no ano de 2009 informava sobre as atividades, possuía postagens de vídeos, materiais de referência além de registrar os acontecimentos do projeto. Para a sua construção utilizamos uma ferramenta gratuita denominada *Blogger*⁴¹, cuja função é de produção, postagem e manutenção de um *blog*, de forma simples, sem necessidade de conhecimento de programação, bastando ter apenas uma conta de *e-mail* no Google. A atualização pode ser feita em qualquer parte do mundo e o *Blogger* é totalmente *online*, não há necessidade de instalação de *software*.

⁴⁰ Disponível em: <www.roboticadivertida.blogspot.com>. Acesso em 20 de jul 2011.

⁴¹ Disponível em: <www.blogger.com/start?hl=pt-BR>. Acesso em 20 de jul 2011.



FIGURA 6 Blog mestre “Robótica Divertida”

As produções e criações dos alunos eram acompanhadas em seus *blogs*, que ensinamos a construir, mas deixamos livres para formatarem a imagem do grupo. Além de registrar, deveria ser um momento de autoria da equipe. A cor, o *layout* e o nome foram escolhidos pelos grupos, como exemplos temos o *blog* “SND”⁴² (FIGURA 7) e “Robot’s Teen”⁴³ (FIGURA 8). Mesmo assim, em termos de *layout* variou muito pouco de equipe para equipe, pois o Blogger não disponibilizava gratuitamente um número grande de opções.

⁴² Disponível em: <<http://snd-grupo.blogspot.com/?zx=cad51c6151ddb815>>. Acesso em: 18 de jul 2011.

⁴³ Disponível em: <<http://robotsteen.blogspot.com/?zx=fa146798eb7c1374>>. Acesso em: 18 de jul 2011.



FIGURA 7 Blog da equipe SND

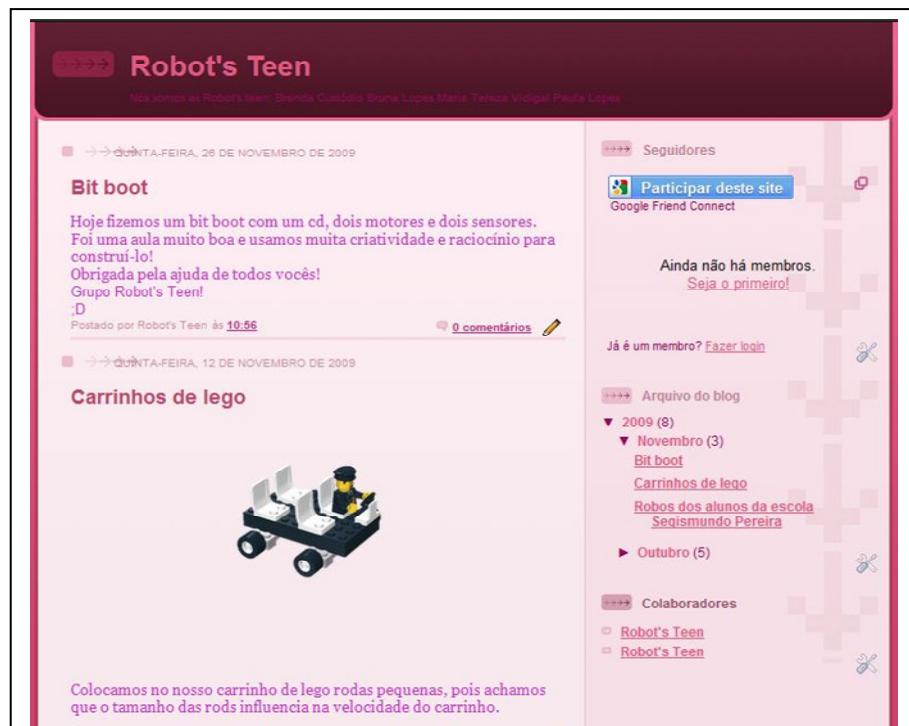


FIGURA 8 Blog da equipe Robot's Teen

Além dos blog cada equipe ganhou nos primeiros dias de projeto um *kit* composto por pasta, um bloco de notas, um CD-ROM e uma caneta. Acreditávamos que poderiam fazer alguma anotação interessante para a pesquisa. Esse material foi dado também para que os

alunos não precisassem adquirir material, já que alguns levaram caderno no primeiro dia. No decorrer das aulas, alguns grupos acabavam esquecendo o *kit* em casa, por esse motivo, criamos o portfólio (FIGURA 9) utilizando duas caixas em forma de prisma hexagonal, que ficaria na escola. Foi feita uma caracterização da tampa com nome da escola e o nome do projeto e no fundo da caixa, com a sigla NUPEME e o símbolo da UFU. Considerando que havia seis repartições na caixa, uma ficou destinada aos professores. Dessa caixa, cada face foi decorada pelos alunos (FIGURA 10), de forma a identificar onde colocariam seus materiais. A pasta que compunha o *kit* também recebeu caracterização. Esse portfólio fixo foi iniciado em 2009 e reutilizado nos semestres seguintes, tendo suas faces reestilizadas a cada semestre.



FIGURA 9 Portfólio do projeto na escola



FIGURA 10 Membro de uma equipe caracterizando sua face do portfólio

O portfólio foi útil, os grupos guardavam materiais de produção dos robôs, no entanto o kit não serviu para registro; desde 2009, o máximo que foi registrado foi uma anotação de uma explicação sobre montagem feita pelos professores. Se queriam registrar opinião ou idéias, preferiam fazer diretamente no *blog*.

Em atividades realizadas dentro de um laboratório de informática, o uso de papel pelos alunos não foi bem aceito, o interesse em utilizar as ferramentas disponíveis na internet e no sistema operacional como o *Paint Brush* era maior.

Todas as atividades desenvolvidas dentro do Laboratório de Informática tiveram a duração de um semestre. Foram realizadas atividades de montagens de carrinhos e estudo matemático de seus movimentos em uma rampa (FIGURA 11), concluindo o projeto com um robô autônomo. Esse ano de 2009, por ser caracterizado como projeto-piloto, estávamos iniciando um processo de construção de uma metodologia de trabalho com robótica. Tínhamos, até então, nossas experiências em trabalhar projetos de modelagem Matemática no cotidiano da escola.

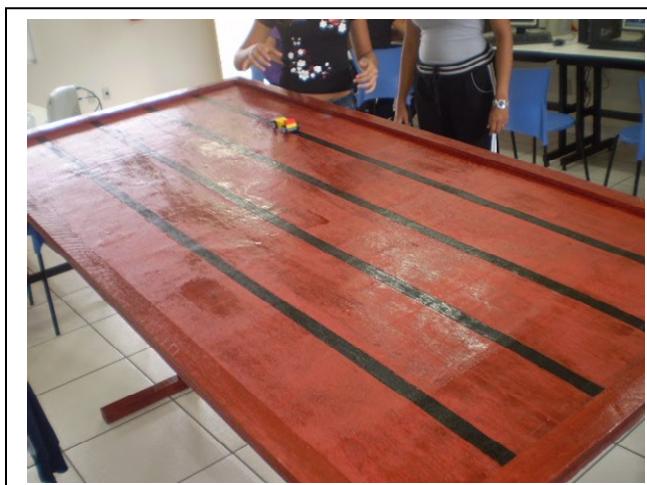


FIGURA 11 Fotografia da rampa de madeira

No trabalho com a robótica, buscamos discutir conceitos ou conteúdos científicos. Das leituras já realizadas, muito era mencionado sobre o potencial interdisciplinar ao se trabalhar com robótica. Assim, trabalhar com a rampa era um desafio interdisciplinar.

A atividade com a rampa de madeira era mais que um momento de discussão interdisciplinar, era também uma atividade lúdica, onde realizamos competições de carros (FIGURAS 12 e 13) produzidos com blocos da LEGO.

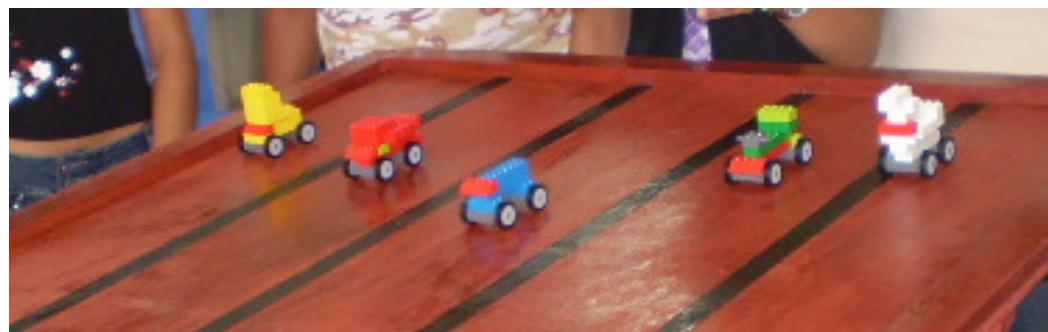


FIGURA 12 Fotografia de uma corrida com os diferentes carrinhos confeccionados

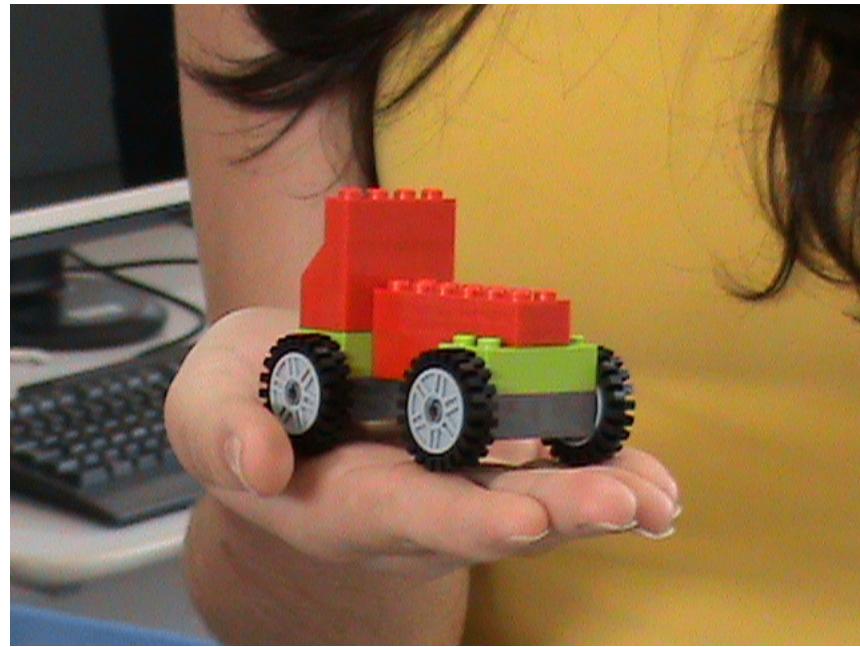


FIGURA 13 Fotografia de um carrinho feito de Lego

Na atividade de produção de carrinhos, os alunos também produziram seus protótipos no *software* Lego Digital Design (LDD) que possui uma biblioteca de peças da lego, possibilitando ao usuário construir montagens virtuais. Na Figura 14 podemos observar a tela do *software* e uma montagem sendo executada por um grupo.

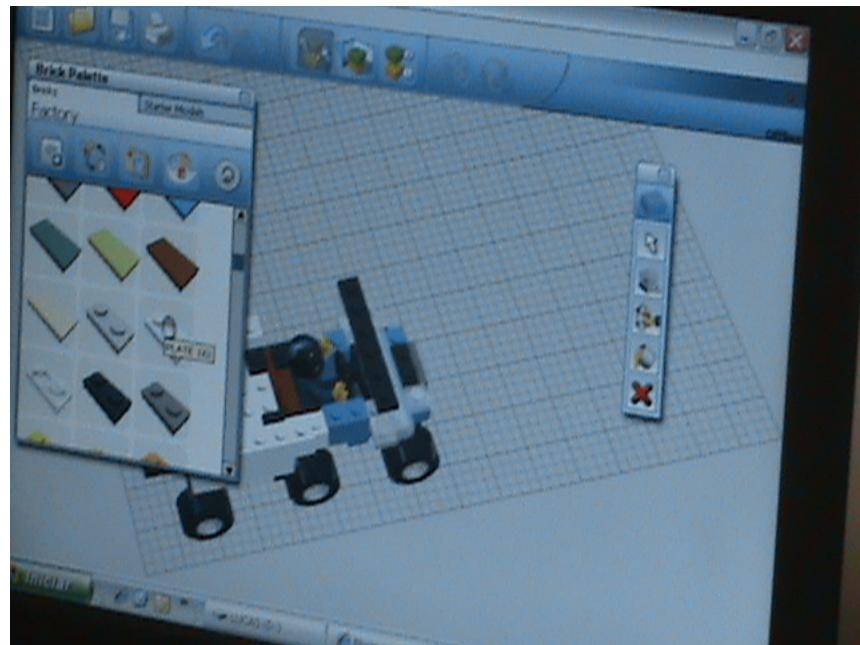


FIGURA 14 Fotografia do software LDD sendo utilizado

A cada aula de montagens, as equipes tinham que projetar seus carrinhos de acordo com novas condições, ou seja, os participantes eram estimulados a resolver problemas e

buscar respostas para questionamentos feitos especificamente para aquelas montagens. Cada equipe trabalhava como uma equipe de corrida, todos tinham um nome para sua equipe, guardavam em segredo suas criações e os comentários em seus *blogs* eram bloqueados a acesso externo. Além dos integrantes da equipe, os professores tinham acesso para acompanhar o processo de produção dos alunos. A não socialização dos blogs dos alunos foi uma decisão da equipe de pesquisa em preservar a identidade dos alunos e estimular produções diferentes por cada equipe.

Entretanto, o que mais nos chamou a atenção durante as atividades foi a capacidade de se organizarem. Uma situação em especial chamou a atenção: durante as competições, um problema na rampa atrapalhou a descida de todos os carrinhos ao mesmo tempo. Os alunos decidiram então, mudar as regras, descer um de cada vez e cronometrar individualmente a descida com seus celulares, registrando o tempo no quadro branco. Eles se organizaram e desenvolveram a atividade, apenas os primeiros passos foram orientados pelos professores.

A respeito desse comportamento, temos que “a regra do jogo nasce espontaneamente de um amor à ordem e do desejo de afirmação da personalidade” (CHATEAU, 1987, p.74). Uma característica lúdica que Chateau (1987, p.74) completa dizendo que “a regra é objeto de amor, todo o comportamento lúdico das crianças o proclama.” Nesse sentido, o ambiente de robótica apresenta grande ligação com o lúdico, com a constituição de regras e ordem, como observamos no parágrafo anterior ao falar de um momento na trajetória do projeto.

Na literatura pertinente ao assunto, o lúdico deixou de ser enfocado como uma característica própria da infância, abandonando-se a idéia romântica do brincar apenas como uma atividade como uma atividade descomprometida de resultados e passou a ser colocado em patamares bem mais elevados e com conotações que envolvem todas as frases do desenvolvimento humano. Assim, a expressão *homo ludens* é uma nomenclatura que começa a fazer parte de nosso cotidiano e, o homem, sem perder sua condição de adulto sério e responsável, passa a dar um novo sentido a sua existência pela via da ludicidade, recuperando a sensibilidade estética e enriquecendo seu interior. (SANTOS, 2008, p.13)

Para finalizar o ano de 2009, construímos um robô chamado *Beetlebot* (FIGURA 15), já construído em outra escola no ano de 2008. A construção desse robô proporcionou aos alunos a experiência de montar um robô, mostrar que são capazes de construir, melhorar ou desenvolver algo, uma experiência compensadora.

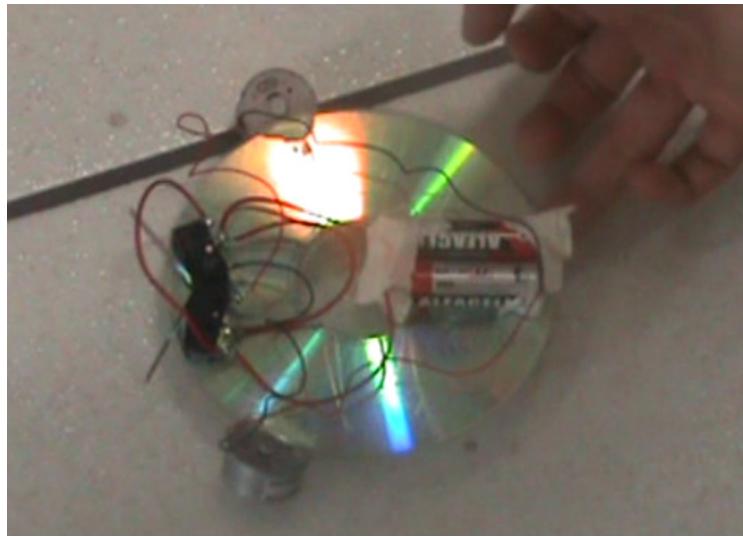


FIGURA 15 Fotografia de um *Beetlebot* construído pelos alunos

Durante esse semestre também recebemos convidados, sendo eles dois grupos de alunos da rede pública, que compartilharam suas experiências com robótica. A primeira apresentação foi de um grupo de alunos do ensino médio que desenvolveu robôs (FIGURA 16) feitos de materiais eletrônicos descartados e foi apresentado na “XIV Ciência Viva 2009”.



FIGURA 16 Robô com materiais livres

O segundo grupo a apresentar seus trabalhos também era formado por alunos do ensino médio de outra escola pública, que produziam robôs (FIGURA 17) utilizando placas programáveis adquiridas com patrocínio de uma instituição de ensino particular e um vereador da cidade. Esses projetos de robóticas nessas escolas eram pontuais, ou seja, apenas com um grupo de alunos e um professor.

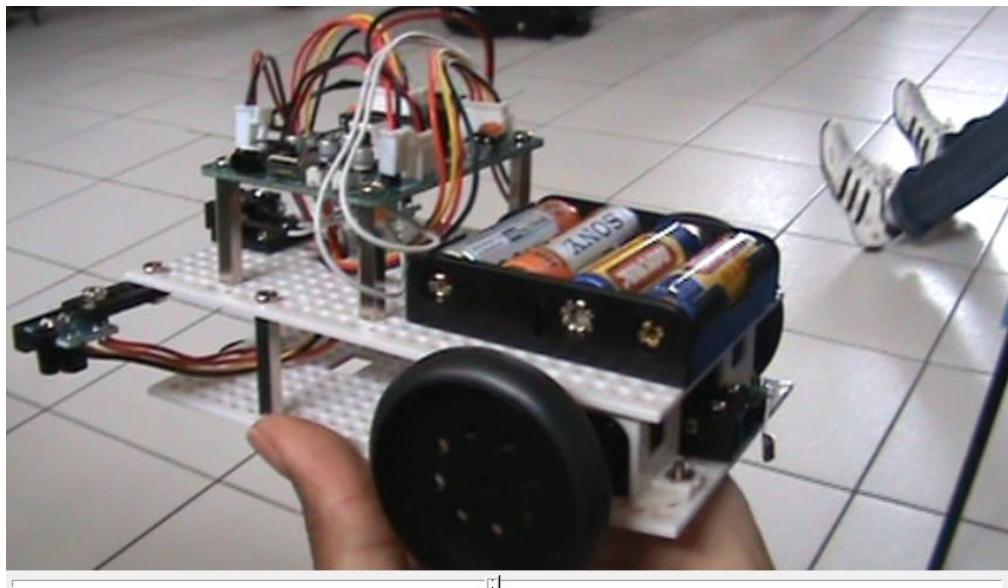


FIGURA 17 Robô com sensor de luz.

O projeto de robótica livre que desenvolvemos na escola deveria sair com custo quase nulo, mas gerou um gasto em torno de R\$13,00 por robô, embora tenhamos como lucro o aprendizado. Sem os materiais adequados, não podemos construir os robôs. Há necessidade de investimento. O recorte de vídeo da Figura 17 mostra um robô com circuitos e placas, com sensores de cor, cujo custo de produção é superior ao gasto total do projeto com os alunos na construção do *Beetlebot*.

As duas escolas que realizaram apresentações para os alunos no ano de 2009 tinham resultados diferentes, dentro das possibilidades financeiras, humanas de trabalho. Ao convidarmos os alunos para fazerem a apresentação de seus trabalhos, estávamos iniciando uma troca de saberes, estabelecendo relações de cooperação.

No ano seguinte, como se pode perceber no registro de campo a descrição de um acontecimento no projeto nos alertou para quem a robótica se torna de fácil acesso:

Parece estranho, mas não sei se é o acaso ou destino, nosso orientador me chamou para conversar e fomos andando pelo campus até a banca de revista, falando de montar robô, da atividade que executaríamos na escola, como ele conversava com o dono da banca eu olhava as revista e vi uma revista que me chamou muito a atenção, era uma sobre montagem, daquelas que se vendem vários exemplares e vai montando o brinquedo. Esta em especial é sobre a montagem de um robô, ficamos encantados, já estava na segunda edição.

Decidimos naquele momento levar para a escola e mostrar para os alunos, antes de ir pesquisei no site da revista quantos exemplares teria, para minha surpresa são ao todo 90 exemplares no valor de 34 reais. Totalizando cerca 3060 reais. Como disse a fala do dono da banca, “Isso não é para todos!”,

depois de calcular entendi o que ele disse, realmente montar um robô não é para todos, principalmente um que seja sofisticado. (NOTA DE CAMPO DE 15 DE ABRIL 2010)

Para nós, que iniciávamos os projetos de robótica com os alunos, havia ali um referencial e incentivo do que poderíamos fazer. Na robótica, precisamos estreitar essas diferenças de produção e conhecimento.

Após concluir todas as atividades, foi realizada uma apresentação e uma confraternização, revendo o que foi desenvolvido e discutidas as atividades do projeto de robótica. Nessa apresentação, estavam presentes alguns professores, os alunos e membros da Secretaria de Educação.

No ano de 2010, o coletivo estava mais preparado para pensar em projetos de robótica mais elaborados. Retornamos à escola com novo enfoque e atividades a serem desenvolvidas no mesmo espaço e horário. Além disso, o apoio financeiro da FAPEMIG, nesse ano, permitiu aquisição de *kits* de robótica da LEGO e computadores para o desenvolvimento das atividades.

O subsidio da FAPEMIG é resultado de um projeto de pesquisa aprovado em uma das chamadas da Fundação. Esse projeto elaborado pelos professores Carlos (FACOM) e Arlindo (FAMAT) tem como objetivo compreender os saberes produzidos no uso da robótica no ensino e aprendizagem de Matemática. O interesse em realizar essa investigação vem das experiências do grupo de pesquisa em analisar a construção de ambientes de aprendizagem no cotidiano da escola. Considerando o destaque que a robótica tem ganhado no contexto de algumas escolas de ensino fundamental e médio, tornou-se um indicador a ser investigado.

Como já mencionado, com o apoio financeiro da FAPEMIG, foi possível subsidiar bolsistas, sendo uma aluna da Matemática e que já estava no projeto de robótica em 2009 e a segunda bolsa para um aluno do curso de Ciência da Computação. Além disso, comprar equipamentos permanentes como computadores, dois *kits* da LEGO Mindstorms NXT 9797⁴⁴ (FIGURA 18) e seu respectivo *software* de programação⁴⁵.

O apoio da prefeitura municipal novamente só foi deferido quando apresentamos um cronograma das atividades com seus respectivos conteúdos a serem trabalhados nas aulas de robótica. O contato com as tecnologias não explicita conceitos a primeira vista. Leitão (2010) já havia mencionado que na robótica os conceitos matemáticos estavam implícitos, como

⁴⁴ Mais informações em: < <http://education.lego.com/en-gb/products/mindstorms/9797/> >. Acesso em 18 de jul de 2011. O valor por kit ou maleta 9797 saiu no ano de 2010 por R\$2.490,00. Sua venda é exclusiva no Brasil atualmente pela LEGOZOOM.

⁴⁵ Compramos uma licença site (vários computadores) vendida por R\$980,00 no ano de 2010.

estão no cotidiano. Assim, foi preciso explicitar em nossas práticas educativas com robótica as possibilidades de conceitos que poderíamos trabalhar.



FIGURA 18 Imagem ilustrativa do *kit 9797*

Como aguardávamos compras dos equipamentos, executamos na escola, no primeiro semestre de 2010, nossas atividades de robótica, com projetos tendo como referência as que tínhamos realizado no ano anterior. Havia, nesse ano, um enfoque em trabalhar com a Matemática na robótica.

As atividades desenvolvidas no ano de 2009 foram positivas, mas o coletivo entendia que era preciso trabalhar a Matemática mais à fundo nas construções robóticas. Inicialmente, decidimos fazer algumas alterações no conjunto de atividades a serem desenvolvidas: inicialmente, não começar com a rampa, mas com a construção do robô *Beetlebot*.

Considerando a liberdade que a pesquisa qualitativa nos propiciava e os acontecimentos não previstos no cotidiano da escola, não foi possível cumprir o cronograma. As necessidades eram discutidas toda semana com o coletivo e, a partir da impressão dos resultados dos encontros, decidíamos o que desenvolver. Nem sempre o que planejamos é o melhor para aquele momento, assim, mudanças constantes fizeram parte desse semestre.

Para orientar e avaliar o desenvolvimento do projeto, utilizamos *blogs* e uma metodologia chamada *Webquest*. O *Blog* Mestre com título “Robótica Educativa”⁴⁶ (FIGURA 19), além de fornecer informações nesta fase do projeto, foi o orientador das atividades, instruindo passo a passo e fornecendo já algumas referências bibliográficas que utilizassem principalmente a *Internet*.

⁴⁶ Acesso em: <<http://roboticaepsom.wordpress.com/>>. Disponível em 18 de jul de 2011.



FIGURA 19 Blog Mestre “Robótica Educativa” do 1º semestre de 2010

O potencial da *Internet* no projeto não poderia ser desprezado, uma educação antenada com as novas tecnologias deve ser um prática comum, pois, dessa forma, estaremos proporcionando uma educação de acordo com a realidade dos alunos. Como a metodologia *Webquest* é uma atividade orientada que utiliza majoritariamente fontes da *Internet*, decidimos por introduzir essa metodologia no *blog*.

Criar em um *blog* a metodologia *Webquest* nos permitiria proporcionar um espaço de reflexão das atividades pensadas para o projeto. Era preciso mais que instruir o que fazer, mas pensar sobre o que estavam fazendo, não existe aprendizagem significativa sem reflexão. As atividades pensadas trabalhariam conceitos já conhecidos ou aprendidos durante seus anos escolares. Era preciso fazer daquele conhecimento um saber ou uma aprendizagem com sentido.

As atividades do projeto aconteceram no mesmo esquema do ano anterior (FIGURA 20), ou seja, toda quinta-feira no período da tarde e com trinta alunos do nono ano do ensino fundamental, que se organizaram em equipes de três alunos. Para acompanhar os alunos e suas expressões de autoria e opinião referente às atividades, ensinamo-lhes a construir também seus *blogs*.

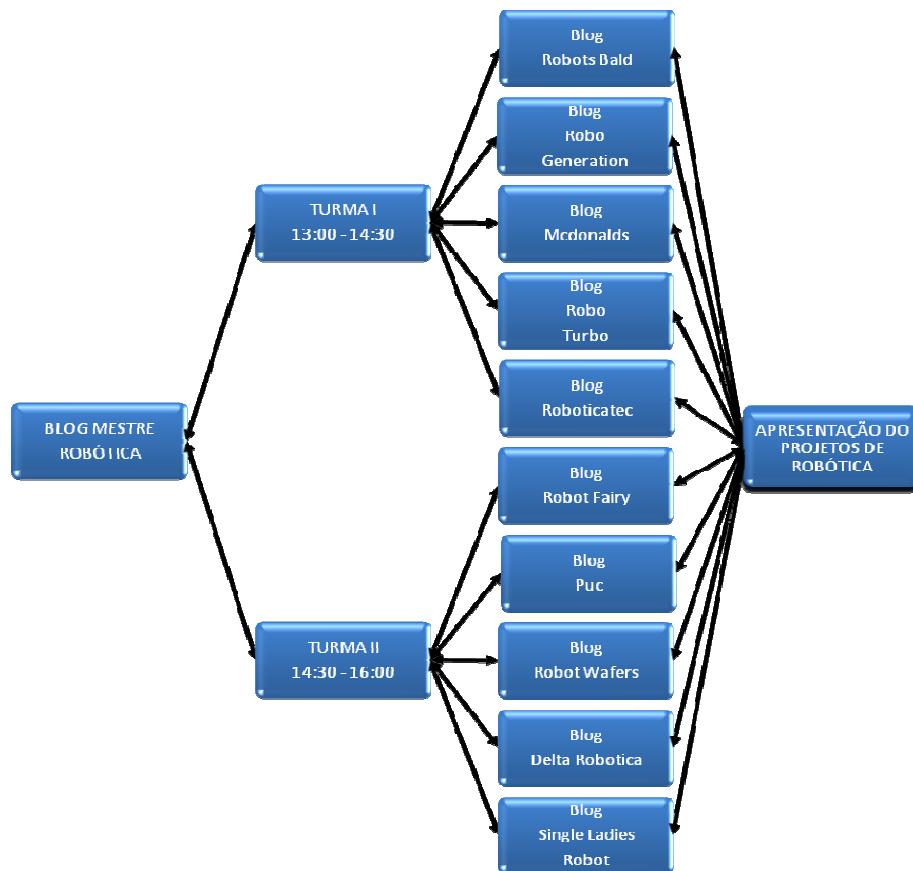


FIGURA 20 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2010-1º semestre

Cada equipe tinha seu *blog*, montado por ela passo a passo, mas sendo livres para formatarem a sua imagem, ou seja, apenas instruímos a parte técnica de domínio da ferramenta Blogger, depois a criatividade de cada equipe que determinou a formatação. A ferramenta Blogger é gratuita e com poucos modelos de *layout*, mas já é o começo para quem é leigo em programação.

Na equipe “Robot Wafers⁴⁷” (FIGURA 21) podemos observar um *layout* com cores mais escuras.

⁴⁷ Disponível em: <<http://robotwafers.blogspot.com/>>. Acesso em 20 de jul. 2011.

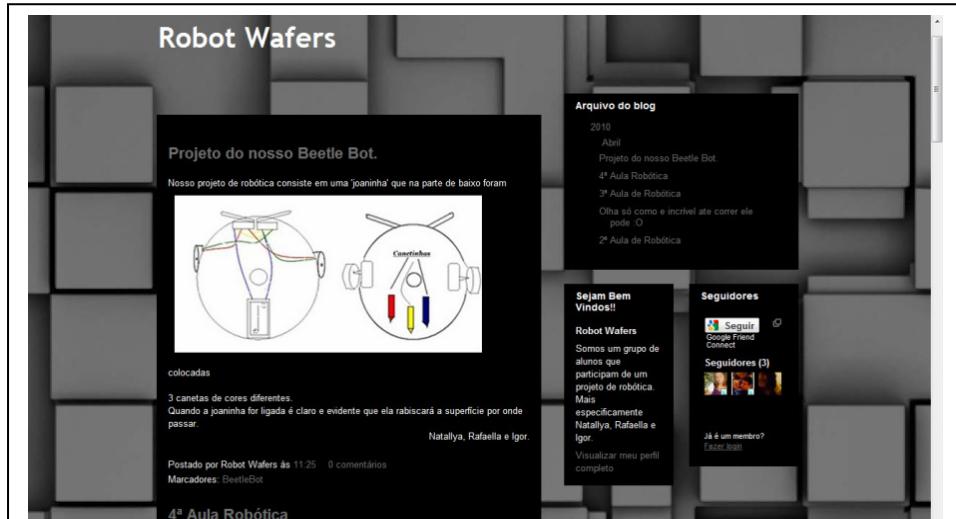


FIGURA 21 Blog da equipe Robot Wafers do projeto 2010-1º semestre

Já na equipe “*Single Ladies Robot*⁴⁸” (FIGURA 22), o uso de cores claras. Cada um tem o seu gosto, não existe diferenciação por gênero, a equipe “Robot Wafers” composta em maioria por garotas escolheu o cinza e preto. Como esses *blogs* são uma expressão da equipe, fica livre cada um escolher como deve ser, além disso, o importante está no que vão escrever ou postar.



FIGURA 22 Blog da equipe Single Ladies Robot do projeto 2010-1º semestre

As atividades pensadas para esse semestre resumiram-se a duas, centrais, em que realizamos um tratamento matemático. Melhor pouca atividade, trabalhada com qualidade do que muitas atividades sem resultado algum. Os projetos centrais desse semestre foram o *Beetlebot* e o desenvolvimento de uma catapulta.

O *Beetlebot* passou por um processo de montagem diferente do ano anterior, buscando resgatar nos conhecimentos prévios dos alunos, algum significado real do que aprenderam e muitas vezes consideraram sem aplicação. Era um momento de desacomodar os conhecimentos

⁴⁸ Disponível em: <<http://singleladiesrobot.blogspot.com/>>. Acesso em 20 de jul. 2011.

de geometria no processo de montagem e construção de um *Beetlebot*. Todo projeto é arraigado de conhecimentos diversos, seu desenho é permeado de muita geometria. Assim, problematizar a montagem de cada peça do robô foi um caminho utilizado para resgatar e refletir os conceitos de Matemática.

Uma forma de registrar a construção dos robôs e alguma relação com a Matemática foi solicitar, na atividade, que as equipes realizassem o desenho do projeto deles em uma folha (FIGURA 23), que passaríamos para eles digitalizadas. A tarefa foi realizada, o objetivo era que o desenho tivesse mais informações técnicas, ou seja, escala e proporção das peças. No entanto, os desenhos foram feitos a mão livre, o uso de régua e compasso não foi planejado.

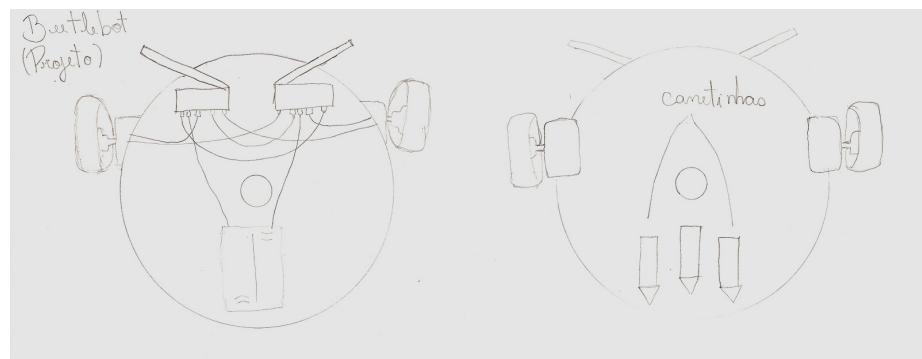


FIGURA 23 Desenho do Beetlebot feito no papel

Mas, o projeto também é de aprendizagem para os professores. Foi nesse semestre que aprendemos a respeitar os softwares mais simples que possam existir. Os alunos, por iniciativa própria, fizeram seus robôs (FIGURA 24) no *Paint Brush*. Um grupo fez e os demais consumiram a ideia. A partir de então, decidimos, ao solicitar um desenho ou qualquer outra atividade, utilizar alguma ferramenta online ou no computador.

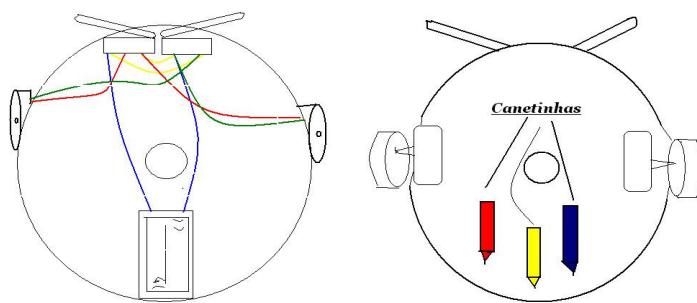


FIGURA 24 Desenho do Beetlebot feito no Paint

Imersa a esse processo de construção do robô, uma equipe iniciou um projeto próprio, desenvolvendo manuscritamente um *Beetlebot* aplicável, ou seja, que pudesse executar uma

ação que fosse útil à sociedade ou ao seu dono. Este pode ser considerado o segundo reflexo do projeto, o primeiro seria o desequilíbrio cognitivo em pensar e fazer.

O segundo projeto desenvolvido com os alunos foi a catapulta, um projeto já realizado anteriormente e relatado no capítulo de introdução. A base da robótica resgata conceitos de máquinas simples (engrenagens, roldanas, rampa inclinada etc). Campos (2005) resgatou isso em suas montagens. A catapulta não é uma máquina simples, mas utiliza dispositivos considerados como parte das máquinas simples.

Esta atividade utilizou madeira para confeccionar as catapultas (FIGURA 25). Após a confecção, foi realizado o “I Campeonato Catapulta Robótica Alex Medeiros de Carvalho”⁴⁹ com lançamento em um alvo (FIGURA 26), culminando no seu tratamento matemático a nível de nono ano, estabelecendo relações principalmente entre o lançamento de um projétil pela catapulta e a sua relação com a equação do segundo grau. Apresentamos onde o conteúdo e os conceitos de equações do segundo grau estavam presentes na ação de uma catapulta. No momento em que esta atividade foi realizada os alunos já tinham iniciado os estudos sobre equações nas aulas regulares de Matemática.



FIGURA 25 Catapultas confeccionadas pelos alunos

⁴⁹ O nome foi em homenagem ao primeiro professor a realizar esta atividade em 2007 em uma escola pública de educação básica. Mais detalhes do trabalho que ele desenvolveu pode ser visto em: SILVA, M. G. ; MOURA, E. M. ; SOUZA JUNIOR, A. J. ; SILVA, J. C. ; CARVALHO, A. M. . Artefatos Culturais e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação no Cotidiano Escolar: Uma Produção Acadêmica Colaborativa a Cerca do Uso de Catapultas e Internet na Educação Matemática. In: VIII SEMINÁRIO, 2007, Uberlândia. O PROFESSOR NAS PESQUISAS EDUCACIONAIS E OS DESAFIOS DO TRABALHO DOCENTE NO BRASIL, 2007. v. Único.

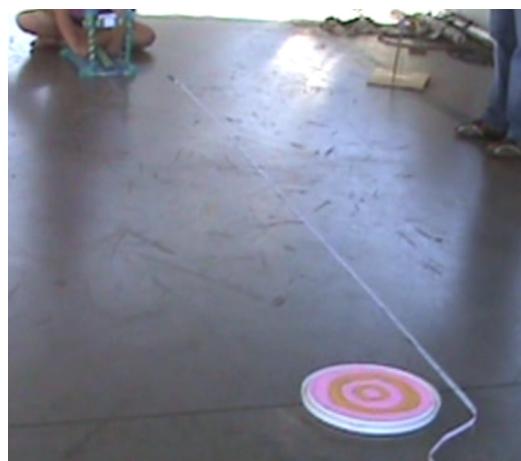


FIGURA 26 Campeonato de catapultas

Retomando o uso do *Paint*, no desenvolvimento das catapultas, alguns grupos utilizaram o *software* para fazer o desenho da possível catapulta e, dentre eles, um continha desenhado a trajetória realizada por um projétil em movimento (FIGURA 27).

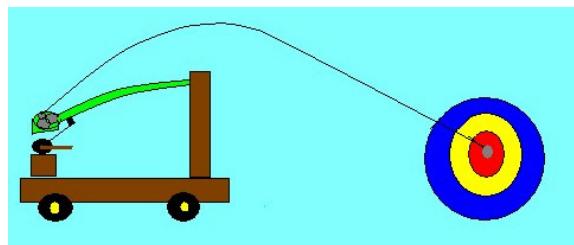


FIGURA 27 Desenho de uma catapulta feita no *Paint*

Para finalizar as atividades apresentamos uma catapulta (FIGURA 28) totalmente controlada por computador, tanto no processo de movimentação quanto de lançamento de um objeto. Foi utilizado um *kit* da LEGO, um notebook e uma interface gráfica. A comunicação com a catapulta era sem fio, através do recursos *Bluetooth* presentes no bloco programável e notebook era possível enviar os comandos de execução.

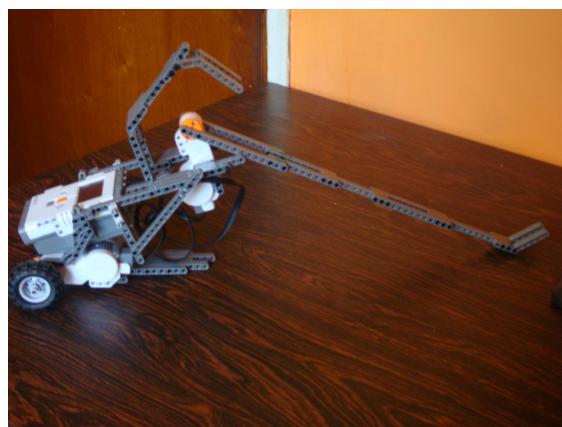


FIGURA 28 Fotografia da catapulta feita de LEGO

A construção dessa catapulta foi realizada tendo como referência as catapultas medievais. Para programar, o bolsista da computação utilizou um *script* secundário, feito no *Visual Programming Language* (VPL) pertencente ao conjunto de *softwares* da *Microsoft Robotics*; além do sentido, também é possível ajustar a força de lançamento da catapulta (RELATÓRIO DO BOLSISTA DA COMPUTAÇÃO).

Nesse semestre, também realizamos uma visita ao Museu de Ciências - Diversão com Ciência e Arte (DICA) da Universidade Federal de Uberlândia. Um espaço com simuladores e instrumentos com os quais pudemos explicar alguns fenômenos físicos e o funcionamento de certos equipamentos presentes em nosso cotidiano.

A finalização do primeiro semestre de 2010 teve seus pontos positivos para o coletivo. No entanto, sentimos que faltou tempo para desenvolver mais ações com os alunos. Além disso, a impossibilidade de incluir todos os alunos, seja do nono ano ou da escola toda, constitui uma sensação de trabalho incompleto.

Para não perder vínculo com os alunos do semestre anterior, decidimos convidar alguns deles para serem tutores das novas equipes que seriam formadas. Pesou nessa escolha também o pedido dos alunos para continuar no projeto. Dos que participaram do semestre anterior, apenas nove foram convidados a integrar a equipe do segundo semestre. A equipe era composta por um total de 34 alunos, que participaram de uma seleção através de análise de redações e interesse e disponibilidade de horário.

No segundo semestre, decidimos modificar a estrutura das atividades, buscando motivar mais os alunos a produzirem criações próprias. Para tanto, criamos o “Aprendiz de robótica⁵⁰”, para orientar na produção de um *Beetlebot* e discutir sua construção com bases matemáticas. Este projeto foi postado no *blog* mestre⁵¹ (FIGURA 29) em uma aba.

Para fomentar e orientar os projetos/atividades, utilizamos novamente a ideia do *blog* mestre. Para cada semestre desenvolvemos um *blog* mestre, não reaproveitamos a estrutura dos anteriores, algumas ideias foram utilizadas, outras melhoradas. Fazer uma plataforma desde o início é mais fácil do que reorganizar uma pronta.

⁵⁰ A escolha do nome foi com base um reality show da TV chamado “O Aprendiz”.

⁵¹ Disponível em: <<http://roboticaempsom.wordpress.com/>>. Acesso em 20 de jul. 2011.



FIGURA 29 Blog mestre do 2º semestre de 2010

A ideia de pensar um projeto semelhante ao programa “O Aprendiz” pode ser considerado um estímulo à competição. Por mais que o projeto “O Aprendiz de robótica” buscasse que os alunos se comportassem como donos, engenheiros, marqueteiros na produção de seu robô, percebemos em nossas observações de campo, troca de saberes entre as equipes. Em termos lúdicos, estaríamos executando um jogo dramático, que segundo Fraure e Lascar (2000, p.11) é definido “por uma dupla necessidade: expressão e comunicação”, ou seja, os envolvidos no jogo são colocados a experimentar vários papéis, sendo preciso desenvolver uma comunicação com os outros. Há neste momento uma relação do lúdico com a realidade de si e dos outros (FRAURE, LASCAR, 2000, p.17).

Em termos de aprendizagem significativa, o jogo proporciona aprendizagem de conceitos e atitudes que podem se relacionar com conhecimentos já construídos internamente resultando em uma nova aprendizagem. Podemos,

Utilizar os jogos dramáticos para a assimilação de novos conhecimentos; sendo o professor fundamental para que isso ocorra, pois ele media o processo de aprendizagem. Tal mediação ocorre, por meio de proposição de situações que sejam potencialmente desequilibradoras para que o aluno, acionando os seus mecanismos internos de assimilação e acomodação, construa novos conhecimentos (BELLIDO, CAPELLINI, LEPRE, 2008, p. 6)

Nesse sentido, o projeto possibilitou a constituição de um ambiente de criação, produção e exposição de um novo *Beetlebot*. Fazer o robô e discutir a Matemática já tinha

sido feito, era preciso avançar, partir daquela base e pensar em uma nova, um novo robô, com uma aplicação ou função para a sociedade. Deveria ser um protótipo de um projeto maior, assim, solicitamos que fosse pensada uma aplicação para o robô.

Essa ideia de aplicação foi colocada em prática tendo como base a iniciativa de uma equipe do primeiro semestre de 2010, que desenvolveu um projeto independente. Esses alunos fizeram parte da equipe do segundo semestre, segundo relataram, por meio dos pais, buscaram patrocínio em instituições particulares para construir o robô, infelizmente sem sucesso. Nesse período, começou a chegar parte dos nossos *kits* de robótica. Para não deixar o projeto parado, sugerimos construir com o *kit* de robótica da LEGO. O resultado desse trabalho foi exposto na “XV Ciência Viva 2010 Tecnologia e Inovação”. Essa história merece um espaço especial nesta dissertação.

Segundo observações de campo, pensar em uma aplicação foi um momento de desequilíbrio, para alguns, houve muita imaginação, capaz de superar os limites financeiros e técnicos de produção. Já para outros, criar foi um desafio.

Os alunos foram deixados livres para construir os robôs, tornando o final do projeto um desafio, pois cada ideia construída durante semanas era melhor que a outra; por falta de condições no processo de construção tornou-se difícil selecionar o melhor projeto. Assim, decidimos selecionar a equipe vencedora por uma enquete em que os projetos seriam votados pelos alunos da escola.

Além desse projeto do *Beetlebot* desenvolvemos também o projeto da catapulta. Graças a um contato estabelecido com representantes da LEGO em Uberlândia, conseguimos duas aulas demonstrativas dos *kits* da LEGO. A primeira aula foi realizada no Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia para os alunos de Informática e Ensino. E a segunda aula foi para os alunos do ensino fundamental, que participam do projeto de robótica. Para essa segunda aula, pedimos, caso tivessem, a realização da montagem de uma catapulta.

Por incrível que pareça, a LEGO ZOOM⁵² tinha em uma de suas revistas uma atividade que trabalhava a montagem de uma catapulta. Assim, todos os alunos puderam realizar a montagem e programação da catapulta (FIGURA 30) toda em LEGO. Para o nosso coletivo, foi um momento histórico tanto no contexto da universidade como da escola pública de ensino fundamental.

⁵² Representante atualmente da LEGO no Brasil.



FIGURA 30 Imagem da catapulta da revista LEGO ZOOM

Refletindo sobre a catapulta da revista da LEGO ZOOM e a nossa, podemos observar diferenças; nós partimos da ideia de usar a força do motor para realizar o lançamento, enquanto a montagem da LEGO utiliza o motor para gerar força no braço da catapulta em forma de alavanca. Cada sujeito pensa de uma forma, nossa pouca experiência em montagens, dificultou construir com facilidade e rapidez.

Para finalizar a atividade da catapulta, realizamos o tratamento matemático do lançamento de um projétil, montando a equação do segundo grau que pode ser construída a partir do lançamento de um projétil da catapulta feita de LEGO.

Para acompanhar todas as produções dos alunos e suas reflexões sobre a problematização do projeto “O Aprendiz de robótica” e catapulta, utilizamos novamente os *blogs* como registro documental. As equipes do segundo semestre ficaram estruturadas (FIGURA 31) em dois blocos durante as tardes de quinta-feira.

Cada equipe deveria produzir e fomentar seu *blog*, como podemos observar no *blog* da equipe “Xisde”⁵³ (FIGURA 32) que postou um desenho e uma explicação do robô que gostariam de desenvolver.

⁵³ Disponível em: <<http://roboxisde.blogspot.com>>. Acesso em 18 de julho de 2011.

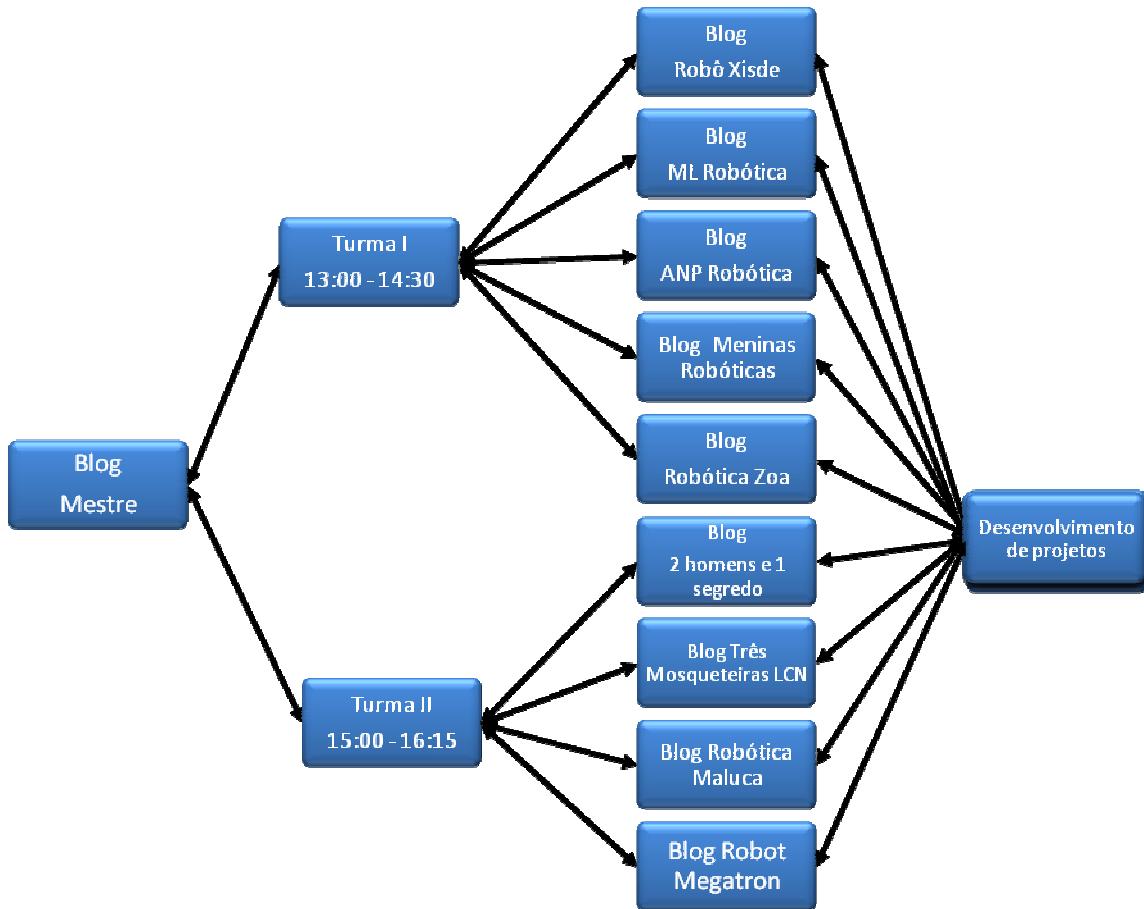


FIGURA 31 Fluxograma das equipes/Blogs no projeto 2010 – 2º semestre

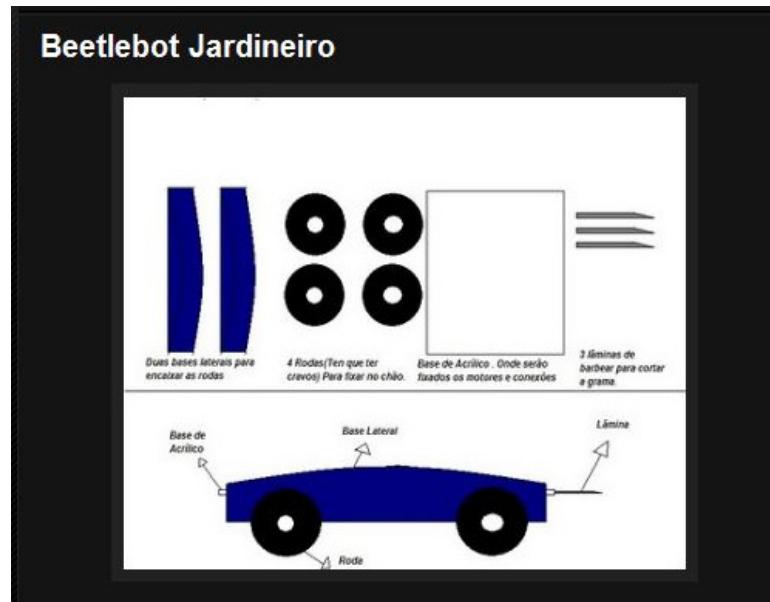


FIGURA 32 Imagem do blog da equipe Xisde

O uso do recurso “comentário” nesse momento foi importante para dar um *feedback* e tentar motivar os alunos a falarem mais sobre suas ideias. Os resultados não foram em

palavras, mas em áudio e vídeo. Foi um grupo que fez seu próprio vídeo e postou no *blog*. De um espaço de relatar suas experiências com robótica, os alunos estavam também buscando interação com os leitores, como foi o caso da equipe “Meninas robóticas”⁵⁴ (FIGURA 33) que fez uma enquete para escolher o nome do seu robô.



FIGURA 33 Imagem do blog da equipe Meninas Robóticas

Sempre pode haver um grupo ou outro que não se tenha identificado com os *blogs*, para outros, já foi um passo inicial construir seus *blogs* pessoais. Os resultados e postagens nesse semestre foram mais expressivos. No entanto, o fazer é mais saboroso que registrar. Observamos isso durante as atividades, fazer os robôs era o momento de maior participação, mas ter quer escrever o que pensaram ou fizeram foi, em certos momentos, uma tarefa desgastante. No entanto, trabalhar com *blogs* já refletiu na escola, pois uma professora de Língua Portuguesa começou a utilizar em suas aulas, o trabalho com *blogs*.

Durante cada semestre, buscamos atender o máximo de alunos possível, infelizmente as intenções positivas de desenvolver um projeto de robótica de modo a atender o grande grupo encontraram limitações tanto financeiras como de espaço físico, fazendo com que atendêssemos um grupo de alunos reduzido em relação aos 100 alunos matriculados no nono ano.

Finalizamos as atividades de 2010, mas a professora de Matemática do projeto já pensava em 2011. Inicialmente estabelecermos um processo de negociação no cotidiano da

⁵⁴ Disponível em: <<http://meninasrobotica.blogspot.com/>>. Acesso em 18 de julho de 2011.

escola envolvendo os gestores, a professora da área de Matemática, os alunos do nono ano do ensino fundamental, as profissionais responsáveis pelo Laboratório de Informática e os responsáveis pelos alunos. Cunha (2000, p. 85) nos ensina que: “A dificuldade que encontramos para compreender o que vivenciamos na escola estava relacionada com o fato dos acontecimentos cotidianos não se encaixarem em explicações simples e lineares, do tipo causa-efeito”.

Já tínhamos enfrentado problemas de espaço e horário na escola, infelizmente, pela demora da aprovação do projeto de robótica, perdemos o único horário em que poderíamos realizar as atividades no Laboratório de Informática. No entanto, ganhamos uma sala somente nossa, onde funcionava o antigo Laboratório de Informática. A estrutura ainda mantinha cabeamento de rede, permitindo, assim, acesso à *Internet*, pois o sinal *wireless* da escola naquele ponto já não alcançava. Para completar o laboratório tínhamos nossos notebooks e uma CPU com capacidade de simular três computadores foi disponibilizada.

Problemas resolvidos, iniciamos as atividades na escola, no entanto decidimos, para cada atividade, criar um *blog* específico que tratasse de apenas aquele assunto. Criamos dois *blogs*, um sobre história da robótica⁵⁵ (FIGURA 34) e outro para a atividade do *Beetlebot*. No blog sobre a história da robótica, trazia as leis da robótica de Isaac Asimov, dos robôs no cinema e na sociedade. É um *blog* informativo que procura desmistificar e informar corretamente sobre a história da robótica que é muito associada às informações repassadas pela mídia e em filmes, transmitindo a ideia de que a robótica é recente.

⁵⁵ Disponível em: <<http://historiadarobotica.wordpress.com/>>. Acesso em 24 de julho de 2011.

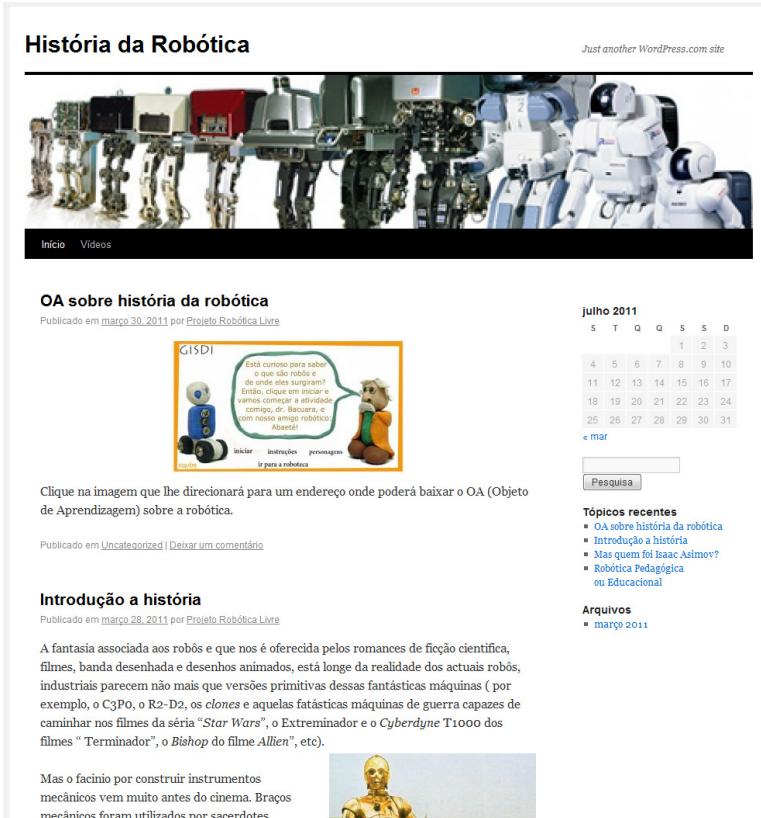


FIGURA 34 Blog de história da robótica

Segundo Pazos (2002, p.6) “os sacerdotes egípcios construíram os primeiros braços mecânicos os quais eram colocados em estátuas de deuses que pretendiam estar atuando sob a direta inspiração do deus representado, sem dúvida, para impressionar o povo com o poder desse deus”. Temos então segundo esse autor um indicador de inicio da robótica na história da humanidade.

Silva (2009) também expõe algumas construções, as quais possuem relação com a história da robótica.

por volta do ano 350 AC, o matemático grego Aquinas de Tarento, criou um pássaro mecânico feito de madeira, capaz de voar por compressão de ar, denominado o "Pombo". No ano de 1492, Leonardo da Vinci (1452-1519) apresentou um croqui de um cavaleiro mecânico, denominado O Homem Vitruviano (ver Figura 3.2), uma de suas mais famosas criações. O homem Vitruviano é o resultado de suas investigações sobre anatomia. No projeto, o cavaleiro tem pernas com três graus de liberdade e braços com quatro graus de liberdade (ombro, cotovelo, pulso e mãos). Os braços são controlados por um controlador mecânico analógico programável, localizado no peito. Já as pernas são controladas através de cabos conectados a locais chaves nos tornozelos, joelhos e quadris. (SILVA, 2009, p.26)

Interessante que esses mecanismos dotados de roldanas e engrenagens não tinham dispositivos eletrônicos atrelados a sua estrutura e possuam relação com a robótica. Outros instrumentos desenvolvidos, menciona Pazos (2002, p. 6), são: o primeiro órgão mecânico em 1770, um “tocador de flauta” automatizado em 1738, e importantes instrumentos de produção têxtil que, na história da revolução industrial, modificaram o processo de produção artesanal.

Pazos (2002, p.7) destaca algumas dessas máquinas: “a fiaudeira de fusos múltiplos de Hargreaves (1770), a máquina de fiar de Cromptom (1779), o tear mecânico de Cartwright (1785) e o tear de Jacquard (1801)”. Acreditamos que existam outros mecanismos que podem ser relacionados à história da robótica e a conceituação do que seja robô. Para nós matemáticos, a “máquina de calcular” também faz parte desses mecanismos.

A palavra robô teve origem em uma peça teatral, cujo significado é um trabalhador que exerce um serviço em forma compulsória (PAZOS, 2002, p. 9). Pensando nesse sentido, muitos instrumentos desenvolvidos pelo homem que realizam tarefas repetitivas e de risco podem ser considerados robôs, assim, vivemos em uma sociedade composta por robôs. Conceituar o que seja robô é uma tarefa complexa, tanto que Oliveira (2007), utilizando como base definições de especialistas em robótica e automação, definiu desde o menor sensor a mecanismos controlados, autônomos, dentre outros, como sendo robôs. Não existe um consenso, tanto que Pazos (2002, p. 11) expõe que “existem muitas definições diferentes, dependendo do ponto de vista e em geral, da área na qual se trabalhe com os robôs.”

Em termos de definição, Oliveira (2007, p.49) propôs “que se trata de características humanas introduzidas em máquinas. Entre essas características destacaríamos a capacidade de decidir em função de determinadas situações, tais como ativação ou não de sensores, os quais podem ser de impacto, cores, passagem do tempo, deslocamento, etc”. Acrescentamos ainda, que a sua constituição física pode ser mecânica, eletrônica ou a integração de ambas.

Toda essa abordagem histórica no projeto nos semestres anteriores foi feita com apresentação e também utilização de um OA (Objeto de Aprendizagem) desenvolvido na UNESP de Bauru no Grupo de Integração de Sistemas e Dispositivos Inteligentes (GISDI). O OA era acessado online⁵⁶ ou poderia ser baixado⁵⁷.

⁵⁶ Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/gisdi/oa/oa_introducao_a_robotica/mat1_ativ1.swf>. Acesso em 24 de set. de 2011.

⁵⁷ Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/gisdi/?page_id=23>. Acesso em 24 de set. de 2011.

Em termos de atividade, a primeira atividade seria do *Beetlebot*, foi desenvolvido um *blog* somente para essa atividade, que intitulamos “Robótica Livre”⁵⁸. A terminologia de robô livre é da Robótica Livre trabalhada por Cesar (2009) e se refere à utilização de sucatas eletrônicas e *softwares* livres para a montagem de robôs. Nós entendemos como sendo qualquer recurso eletrônico que possa ser aproveitado, oriundo da sucata ou não, mas que seja flexível no processo de construção.

Este *blog*, desenvolvido para orientar as atividades de robótica, seria utilizado em outra instituição de ensino fundamental por duas pessoas do nosso coletivo: A companheira IX e o companheiro VII. Seria mais um espaço em que a Robótica Educacional estaria presente, mobilizando o cotidiano da escola.

Em meados de março, já com certo atraso, iniciamos nossas atividades, infelizmente, na semana seguinte, fomos proibidos de dar continuidade. A Prefeitura de Uberlândia cortou todos os projetos do contraturno.

Compreendemos que o trabalho coletivo foi muito importante na constituição e aprimoramento de projetos desenvolvidos ao longo desse semestre. Entendam que, ao falarmos do termo trabalho de projetos, retomamos a Pedagogia de Projetos que

[...] representa uma via de transformação da escola e da sala de aula aí inserida, dando-lhe um novo significado, obteve-se como resultados a própria transgressão de suas regras e práticas convencionais, alterando e redimensionando-a em espaço verdadeiramente educativo. (GIROTTTO, 2005, p.89)

Segundo Girotto (2005), essa expressão de Pedagogia de Projetos é oriunda de um conjunto de teorias desenvolvidas principalmente por dois grupos liderados pela francesa Josette Jolibert e o espanhol Fernando Hernández. A respeito desses escritores, Girotto (2005) completa dizendo que eles retomam clássicos como Freinet, Dewey, Decroly, Bruner, Kilpatrick, Ausubel, entre outros.

Souza Júnior (2002) constata que a Pedagogia de Projeto tem sido recuperada por muitos educadores principalmente pela insatisfação com a falta de objetivos no sentido de valorizar a autonomia dos alunos no seu processo de produção de conhecimentos.

Ao analisarmos a trajetória do desenvolvimento do trabalho coletivo, percebemos que o esforço do grupo foi direcionado principalmente para o aprimoramento das propostas de trabalho de projetos. Esse processo foi realizado num movimento dialético de produção de saberes individuais e coletivos (SOUZA JUNIOR, 2000).

⁵⁸ Disponível em: <<http://robolivredeidia.wordpress.com>>. Acesso em 24 de jul. de 2011.

Durante as atividades do projeto de robótica, nós nos deparamos com um problema de recursos para execução das atividades. No ano de 2009, o apoio ou incentivo conseguido para executar as atividades do projeto se restringia a bolsa de iniciação científica, não havia apoio financeiro para compra de equipamentos ou materiais necessários para o desenvolvimento dos robôs.

Essa dificuldade de conseguir os materiais para montagem de robôs é compartilhada por Barbosa *et al.* (2010)

Um dos componentes mais difíceis de ser encontrado no mercado foram os sensores de fim de curso (Figura 3). Os sensores não responsáveis por interromper o circuito elétrico, paralisando um dos motores. Eles agem como forma de entrada de instruções a serem executadas pelo robô, ou seja, quando sua chave é tocada irá parar um dos motores, como o outro motor força o corpo do robô a girar (BARBOSA *et al.*, 2010, p. 5)

A aquisição de materiais oriundos de sucatas eletrônicas parecia simples, mas constituiu um desafio. Nesse momento, são as atitudes coletivas que revertem o quadro de caos. O primeiro indicador de que precisávamos comprar os itens para construção dos robôs no projeto foi notado durante a aula de robótica. Questionei os alunos como estava a aquisição dos itens para a construção dos robôs. Como o silêncio era uma resposta e, na maioria das vezes, negativa, entendemos que seria o momento de comprar esses materiais.

Foram comprados materiais de solda, alicates e, para cada grupo, um conjunto de peças para construir o robô. Pelo tamanho da cidade de Uberlândia, deveria ser fácil encontrar todos os itens necessários. No entanto, foi desgastante, as lojas de eletrônica não tinham os motores específicos para a montagem do *Beetlebot*.

Substituímos os motores originais 1.5 volts do *Beetlebot* por motores em forma de cilindros, utilizados em leitoras de DVD-Player, CD-ROM. Por uma questão de tempo, esse seria nosso material de trabalho.

Durante uma das aulas de montagem do *Beetlebot*, um aluno buscou refazer a fixação dos motores. Observando o recorte (FIGURA 35) de um dos vídeos de montagem do *Beetlebot*, podemos ver a inclinação dos motores muito fechada, de forma que os eixos consigam tocar o chão e que a carcaça não atrapalhe a locomoção. O formato do motor foi um problema na engenharia do robô, era preciso pensar em como posicionar, seriam necessárias rodas de diâmetro muito superior ao motor, podendo ser pesadas demais para o motor. Assim, o uso de peças diferentes tornou-se um problema, de fixação, montagem de modo a garantir que o robô se locomovesse.



FIGURA 35 Beetlebot em desenvolvimento

Em 2010, a equipe decidiu adquirir os motores apropriados para o robô, graças à *Internet* foi possível comprar as peças exatas. Por meio da empresa Mult Comercial Ltda⁵⁹. compramos os motores. Os sensores foram adquiridos em Uberlândia. Inicialmente, indicamos o local onde os alunos poderiam comprar suporte de pilhas e os sensores, mas a fala de uma aluna foi importante nesse processo.

Quando questionei se o grupo já tinha os materiais, a aluna disse que estava esperando o pai receber para comprar, imediatamente eu dei o que tinha disponível, era o princípio de uma montagem em que eu estava testando um circuito. O valor desses materiais necessários eram no máximo oito reais, a fala da aluna comoveu e gerou mudanças. (NOTA DE CAMPO, 22 DE ABRIL 2010)

Assim, uma educação com robótica, pensando na ótica das condições financeiras de muitos alunos da escola pública, pode tornar-se um entrave no processo de aprendizagem. Mas, os primeiros passos para quebrar essa desigualdade devem ser dados, mesmo sendo com a robótica livre.

A falta de materiais no projeto foi discutida e solucionada pelo coletivo. Até autoelétrica procuramos. Um registro merece ser mencionado. Apenas um aluno conseguiu com sucesso motores utilizados em trava elétrica e vidros elétricos de autos. Lembro o momento em que ele chegou com uma sacola cheia de motores, foi um trabalho remover os motores das proteções em que estavam, no entanto foi um ganho para todos os alunos.

Na atividade da rampa, a dificuldade não foi semelhante. Os materiais foram todos do coletivo. A rampa foi confeccionada fora da escola, de madeira, leve, capaz de ser desmontada e guardada ao término de cada atividade, já que não podíamos deixá-la montada permanentemente no espaço físico da escola ou no Laboratório de Informática, pois constitui

um móvel não planejado para ocupar algum espaço da escola. Já os blocos da Lego foram emprestados por um membro do coletivo. A construção da rampa foi feita de recursos pessoais, quando pensamos em materiais, isso envolve o espaço físico onde locar ou produzir.

As dificuldades do ano de 2009 foram amenizadas, em parte, no ano seguinte, com o apoio da FAPEMIG, foi possível comprar computadores e solicitar os *kits*, além de bolsas de Iniciação Científica. Esse apoio financeiro, no entanto, não permitia comprar materiais de consumo para a robótica (motores, sensores etc.), pois os recursos eram destinados a fins específicos e em quantidade exata. No entanto já era uma evolução, conseguir *kits* de robótica da LEGO.

O que o apoio da FAPEMIG mudaria no contexto do projeto? Considerando as dificuldades que relatamos em montar um único robô com materiais considerados livres, com a aquisição de outros materiais como o *Kit LEGO*, poderíamos eliminar o problema de material em qualquer montagem pensada com o *kit*.

O trabalho com materiais manipuláveis exigiu do coletivo um esforço superior em conseguir tudo o que era necessário, sendo alguns encontrados apenas nas grandes capitais. Como os *kits* da LEGO já possuem um conjunto de peças que, combinadas, podem simular um objeto, podendo assim reduzir em custos de materiais e facilitar as construções dos robôs.

É preciso mais investimento em termos de tecnologia e educação. Quando pensamos no acesso universal à escola e as tecnologias não estamos pensando apenas nos fins da educação, “que implicam definir que pessoas queremos formar e, principalmente, o tipo de sociedade que esperamos construir”(DUARTE, BARROS e MIGLIORA, 2011, p.1), mas principalmente queremos que a partir de uma educação de qualidade, seja possível resgatar no pensamento humano que:

Os interesses econômicos que sustentam a mitologia da superioridade das tecnologias externas a nós sobre as tecnologias do corpo e do pensamento humanos muitas vezes nos fazem esquecer que somos nós os criadores e cabe exclusivamente a nós definir os fins a que devem servir as tecnologias que desenvolvemos. (DUARTE, BARROS e MIGLIORA, 2011, p.161)

Quanto ao espaço físico, com apoio dos gestores da escola, conseguimos lotar o projeto no Laboratório de Informática (FIGURA 36), ocupando todas as tardes da quinta-feira durante o restante do ano.

⁵⁹ Disponível em: <<http://loja.multcomercial.com.br>> .

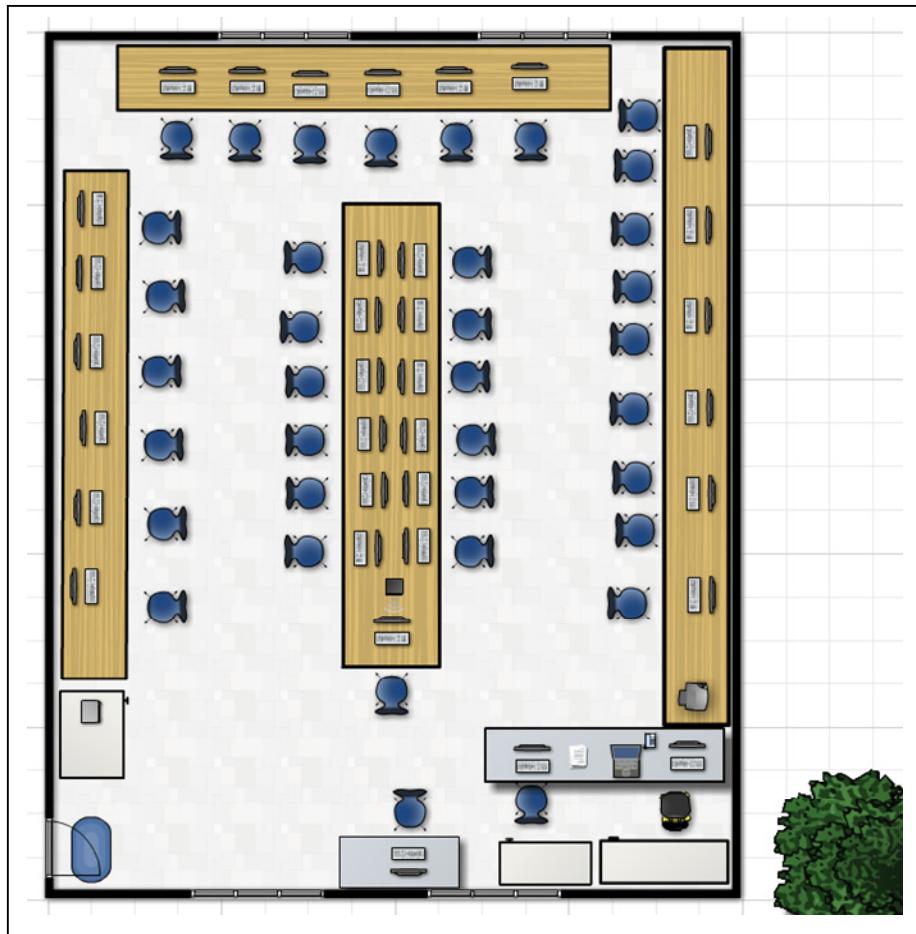


FIGURA 36 Desenho representativo do Laboratório de Informática

O Laboratório de Informática, segundo Pacheco (2011), teve sua estrutura física construída no ano de 2007. Atualmente, ele possui capacidade para comportar 33 alunos. No ano de 2009 o Laboratório tinha quinze computadores com sistema operacional Windows XP, no ano de 2010 recebeu do Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO/MEC mais sete CPUs, sendo uma o servidor, uma com capacidade de simular três computadores e as demais com capacidade para simular dois computadores. Totalizando quinze computadores com sistema Linux para uso dos alunos. O posicionamento dos computadores dentro do Laboratório atualmente permite um espaço de movimentação em formato “U”.

O posicionamento dos computadores em “U” era uma das melhores opções, como nos ensina Cysneiros (2000), no entanto posicionar uma fileira no centro da sala com os novos computadores foi uma necessidade estrutural, nesse ponto, há uma ponderação de Cysneiros (2000) ao dizer que “a escola deve escolher o arranjo que mais se aproxime de sua limitações e seu projeto pedagógico”. A estrutura do Laboratório não deixa a desejar em conforto, iluminação, janelas no alto da parede, ar condicionado, impressoras, *data show*, caixa de som, fones de ouvido para cada computador e todos conectados a *Internet* via *wireless*. A escola

toda possui sistema de *Internet* sem fio, isso reduz cabos e já atende necessidades de projetos como “UCA - Um computador por aluno⁶⁰”.

Em 2010, também por negociação, a escola conseguiu ajustar um horário para o projeto. Ocupamos um espaço comum da escola e, de certa forma, inviabilizamos que outros projetos ou professores do turno da tarde realizassem atividades na quinta-feira.

Estávamos monopolizando aquele espaço, mas não tínhamos outro ambiente ou computadores suficientes para os grupos acessarem a *Internet* e fazerem suas pesquisas, seus *post* e atividades. O quiosque também era um espaço utilizado por nós para as soldagens e campeonato, devido a sua posição estratégica, ou seja, próximo ao Laboratório de Informática.

Outro espaço muito importante no desenvolvimento dos projetos de robótica para a escola foi o Laboratório do RIVED localizado na Universidade Federal de Uberlândia.

Os coordenadores das equipes de Matemática e Química participantes do RIVEDUFU solicitaram um espaço físico dentro da Universidade para a criação de um Laboratório de Informática. Foi cedida uma sala no Bloco B, onde foi montado o Laboratório do RIVED com os computadores que foram enviados pelo MEC como premiação para cada equipe que foi selecionada a continuar no projeto. (CINTRA, 2010, p. 47)

Esse laboratório atendeu desde o projeto RIVED/UFU como a outros projetos, sendo também, no momento, a sede do NUPEME, um laboratório de estudos das mídias digitais. Atualmente, é utilizado pelos membros do grupo e alunos da graduação e pós-graduação, que fazem pesquisa com robótica e mídias digitais.

Concluímos que o processo de aprimoramento do trabalho de projetos possibilitou uma trajetória de busca de recursos financeiros, humanos e de espaço físico que possibilitessem, a cada semestre, melhores condições de trabalho. Indiretamente, essa estratégia nos levou a iniciar a discussão do trabalho com Robótica Educativa no cotidiano da escola pública e da universidade.

Deve-se destacar, ainda, que todo o projeto contou com a participação direta ou indireta de alguns membros do coletivo. Que a participação das professoras de laboratório, da professora de Matemática, dos bolsistas no cotidiano da escola, foi importante na execução e no momento de reflexão e compartilhamento com os demais membros do coletivo, como os professores da UFU, da companheira IX, que não estavam no campo de pesquisa, mas acompanhando e auxiliando em todo o projeto.

⁶⁰ Projeto desenvolvido pelo governo federal com objetivo de distribuir 1 computador portátil por aluno. Mais informações em: < <http://www.inclusaodigital.gov.br/links-outros-programas/projeto-um-computador-por-aluno-uca/> >. Acessado em 27 jun. 2011.

Durante o primeiro semestre em que estávamos acompanhando o trabalho do grupo, vivemos um dilema sobre qual deveria ser o foco de nossa observação. A principal dúvida era se devíamos centrar o nosso olhar sobre o grupo ou sobre os indivíduos. Após muita discussão com outros pesquisadores e consulta à literatura, de acordo com os nossos pressupostos teóricos, decidimos que esta pesquisa poderia ser desenvolvida privilegiando essas duas dimensões, que são complementares. (SOUZA JUNIOR, 2000, p. 60)

Podemos transcrever para o nosso projeto a reflexão de Souza Junior (2000) sobre o singular e coletivo. Por meio de toda essa dimensão humana, que se foi constituindo o coletivo, com participações inicialmente indiretas, como foi o caso do companheiro VII, ações dos indivíduos que participaram contribuíram para o coletivo, possibilitando que alunos de outras escolas, que já tinham experiência com robótica, pudessem compartilhar seus saberes, sua experiência e criar um vínculo com o grupo, permitindo que os alunos tivessem outra referência.

Outras ações iniciadas individualmente, mas negociadas pelo coletivo foram as aulas demonstrativas realizadas por profissionais da LEGO. Graças aos recursos humanos, que outros sujeitos puderam beneficiar-se do projeto, ou seja, os alunos de Informática e Ensino da Faculdade de Matemática – UFU tiveram pela primeira vez na história do curso uma aula de robótica com LEGO.

Dessa forma, um projeto se constitui nas dimensões físicas, econômicas, mas, sobretudo, na condição humana. É preciso que os indivíduos pensem e ajam em prol do coletivo, como foi feito no nosso projeto de robótica, superando as dificuldade e estabelecendo relações de cooperação e troca de saberes para conquistar.

3.2 EIXO II Refinamento do Processo de Interação

Compreendemos que a aprendizagem da Matemática ocorre no processo de interação, na produção e na programação dos robôs. Ferreira (2008) explica a aprendizagem como sendo “algo que necessita do outro, da sua presença para ocorrer e exige um sujeito que não é apenas ativo, mas interativo, porque constrói o conhecimento e se forma a partir de relacionamentos intra/interpessoais (interação) por intermédio de mediações”. A partir das ideias de Vygotsky, ele comenta que:

[...]Sua teoria tem por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento. Para ele a aquisição de conhecimentos se dá pela interação do sujeito com o meio [...] (FERREIRA, 2008, p. 30).

Barbosa *et al.* (2010), no trabalho O Uso de Robótica no ensino fundamental, investigaram a interação dos sujeitos no processo de montagens de robô com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak e comentam que:

[...] é possível ao aluno interessado a construção de conhecimentos e habilidades essenciais à compreensão da montagem e funcionamento de robôs simples e, mais importante, que a utilização do conhecimento apropriado em situações reais (resolução de problemas), de forma intencional e com sucesso também pode ser atingida, constituindo-se na efetiva demonstração de uma aprendizagem significativa (BARBOSA *et al.*, 2010, p. 10).

Nesta pesquisa sobre a compreensão da constituição coletiva de um ambiente de aprendizagem com robótica em uma escola de ensino fundamental na cidade de Uberlândia, procuramos compreender o processo de interação na produção de robôs e no desenvolvimento da aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa, por definição, envolve aquisição/construção de significados. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico dos materiais de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz, diria Ausubel (1963, p. 58). Não seria essa transformação análoga à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky? Os materiais de aprendizagem não seriam, essencialmente, instrumentos e signos no contexto de uma certa matéria de ensino? (MOREIRA, 1997, p. 8)

São mais que instrumentos e signos, são interações com eles e com outros sujeitos que constituirão uma aprendizagem significativa. Compreendendo que a interação para Vygotsky é mediada, onde há um “processo de intervenção de um elemento numa relação” (SILVA *et al.*, 2009).

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não-literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunções⁶¹ preexistentes e, consequentemente, da própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 2009, p.9).

Entendendo que a relação não arbitrária e não-literal significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto importante já presente na estrutura cognitiva do indivíduo, seja na forma de um conceito, imagem ou símbolo (AUSUBEL *et al*, 1980).

Assim, os projetos de robótica, desenvolvidos desde 2009 na mesma escola pública, sendo modificados no movimento histórico do projeto, criaram ambientes favoráveis a uma educação com aprendizagem significativa. Tanto as atividades do *Beetlebot* como a Catapulta proporcionaram aos alunos um momento de reflexão acerca dos conhecimentos Matemáticos com a vida. “A aprendizagem significativa autêntica, por sua vez, pressupõe que a tarefa de aprendizagem seja potencialmente significativa, como também que o aluno manifeste uma disposição para a aprendizagem significativa.” (AUSUBEL *et al*, 1980, p.55)

Logo, procuraremos nesta análise de dados, perceber a caracterização de uma aprendizagem significativa. Para tanto, usaremos alguns indicadores elaborados por Sorandra Corrêa de Lima e Eduardo Kojy Takahashi, no ano de 2011, os quais me foram disponibilizados através de um documento interno⁶². Segundo os autores, a construção destes indicadores tem como referência a teoria da Aprendizagem Significativa, da qual David Ausubel é um dos criadores.

4.1.1 Indicadores para Identificar Intencionalidade do Aluno em Relacionar Novos Conhecimentos a Estrutura Cognitiva.

- Questionar o novo conhecimento
- Persistir, por ações ou questionamento, na busca da compreensão do novo conhecimento
- Concentrar no conhecimento em foco.
- Apresentar, espontaneamente, associação do novo conhecimento com outros.
- Procurar identificar aplicação do novo conhecimento.
- Manifestar, espontaneamente, lacuna ou conflito de idéias

4.1.2 Indicadores para Identificar Material Potencialmente Significativo

⁶¹ Subsunçor é explicado por Moreira (2009) como um conceito construído internamente e justamente a ele que as novas informações farão relação de forma a ganhar sentido, caso contrário a nova informação passa a ser uma aprendizagem mecânica.

⁶² O documento completo com todas as informações sobre esses indicadores estará publicado somente a partir de 2012 em LIMA, Sorandra Corrêa de. **Estudo da Construção de Conceitos Básicos de Eletricidade Nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental Com Uso de Um Jogo Educativo.** (Documento interno). Uberlândia: UFU.2011

- Identificar interesse do aluno pelo material
- Relacionar o contexto do material com sua realidade
- Organizar o conteúdo do material através dos princípios de diferenciação e reconciliação progressiva.
- Compreender os atributos do material.

4.1.3 Indicadores para Identificar Possibilidade de Ocorrência de Aprendizagem Significativa

- Apresentar explicações, com argumentos diferenciados, utilizando o novo conhecimento
- Agir em situações novas utilizando o novo conhecimento.
- Inferir novos conhecimentos a partir do conhecimento adquirido
- Apresentar solução para lacuna ou conflito de idéias
- Relembrar informações associadas um contexto de aprendizagem (LIMA, 2011, p. 50-51).

Para que haja uma aprendizagem significativa no projeto, não implica que os indicadores desenvolvidos por Lima (2011) estejam todos presentes, tanto que um dos principais indicadores é o interesse pelo curso, pelo conhecimento de Robótica. De acordo com resultados do questionário final (FIGURA 37), surpreendentemente, dentre as opções sugeridas, o interesse em conhecimento foi o que mais motivou os alunos a participarem das atividades, em seguida a opção tecnologia.



FIGURA 37 Gráfico sobre motivação pela robótica.

Na opção “Outras”, duas contribuições foram dadas: “Para ter um curso de robótica no currículo.” e “Brincadeiras”. O interesse em Robótica se deve mais pela proximidade de uma realidade que eles desconheciam.

“Achei a robótica interessante, porque mostra coisas que eu não conhecia, como o Lego e também o passeio na UFU mostrou coisas que eu até então só tinha visto em televisão” (CONSIDERAÇÃO DE UM ALUNO NO QUESTIONÁRIO FINAL (ANEXO VII))

Como o projeto de robótica trabalha com tecnologia, a escola disponibilizou um laboratório de informática com acesso à internet e entendíamos que era importante integrar

essas diferentes tecnologias na constituição de um ambiente de aprendizagem. Assim, para constituir uma interação com os sujeitos da pesquisa

Optamos por utilizar o blog como forma de comunicação, expressão e registro dos dados. O blog por mais que sua construção seja realizada em um servidor e tendo layouts padrões com possibilidade de edição constitui uma forma de inclusão digital, expressão de uma identidade, das opiniões e criatividade. Explico, que apesar de todos terem contato com a Internet, as limitações de uso restringe a acessar produções de autoria de outras pessoas, falta estímulo e incentivo a fazer seu próprio blog. Ensinando a fazer seu blog estamos possibilitando uma maior integração a comunidade virtual. (NOTA DE CAMPO, 28 DE JULHO 2010)

Mais que interagir com a comunidade virtual, queríamos ter acesso a informações atualizadas e opiniões diversas. Além disso, vídeos que ensinam e divertem tornam-se uma referência de produção entre os alunos, o princípio de uma ideia a ser melhorada ou desenvolvida. O *blog*, para o trabalho de projeto, agiria como um recurso de interação entre os sujeitos da pesquisa (alunos e professores) e uma nova aprendizagem.

Durante as entrevistas, foi feita a seguinte pergunta: “O que você achou de construir um *blog* e publicar suas atividades no mesmo?”. Em resposta a isso, obtivemos:

Aluno 01: É, bom, eu já tinha um *blog* antes de entrar no projeto, mas eu achei legal, porque é diferente de você ter um *blog* tipo assim, pessoal, e mais duas pessoas, o grupo era de três, então assim, é para escolher nome essas coisas assim, é engraçado demais, senha..

Positivo, tem um monte de coisas, assim você publica tudo que você quiser lá então, assim, é as vezes é mais fácil, você não tem muito contato assim, você ter que falar que é você que ta escrevendo..

Negativo, as vezes é meio difícil você achar alguma ferramenta, essas coisas..

Aluno 02: Eu achei legal, antes eu achava que criar um *blog* não era muito bom que não ia ter muito visitante, que faltava ideia e assunto, por causa que eu não sabia o que eu ia publicar da minha vida para uma pessoa estranha ver. Lógico que eu não tenho nenhuma aventura na minha vida. Tipo assim, alguma coisa que eu possa publicar, mas com a robótica eu gostei até de fazer esse *blog*, por causa que tem até um ponto de vista, que tem mais alunos participando e brincando também. Por que nunca gostei desses negócios.

Prof: antes então você nunca tinha publicado um *blog*?

Aluno 02:Tinha não, meu pai me ensinou a fazer mas eu nunca fiz.

Até dentro da matéria, do assunto, da oportunidade que surgir, mas até tenho

Os pontos positivos é que você vai publicar suas ideias pra as outras pessoas verem e criarem novas ideias com base no seu..

Negativo porque poucas pessoas sabe desse *blog* e poucas pessoas entram nesse *blog*, por causa que as vezes não tem interesse na matéria ou que não sabe que eu tenho um *blog*. (TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM ALUNO 01)

Entre os alunos, trabalhar com *blog* era interessante, para aqueles que já tinham conhecimento, por meio da robótica, se sentiram motivados, pois tinham algo a mostrar. A fala do aluno 02, ao se dirigir aos pontos negativos do *blog*, mostrou que a publicidade, ou a falta dela, incomoda, que o interessante de um *blog* é que os outros vejam o seu trabalho, que o autor daquele blog tenha reconhecimento.

Desenvolver um blog para esses alunos é um novo conhecimento, uma nova prática, diferente dos conhecimentos que já possuem em informática, mesmo para aqueles que já fizeram algum curso. Dos alunos que responderam ao questionário final, 15 realizaram algum curso de informática, de conhecimentos básicos sobre ferramentas de pesquisa, editores de texto, tabelas e apresentação. Além disso, sobre sistemas operacionais, tendo apenas dois alunos que estudaram ferramentas avançadas de edição de imagens e criação de materiais virtuais em 2D e 3D voltados em sua maioria para animações e jogos virtuais.

Conhecer e fazer um blog tinha a motivação na robótica, no entanto despertou o interesse para outras funcionalidades do blog, como o reconhecimento autoral. Se retomarmos aos indicadores de Lima (2011) podemos identificar primeiramente o interesse pelo trabalho, pelo novo conhecimento de *blog*; também uma aplicação deste em sua vida e o questionamento dele ser positivo ou negativo. E esse debate interno, fruto das interações sociais com outros sujeitos, em algum momento, definirá se será deletado ou postado.

A necessidade de proporcionar um ensino atualizado com as tecnologias disponíveis na sociedade, principalmente nas tecnologias da informação, se respalda na necessidade de educar o sujeito a utilizar de forma correta o potencial das ferramentas no seu crescimento intelectual e, consequentemente, sua contribuição no desenvolvimento social.

No questionário final aplicado, um dos resultados apontou que nas pesquisas escolares o grupo de alunos que participou do projeto apresentou como principal fonte de consulta a internet. A popularização do computador e do acesso à internet tende a favorecer o crescimento deste número, pois diferente da década de 90, por exemplo, o século XXI tem, através da internet, uma maior quantidade de informações atualizadas, disponíveis com um só clique, reduzindo o tempo e trabalho que as pesquisas em livros poderiam ocupar.

Com o número de materiais disponibilizados na internet, a velocidade e eficiência que alguns buscadores tiveram em desenvolver suas ferramentas para buscar e apresentar ao usuário o maior número de informações popularizou alguns nomes como ícones do setor de busca, exemplo: dissono Brasil e o Google. Além de buscadores, os alunos têm procurado ajuda em um recurso pouco conhecido entre os professores como fonte de resolução de problemas e atividades escolares que é o “Yahoo Respostas”.

A capacidade de comunicação entre os usuários da internet tem garantido uma mudança de hábitos e comportamentos. Se, antes a interação com os dados da internet poderia ser considerado pequena, hoje as possibilidades de comunicação permitem que os usuários da rede se comuniquem, troquem opiniões e até construam conhecimento, mas no processo ensino aprendizagem com internet devemos repensar a constituição de um ambiente favorável a uma aprendizagem crítica.

Para desenvolver um ambiente de aprendizagem investigativo de robótica, utilizamos a metodologia *Webquest e blogs*, pois em 2009, ao usarmos o *blog* mestre para gerar interação entre professores e alunos, o *blog* foi transformado em apenas um espaço de notícias e algumas orientações de atividade. Dessa forma, em 2010, retomamos com o *blog*, introduzindo *Webquest* no processo de orientação, objetivando maior resposta ou interatividade dos alunos nas atividades.

O programa aprendiz estimula a competição e capacidade de se realizar uma tarefa. A ideia central da webquest de robótica é mobilizar os alunos a produzir um robô, divulgar e vender essa ideia para os colegas. O melhor *blog*, onde será o portal de divulgação da construção e propaganda será aberto para a escola para que outros possam desenvolver o robô. A ideia é interessante, mas esbarrava em um fator de estímulo a competição. Seria isso bom? Para o capitalismo é uma exigência, mas na nossa perspectiva de trabalho coletivo isso seria questionável, pois os *blogs* estariam fechados, os grupos não poderiam interagir opinando em melhorias para os projetos. Essas questões foram socializadas entre o grupo, tínhamos receio da atividade ser desmotivadora, precisávamos de um estímulo, a competição foi uma proposta aceita e aprovada pela professora da turma. Decidimos isso, desenvolvemos a webquest onde os grupos desenvolveriam papéis de engenheiro, desenvolvedor, marketing e empresários. (NOTA DE CAMPO, 07 DE AGOSTO 2010)

No segundo semestre de 2010, como pode ser observado no registro de campo acima, mudamos a tarefa da *Webquest* em parte, era preciso mais motivação, mais ação. Se compararmos a atividade do *Blog* mestre do primeiro semestre com a atividade do *Blog* mestre do segundo semestre (FIGURA 38), poder-se-á perceber as mudanças na abordagem de ensino.

1) Base do robô:

Ao falar da base do robô procure contemplar essas questões:

Quais formatos para bases podemos utilizar? Ou só existe apenas um formato?

Qual o tamanho máximo e mínimo da base?

Se a base for circular como calculo sua área? E se for quadrada?

2) Motores:

Como devo posicionar os motores? Justifique

Ambos a frente, atrás, no meio ou qualquer lugar?

É preciso matemática para posicionar os motores?

A força dos motores varia de acordo com as pilhas? Explique

3) Sensores e antenas.

FIGURA 38 Tarefa do Blog Mestre do 2º semestre de 2010

No ano de 2009, ao desenvolvemos a atividade da rampa, observamos uma limitação de abordagem de conhecimentos matemáticos, ou seja, representar a atividade ou parte dela na forma de uma teoria matemática de acordo com o nível de conhecimentos dos alunos.

Considerando que nosso foco era trabalhar intuitivamente e de forma lúdica, não fizemos qualquer tratamento aprofundado de conteúdos. A atividade da rampa inclinada cria um ambiente de aprendizagem multidisciplinar, pois existem vários conceitos que explicam o movimento, os carrinhos, a atividade num modo todo.

Em certo momento do projeto, houve um questionamento sobre a aprendizagem com robótica. Ensinava-se alguma coisa com a robótica? Pensando nisso, buscamos falar um pouco de Matemática utilizando a rampa como plataforma de ensino. Convidamos uma aluna da graduação para mostrar um pouco de Matemática com o teodolito. A abordagem foi enriquecedora para os alunos, um momento de prática dos conhecimentos já estudados por eles em termos de geometria. Mas, a lição que a rampa nos deixou foi a sua complexidade em trabalhar conceitos de Matemática. O coletivo ainda precisava elaborar melhor como relacionar rampa, carrinho e Matemática.

Assim, o primeiro semestre de 2010 iniciou-se com o *Beetlebot*. Uma das discussões iniciais sobre essa montagem estava ligada à base do robô, começamos então, os primeiros passos para discutir Matemática com a robótica, ou seja, na sua construção.

Partimos de uma tarefa simples, era a introdução da *Webquest* no *Blog*. A tarefa tinha algumas questões a serem pensadas e respondidas pelos integrantes da equipe.

Qual a base do seu robô?
 Por que escolheu essa base?
 Qual o tamanho da base de seu robô?
 Qual a vantagem e a desvantagem de escolher esta base do seu robô?
 (Disponível em:<<http://roboticaepsom.wordpress.com/projeto-beetlebot-dialogando-com-a-matematica/>>. Acesso em 20 de jul. 2011.)

O tutorial do robô considera base circular, pensar outras bases, buscar na Matemática, na geometria e discutir as formas geométricas das bases, resgata conceitos e proporciona um ambiente de debate ativo. No segundo semestre de 2010, ao desenvolver o robô novamente e iniciar um novo diálogo com a Matemática tivemos o seguinte resultado:

Prof: O formato. O formato é livre ou não?
 Aluno: É livre!
 Prof: É livre? Quem falou livre?
 Aluno: Eu!
 Prof: Por que é livre?
 Aluno: Agora você fala....(risos)
 Prof: Será se dependendo do formato, se for retângulo, será que o Beetlebot num vai esbarrar em um objeto e parar?
 Vários alunos falando ao mesmo tempo...
 Prof: Perai, um de cada vez...
 Aluno: depende dos sensores, do tamanho antena...
 Prof: E se tiver antena pequena?
 Aluno 2: ai vai encostar e pegar... (FILMAGEM, M2U00957, 9SET10)

Esse caminho metodológico gerou uma discussão: na escolha da forma geométrica, no segundo semestre de 2010, esse debate foi aprofundado. O diálogo acima proporcionou as seguintes questões melhoradas para o segundo semestre:

Quais formatos para bases podemos utilizar? Ou só existe apenas um formato?
 Qual o tamanho máximo e mínimo da base?
 Se a base for circular como calculo sua área? E se for quadrada? (Disponível em: <<http://roboticaempsom.wordpress.com/projeto-beetlebot-dialogando-com-a-matematica/>>. Acesso em 20 de jul. 2011.)

As respostas às questões envolvendo a base do robô tinham bifurcações, ou seja, novas perguntas. Não importava a base, o robô poderia sofrer ajuste em outras partes a ponto de garantir sua locomoção. Mas a área era a grande questão. Tanto que essa atividade foi melhorada. Nesse mesmo diálogo, o professor solicita que, ao pensar na base, pensem no

tamanho. O tamanho mínimo da base está relacionado a dinamizar o uso de espaço e deixar o robô mais leve. A atividade permitiu rever cálculo de área de figuras planas. Em termos de Aprendizagem Significativa, temos um conhecimento novo sendo discutido e soluções para os problemas envolvendo a construção.

Para complementar a Matemática, Cerciliar, Cardoso e Marco (2010) desenvolveram uma atividade com material concreto, para trabalhar círculo e suas propriedades, mais especificamente o comprimento de uma circunferência e área de círculos. Concluindo que

O desenvolvimento do projeto possibilitou a realização de um trabalho em sala de aula, no qual os alunos participaram efetivamente, amenizando suas dificuldades na visualização geométrica e estimulando-os a deduzir fórmulas e propriedades matemáticas. (CERCILIAN, CARDOSO, MARCO, 2010, p.5)

Todo esse trabalho com o *Beetlebot* culminou em um *Blog*⁶³ (FIGURA 39) exclusivo para sua construção.

FIGURA 39 Blog Robótica Livre

Como já mencionamos, utilizamos a metodologia *Webquest* para orientar as atividades e criar um ambiente de reflexão e produção. Além disso,

⁶³ Disponível em: <<http://robolivredeudia.wordpress.com>>. Acesso em 24 de julho de 2011.

Este modelo de navegação pela Internet, criado por Bernie Dodge ajuda educadores a alcançarem, entre outros, os seguintes objetivos: modernizar modos de fazer Educação, garantir acesso a informações autênticas e atualizadas, promover aprendizagem cooperativa, desenvolver habilidades cognitivas, transformar ativamente informações (em vez de apenas reproduzi-las), incentivar a criatividade, favorecer o trabalho de autoria dos professores e propiciar o compartilhar de saberes pedagógicos. Nesta metodologia, os alunos são instigados a buscar na rede mundial de computadores informações necessárias, a fim de poderem resolver um problema significativo. O tratamento da informação ultrapassa o simples registro de dados, da tarefa de copiar e colar, exigindo dos discentes a interpretação, seleção, comparação e compilação de dados. Além disso, o papel do professor se torna ainda mais importante, no momento em que o mesmo passa a agir como orientador ou facilitador. Assim, acompanhando todo o desenvolvimento da tarefa e desafiando o aluno a refletir constantemente sobre os significados envolvidos. (CARDOSO & SOUZA JUNIOR, 2008, p. 5)

Como o cerne de uma *Webquest* é a Tarefa, apresentaremos a seguir a tarefa de construção do *Beetlebot* que tem sido melhorada a cada semestre. O objetivo é proporcionar um ambiente de reflexão e criação.

Tarefa

Para se construir o robô devemos usar de nossa imaginação e criatividade para produzir com menos custo, respeitando a natureza e sem desperdício de matéria prima. Para o desenvolvimento desse projeto você deve realizar cinco atividades.

A construção de um robô exige muito de diferentes profissionais. Cada elemento do grupo exercerá um papel profissional ao longo do desenvolvimento do projeto. Vocês devem decidir qual vai ser o papel de cada aluno no grupo.

O aluno que tiver o papel de Analista deve ficar responsável pela primeira atividade. O aluno que tiver o papel de Jornalista ficará responsável pela segunda atividade. O aluno que for projetista ficará responsável pela terceira atividade. A quarta atividade ficará sob a responsabilidade do engenheiro Elétrico e a quinta atividade ficará sob a responsabilidade do Engenheiro Mecânico.

Atividade I:

- Produza o *Blog* desse Projeto
- Veja os vídeos sobre beetleboot e pesquise outros vídeos ou informações sobre este robô e poste em seu *blog*.
- Faça uma análise dos projetos de robô, encontrados na *Internet*.

Atividade II:

- De um nome para o robô. Justifique esta escolha
- Enumere os itens necessário para construção do beetlebot com base no manual e comece a pensar no seu beetlebot.

Atividade III:

- Faça o desenho do robô, utilizando o *software paint*.
- A base do robô pode ser de qualquer forma geométrica? Justifique a escolha da base do seu robô.
- Qual o tamanho da base do seu robô? Qual a sua área?

Atividade IV:

- Escolha os motores que você vai utilizar. Justifique esta escolha.

- Faça o estudo sobre o lugar (ângulos) em que os motores podem ser colocados? Justifique a sua opção.

- Onde deve ficar o suporte de pilhas? Justifique sua opção?
Atividade V:

- Para que serve os sensores? Qual a função das antenas?
- Onde devem ficar os sensores? Justifique
- Qual o melhor tamanho de antena? Justifique

Processo:

Em todo projeto temos caminhos e escolhas que devemos fazer. Para que não fique perdido vamos começar fazendo seu *e-mail*. Na escolha do nome de seu *e-mail* seja criativo, pense com seus colegas um nome de guerra que servirá para o seu *blog*.

Feito seu *e-mail* vamos aprender a construir um *blog*. Quanto terminarem de construir seu *blog*, lembre-se, ele é do seu grupo, o design é todo seu, faça a cara do seu grupo.

O endereço do seu *blog* será disponibilizado na página principal do nosso *blog*, para que os outros grupos visitem o seu *blog* e veja o que está fazendo e lhe dê sugestões.

Você também deverá visitar os outros *blog* e deixar comentários que ajudem seus colegas a aprender mais e mais. O saber deve ser compartilhado e construído em equipe.

Não faça críticas ou deixe *posts* ofensivos. Respeite o próximo. *Bullying* virtual jamais!!!!!!!

Faças as atividades e *post* sempre em seu *blog*, seu grupo está sendo avaliado pelos tutores e colegas. Utilize os recursos como fonte de pesquisa para responder as questões propostas na tarefa de construir o robô *Beetlebot*.

As questões investigativas propostas para a montagem do *Beetlebot* tiveram modificações de 2009 até 2011. Iniciamos com apenas a montagem do *Beetlebot*, em uma segunda etapa procuramos relacionar Matemática com a montagem, discutimos principalmente a forma geométrica que o robô poderia ter. O raciocínio lógico estava presente nos diálogos sobre como montar o robô. Da Matemática, já aprofundamos na complexidade de uma aplicação e desenho dessa montagem. Nesta última tarefa do *Beetlebot*, buscamos explicitar mais conceitos de Matemática, além das formas geométricas, a simetria e ângulos.

Disponibilizar a *Internet* como fonte de pesquisa é uma educação tecnológica, temos que orientar a utilização dessas ferramentas da melhor forma possível, de modo que haja aprendizagem, que a pesquisa não seja copiar e colar informações, mas refletir sobre as informações às quais tem acesso. Preparar o sujeito para a sociedade implica torná-lo crítico e capaz de usar seus conhecimentos no desenvolvimento social.

A metodologia Webquest trabalha com processo, parece um tutorial, no entanto, cria uma cultura de como agir, organizar os pensamentos e ações. A respeito da abordagem metodológica de trabalho, com atividades orientadas pela internet, tivemos uma resposta positiva com índice de 29 alunos marcando as opções bom e ótimo. Conforme demonstra o

relatório final, a maioria não teve ajuda direta, certamente foram mostrados a eles os primeiros passos e o como fazer, mas não duvidamos que os demais passos foram construídos sobre os acertos e erros. Um exemplo claro deste nosso pensamento está na seguinte contribuição presente em um questionário: “ O meu pai me ensinou o básico e eu fui aprendendo sozinho”.

Houve o apontamento do lar, da família para a iniciação desses alunos em suas primeiras navegações pela internet. A escola não foi lembrada, mesmo sabendo que há profissionais nas escolas públicas de Uberlândia preparados para atender essas necessidades sobre domínio das ferramentas computacionais. Se os alunos não se lembraram disso, deve-se mais pela convivência com essas tecnologias em outros ambientes (casa, *lan-house*, etc.), tendo em raríssimos casos a ajuda da escola. Apesar disso, a escola precisa intervir, educar digitalmente, instruir sobre direitos e deveres digitais.

Ao adotarmos a atividade intitulada “O Aprendiz de Robótica” pensando no programa de televisão conhecido pelos alunos, tivemos, de acordo com resultados do questionário final, uma aceitação da idéia e da atividade em si de mais de 70% dos participantes do projeto. Tanto que os resultados desta atividade no projeto produziram um robô com finalidades domésticas. A tarefa exigia uma nova produção, não era apenas entender como se construía um Beetlebot e fazê-lo, desejamos que fosse criado um novo robô como uma aplicabilidade. Esse momento foi de instabilidade, conforme já mencionamos na trajetória. Reproduzir é fácil, produzir algo é difícil, mas não impossível.

A equipe “Meninas Robóticas” desenvolveu um robô com nome de Hachi (FIGURA 40). A escolha do nome foi decidida pelo grupo após terem feito uma enquete. Inicialmente, o projeto deste grupo, segundo consta registrado no blog delas, foi pensado em um robô lava louças, no entanto, por questões materiais e pela complexidade do projeto, o grupo teve que desenvolver uma estratégia nova, um robô cuja função seria limpar o chão por onde passa.

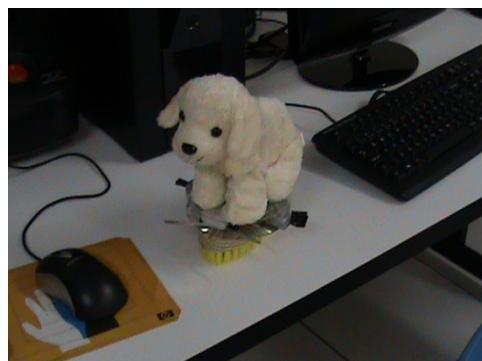


FIGURA 40 Robô Hachi (Equipe Meninas Robóticas)

Já a equipe “Xisde”, inicialmente pensou um projeto que atendesse o ramo de jardinagem e fosse possível ser controlado à distância. Os materiais adquiridos e disponibilizados na construção foram incompatíveis, o peso e a potência do motor não permitiria ao robô se locomover. Aquele projeto precisava de uma oficina para manusear os materiais certos. Inicialmente, o grupo se sentiu incapaz, mas por intervenção do coletivo, orientamos os alunos a guardar a ideia para outro momento e pensar em algo dentro das possibilidades. Para auxiliar todos na sala, levamos algumas possíveis bases para os robôs em desenvolvimento, sendo uma delas utilizadas pelo grupo e construído um Robô Alarme (FIGURA 41). Na apresentação final do projeto esse grupo desenvolveu, sem auxílio nosso um vídeo e publicou no youtube.



FIGURA 41 Robô Alarme (Equipe Xisde)

A equipe “Zoa” desde o princípio do projeto teve um interesse especial pela espionagem, tanto que o robô pensando pelo grupo tinha cunho de espionar. O robô espião (FIGURA 42) já existe no mercado para o público, mas é um brinquedo extremamente caro. A versão dos alunos começou a ter problemas no processo de transmissão das imagens. Inicialmente, o grupo procurou câmeras com a capacidade de enviar informações no modo *Wireless*. Porém, o valor para aquisição era fora do orçamento de qualquer membro do projeto. Apesar disso, o grupo buscou alternativas com câmeras que pudessem ser retiradas de algum aparelho e adaptadas à ideia do grupo. Por fim, uma *webcam* doada a robótica foi desmontada e colocada no robô que tinha um cabo USB conectado para transmitir as informações, superando os problemas.



FIGURA 42 Robô espião (Equipe Zoa)

A equipe “Robótica Maluca”, a princípio, pensou um robô chaveiro para carregar chaves, em seguida um robô porta refrigerante, para levar a bebida a quem quiser. A implementação dessas ideias não chegou a ser nem iniciada, pois o primeiro conflito, segundo o grupo, foi exatamente em definir qual seria a aplicabilidade do robô. Considerando que eles precisavam ter que vender essa ideia a outras pessoas, acreditamos que o grupo procurou nas necessidades cotidianas deles uma função que fosse aceita como prioridade. Assim, nasceu a ideia do “Robô Clean House” (FIGURA 43), que limpa lugares difíceis de serem alcançados e não prejudica as costas, assim é a propaganda do robô (FIGURA 44). Diante de alguns problemas que o grupo teve no projeto foram necessárias novas estratégias. Uma dessas dificuldades foi no processo de construção, com o posicionamento de sensores e tamanho das rodas versus potência dos motores.



FIGURA 43 Beetlebot Joaninha Clean House (Equipe Robótica Maluca)



FIGURA 44 Propaganda da Equipe Robótica Maluca

A equipe “Três mosqueteiras” criou o Robô Varredor (FIGURA 45) e foi a que mais mudou de projeto. O primeiro protótipo foi o braço mecânico, mas por não encontrarem uma solução de fazê-lo movimentar com os poucos materiais que tinham, decidiram projetar um apontador elétrico, mas o motor não atendia às necessidades do grupo, em seguida pensaram um purificador de ar, para sugar a fumaça do cigarro. Todos os protótipos ficaram no desenho, nenhuma estratégia estava funcionando e o tempo ficando curto. Para a surpresa de todos, a equipe desenvolveu um robô com base em um carrinho de controle remoto que varresse o chão.

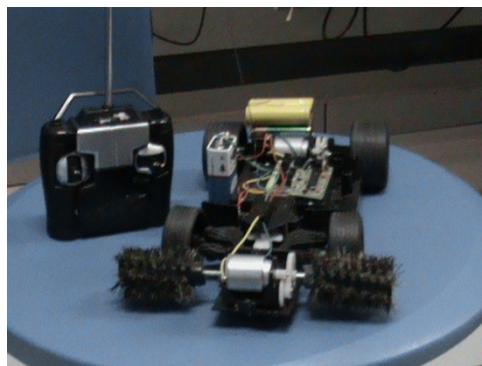


FIGURA 45 Robô Varredor (Equipe Três Mosqueteiras)

Com a equipe “Megatron” a concepção de uma aplicação pareceu ser simples, pensaram em um robô baleia que carregasse objetos; e um robô borracha, mas a segunda opção foi logo descartada. Logo o grupo ficou com o robô porta objetos chamado “Roleia” (FIGURA 46). Parte dos objetos a equipe conseguiu em casa, uma antiga base para se conectar a um secador de cabelo para agir como ferro de passar, CD-ROM, motores, sensores e material E.V.A (Etil Vinil Acetato).



FIGURA 46 Roleia (Equipe Megatron)

A equipe ANP teve dificuldade em pensar em uma aplicação para o seu robô. Dessa maneira, tentaram uma via diferente, construir uma roda gigante, que o coletivo de professores apoiou. Contudo, segundo eles, um problema, o material – espetos de madeira – não resistiu à força empregada pelo motor (FIGURA 47). Além disso, o tempo não estava a favor, infelizmente o grupo não conseguiu concluir o projeto.



FIGURA 47 Inicio da Roda Gigante (Equipe ANP)

Na equipe MJL os conflitos entre os membros do grupo atrapalharam um pouco a construção do robô. Inicialmente, pensaram em um porta coisas, depois em um robô com controle remoto, por fim também idealizaram um robô que ajudasse na limpeza de casa. O robô ficou finalizado com uma estrutura de carrinho (FIGURA 48).



FIGURA 48 Carrinho Robô (Equipe MJL)

Por fim, a equipe “2 homens e 1 segredo” que iniciou com um projeto diferente, um robô relógio despertador, que andasse quando despertasse, tentou resolver o maior problema do protótipo, fazer o robô ligar quando o despertador ativasse. Nas pesquisas, o grupo encontrou sua ideia pronta, mas o valor estava acima das nossas possibilidades. Diante do problema, decidiram traçar um novo caminho: pegar uns *leds* e fazer um robô “Lanterna Verde” (FIGURA 49), cuja aplicação seria indicar obstáculos durante uma noite sem luz elétrica, pois o robô ligava os *leds* quando batia em um obstáculo.



FIGURA 49 Robô Lanterna Verde (Equipe 2 homens e 1 segredo)

Para finalizar esse trabalho, foi criada uma enquete no blog central, aberta ao público para definir qual equipe seria a vencedora. Para que o público analisasse as produções, no blog central foi disponibilizado os acessos aos blogs de todas as equipes. Esse foi um único momento em que todos os blogs dos alunos estiveram desbloqueados. Com base nos resultados da enquete aberta por uma semana, apontou que o robô da equipe “Meninas Robóticas” era o melhor.

De todo esse trabalho na construção dos robôs, podemos destacar entre os indicadores de Lima (2011), o questionamento do novo conhecimento e procurar identificar uma aplicação, pois pensar uma aplicabilidade para um robô é uma quebra da rotina de aprendizagem e contempla esses indicadores, os alunos tiveram, além disso, que utilizar seus conhecimentos construídos, focalizando no objetivo da atividade. O interesse em produzir o robô se expressa claramente nos resultados de cada equipe. Dentre todos os indicadores, o mais evidente foi apresentar solução para lacunas ou conflitos de ideias, ou seja, os problemas que cada equipe teve no processo de construção e autoria exigiram novas estratégias, que todos conseguiram elaborar, mas nem todos implementaram a tempo.

Em 2010, a outra atividade desenvolvida foi a da catapulta. Esse projeto já tinha sido trabalhado anteriormente por integrantes do coletivo. No entanto, não como uma montagem robótica.

Fomos direto para a sala dos professores levando as catapultas, quando chegamos na sala havia apenas uma professora, como eu lia um jornal sobre a mesa dos professores, chegou uma professora, viu as catapultas, curiosa perguntou o que era e já foi mexendo, o que mais me chamou a atenção foi o entusiasmo de olhar, mexer e chamar uma colega que acabava de chegar, para lhe mostrar as catapultas. [...] (NOTA DE CAMPO, 10 JUNHO 2010)

Após um período de pesquisa e manipulação de simuladores virtuais (jogos) de catapulta⁶⁴ (FIGURA 50), os alunos iniciaram o projeto de suas catapultas. A falta de material nesse momento também atrapalhou as equipes. Mas, cada um procurou alternativas e construíram suas catapultas. Além de construir os artefatos robóticos, desejávamos relacionar o saber matemático de equações do segundo grau com a montagem robótica da catapulta. Acreditamos que o potencial motivacional se deve ao seu caráter lúdico de ensino. É a representação de uma arma medieval, diferentemente dos objetos de guerra, naquele momento suas versões construídas pelos alunos em escala muito menor são vistas como brinquedos. Que lance a primeira pedra quem não brincou de jogar pedras em alvos.

Trabalhar com a catapulta tinha cunho educacional, assim, desenvolvemos a atividade para proporcionar uma aprendizagem mais rica de equações de forma prazerosa.



FIGURA 50 Jogos e simuladores

⁶⁴ Disponível em: <<http://www.roboticaempsom.wordpress.com>>. Acesso em 20 de jul. 2010.

Para explorar a Matemática decidimos por estudar a mecânica da catapulta. Utilizamos jogos e questões investigativas que permitissem a constituição de uma ambiente de aprendizagem no processo de construção. Entendam que construir e refletir sobre a catapulta aconteceu no mesmo período. Somente com as catapultas prontas que iniciamos o tratamento matemático.

Observando o *post* (FIGURA 51) de uma das equipes de 2010, em resposta a algumas questões levantadas, podemos notar a utilização dos termos velocidade e ângulos. No entanto, na questão D no *post*, o grupo não tinha os dados necessários para determinar a equação do segundo grau. Os dados de que o grupo necessitava eram a distância em que o objeto caiu após lançado e a altura máxima.

delta robotica

quinta-feira, 24 de junho de 2010

A) O projétil descreve sempre a mesma curva? Por quê?
Não. Pois a força de lançamento e a velocidade inicial não será a mesma.

B) É possível o projétil do canhão fazer diferentes trajetórias e atingir o castelo? Justifique.
Sim. Pois a distância do alvo pode diminuir ou aumentar consequentemente a força de lançamento e o ângulo será diferente para acertar o alvo.

C) Como se determinaria matematicamente a trajetória desta bala em qualquer situação?
Se determinarmos a distância do alvo que será atingido, consequentemente vamos saber a força que poderemos usar no canhão no impulso inicial e sua trajetória.

D) Expressse matematicamente uma trajetória de uma bala de canhão.
Preciso saber qual a distância para atingir o alvo, sua altura e o valor percorrido. Sem estes dados não vou reconhecer a incognita da operação matemática e muitos menos seus números naturais.

Postado por delta robotica às 11:24 0 comentários
quinta-feira, 17 de junho de 2010

a) O ângulo de lançamento interfere no alvo que o objeto irá atingir?
Sim. Porque cada vez que distanciamos mais o objeto eleva sua velocidade e a sua altura.

FIGURA 51 Post sobre catapulta da equipe Delta

Para não gerar confusão, orientamos utilizar apenas um tipo de dado: a distância, ou seja, o ponto inicial e final. Dessa forma, estaríamos considerando que o projétil é lançado da posição (0,0) e cai a (x,0). Tendo os valores de X, podemos determinar qualquer equação do segundo grau sem entrar em detalhes de ângulo de lançamento e velocidade⁶⁵.

“Aluno 3: Eu vou falar de catapulta, primeiramente o que catapulta tem haver com robótica? Assim, com a colega falou robótica não é tudo aquilo ligado a fios, a fios elétrico, tecnologia mais avançada. Uma catapulta, alias, um robô ele é considerado, a catapulta é considerado um robô porque ela executa uma tarefa que o ser humano não consegue fazer, isso é definição de robô, ou também a catapulta foi feita porque o ser humano não conseguia utilizar, sem ela ele não conseguia guerriar, então mas na escola a gente aprendeu, que todos nós montamos catapulta e fizemos campeonato, nesse campeonato tínhamos que atingir um alvo, através da primeira tentativa a gente já sabia o que faltava e o que passava através de uma equação do segundo grau. No ponto zero de onde que ela é lançada até a distância máxima, a gente retira as raízes e faz uma equação. A gente também aprende geometria, essa catapulta ela é angular. Por que angular? Porque o que varia nela é o ângulo, não a força, como na maioria das catapultas. Se por aqui a gente controla se ela vai mais longe ou mais perto, então assim, isso facilitou bastante, agora aqui, essa é totalmente contraria da outra, a variável é a força, o ângulo é sempre 90, então a força dela pode ser alterada, na outra não. E essa não tem nenhuma variável.....

Aluno 6: ela não varia a variável, ela tem mesmo ângulo e mesma força.

Aluno 3: ... a gente também aprendeu que a trajetória, que a bolinha faz do ponto zero até a o alvo ela forma uma parábola.” (TRANSCRIÇÃO DO VÍDEO DA APRESENTAÇÃO FEITA AOS JUIZES E PÚBLICO NA FERIA DE CIÊNCIAS EM 2010)

Quando o coletivo decidiu trabalhar a Matemática com os alunos, um problema ainda não tinha sido definido: determinar a altura do projétil. Sabíamos que na metade da distância máxima alcançada pelo objeto poderíamos encontrar a altura máxima. Infelizmente, ao tentar obter esse valor, a visão focada do grupo pensou em uma solução complexa, como um registro de vídeo, fotográfico e uso de software capaz de capturar a movimentação do objeto naquele momento exato que fosse X do vértice. Somente posteriormente à atividade que Barbosa, Biase, Souza Jr. (2011) conseguiu encontrar uma solução viável: empregar regressão

⁶⁵ No entanto, ao trabalhar com essa informação Mossmann et al. (2007) em seu artigo propõe a seguinte formula: $y = -\frac{4h}{R^2}x^2 + \frac{4h}{R}x$, onde h é altura, e R a distância. Ver mais detalhes em: MOSSMANN, Véra Lúcia da Fonseca; CATELLI, Francisco; LIBARDI, Helena. ESTRATÉGIAS TEÓRICO-PRÁTICAS NO ESTUDO DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS. In: XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luiz. *Anais...* . São Luiz: Sbf, 2007. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0581-2.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

linear na construção de uma equação do segundo grau. Bastava lançar o projétil sobre uma folha de papel carbono afixada em uma parede, levando em consideração que a distância da parede deva ser a metade da distância total que o projétil pode alcançar. Após isso, medir a folha do inicio ate onde o projétil deixou um sinal.

É possível extrair deste discurso os conhecimentos, tanto de identificar um robô, como relacionar a algum conhecimento científico. Os dois alunos projetaram artefatos e classificaram de acordo com as variáveis que eles tinham, como ângulo e força (FIGURA 52, 53 e 54).



FIGURA 52 Catapulta classificada como angular



FIGURA 53 Catapulta com força e ângulo fixos



FIGURA 54 Catapulta com variação na força

Além disso, foi feito menção aos conhecimentos de equação do segundo grau, já a geometria de modo mais aprofundado, foi durante a fala sobre a montagem do robô Beetlebot.

“Aluno 5: (continuando) ..como nós trabalhamos com robótica educacional, na hora de fazer o Beetlebot ela foi muito usada, nós aprendemos Matemática, como a base do Beetlebot geralmente é um círculo, nós tivemos que aprender a área do círculo que é $\pi \cdot r^2$ ao quadrado. Para saber se os sensores, suporte de pilha, os motores todos iriam caber na base. Tivemos também que aprender como que faz a conta do comprimento da circunferência do círculo que é $2\pi \cdot r$ e também utilizamos o diâmetro que $2 \cdot r$ para alinhar os sensores e os motores. Todos os Beetlebot que nós fizemos, a maioria deles são todos com motores, menos a aranha que esta com o **** ela foi, que tiraram o aparelho que faz o celular vibrar, para fazer ela vibrar....ela desliza em superfícies lisas, ela não vai deslizar no carpete, só os outros que vai...”
 (TRANSCRIÇÃO DO VÍDEO DA APRESENTAÇÃO FEITA AOS JUIZES E PÚBLICO NA FERIA DE CIÊNCIAS EM 2010)

Todas as nossas atividades com robótica conseguiram fazer relação com conhecimentos, principalmente de Matemática. Durante a entrevista final, duas das questões procuraram obter informações sobre a aprendizagem deles no projeto.

Entrevistada: Você acha que aprendeu alguma coisa com as aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.

Entrevistada: Assim, eu aprendi a calcular área do..da circunferência, o diâmetro, essas coisas..aprendi...a..uma das coisas mais legais que aprendi foi o negócio lá quando a gente estudou a catapulta, sobre a equação do segundo grau, achei muito legal, tipo ver isso demonstrado, que a gente tem tipo, Bhaskara e a gente nunca viu assim, do nada, ai tipo, soma e produto foi muito legal. Ahm..a desenvolveu minha criatividade...a pensar em soluções dos problemas..isso.

Entrevistada: Você utilizou algum conhecimento de Matemática ou de alguma outra matéria nas aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.

Entrevistada: Sim. Bhaskara, ahm circunferência, isso, acho que foi isso.

Entrevistada: A Matemática foi importante na robótica? Por favor nos forneça exemplos

Entrevistada: Sim. Foi muito importante quando a gente tava fazendo assim, mais na hora da construção mesmo, a gente tava construindo a catapulta, o meu grupo, a gente usou muito pra medir, tirar medida e tal, hum de forma geral foi muito importante. (TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA COM ALUNO 03)

Dos fragmentos de uma das entrevistas foi possível extrair uma resposta positiva ao nosso trabalho: o uso da geometria e o trabalho com equações do segundo grau. Entre esses conhecimentos, o mais lembrado por outros entrevistados foi a equação do segundo grau.

A Matemática aos poucos “emergiu” das atividades de robótica. Leitão (2010) já havia mencionado que a Matemática estava implícita, era preciso então torná-la visível. Esse processo de emergir conceitos na robótica e de robôs teve influência na abordagem de trabalho.

Se retomarmos os critérios de Lima (2011) com a atividade da catapulta teremos: o interesse pelo objeto em questão, pois ouve empenho em desenvolver a catapulta; persistência, por ações ou questionamento na busca pela compreensão do funcionamento da catapulta e sua relação com equações do segundo grau; conflitos no processo de determinar a equação do segundo grau a partir de um lançamento; classificar as catapultas usando atributos conceituais; e principalmente construir uma nova interpretação das equações do segundo grau. Assim, de acordo com Lima (2011), a atividade da catapulta proporcionou um ambiente de aprendizagem significativa.

Além disso, já após ter apresentado os resultados tanto da atividade “O Aprendiz de Robótica” e da catapulta cabe aqui uma reflexão importante sobre o caráter lúdico e educativo destas atividades, não só delas, mas das atividades de robótica. Baseando-se em Kishimoto (2002, p.36), podemos classificar 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. (KISHIMOTO, 2002, p.37)

Nesse sentido as atividades de robótica contemplaram características educativas e lúdicas ao mesmo tempo, ou seja, com a atividade “O Aprendiz de Robótica” também caracterizado como jogo dramático, possibilitou criar robôs de forma divertida e construção de conhecimentos principalmente de matemática relacionados ao desenvolvimento dos protótipos. Já na atividade da catapulta, houve aprendizagem matemática de forma divertida, pois os envolvidos construíram protótipos de catapulta e brincando compreenderam a sua relação com o conhecimento de equações do segundo grau.

Confirmando o caráter educativo da robótica, temos referente aos conhecimentos construídos no projeto e sua utilidade em algum conteúdo da grade disciplinar do ensino fundamental, resultados do questionário final, apontando para a Matemática, no entanto na opção “outros” tivemos a indicação: do Inglês, pensamos que seja pelo fato das produções de robótica, em sua maioria, estarem publicadas em Inglês; também foi mencionada a Física como outro espaço onde os conhecimentos da Robótica podem ser utilizados; por fim a

Geometria, que na nossa concepção é também Matemática, agora o fato de duas pessoas mencionar a Geometria acreditamos ser pela divisão curricular na escola da Matemática em Álgebra e Geometria, que passa a ideia de que são conteúdos diferentes.

Podemos atribuir outra consequência de nosso trabalho bem sucedido ao aumento do interesse dos alunos em pesquisar, buscar coisas novas. No âmbito da robótica, em buscar desenvolver novos robôs, 29 alunos apresentaram interesse, desse grupo de alunos ao responderem sobre os tipos de robôs os quais gostariam de desenvolver (FIGURA 55), as opções mais marcadas foram robôs controlados por software e por controle remoto.

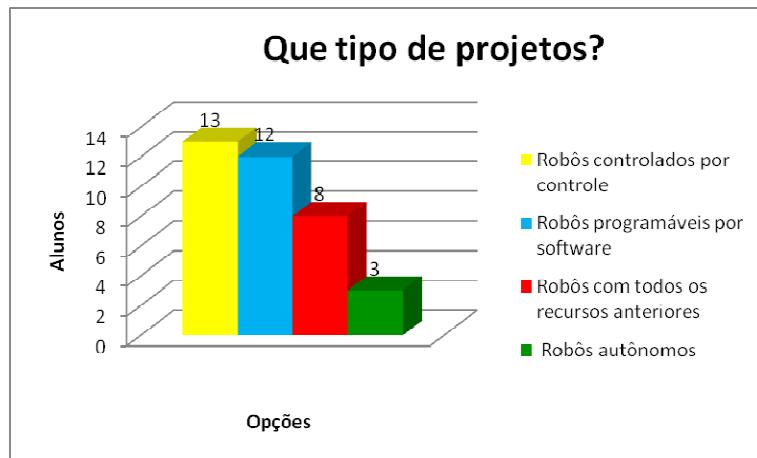


FIGURA 55 Gráfico sobre tipos de projeto.

Isso nos remete às possibilidades de trabalho com a informática, já pensadas e discutidas por Valente (1993)(1999), que colocava que o trabalho educativo com uso da informática poderia acontecer em dois pólos.

Esses pólos são caracterizados pelos mesmos ingredientes: computadores (hardware), o software (o programa de computador que permite a interação homem-computador) e o aluno. Porém, o que estabelece a polaridade é a maneira como esses ingredientes são usados. Num lado, o computador, através do software, ensina o aluno. Enquanto no outro, o aluno, através do software, "ensina" o computador. (VALENTE, 1993, p.2)

Fazendo uma analogia com a robótica, temos então nesse dado apresentado pelos alunos um apontamento para uma aprendizagem via ensinar o robô, pensando na perspectiva de pólos de Valente. Nesta perspectiva estaremos nos remetendo ao um ambiente de programação, onde a robótica é considerada por Baranauskas *et al* (1999, p.57) uma ramificação que “propicia o trabalho conceitual em ambiente de aprendizagem”.

Toda essa construção de um ambiente de aprendizagem permite um trabalho de conceitos em todas as vias, ou seja, além da montagem a comunicação com a máquina via programação. Tanto que consideram o ambiente LEGO-LOGO como sendo o que melhor caracteriza a robótica educacional, pois o aprendizado é baseado no processo de construir e

refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído. Do ponto de vista pedagógico, ao desenvolver projetos neste ambiente, conceitos de ciências são trabalhados por meio do processo de construir e controlar um dispositivo LEGO (BARANAUSKAS *et al.*, 1999, p.57).

A possibilidade de aprender construindo foi um dos principais pontos positivos (FIGURA 56) apresentados pelos alunos em uma das questões perguntadas no questionário final. Entendemos que esse resultado aponta que a ação no processo de ensino-aprendizagem de robótica é um caminho onde o aluno coloca em prática seus conhecimentos já construídos e submetidos a situações que favorecem uma aprendizagem de novos conhecimentos no decorrer das construções e programação.

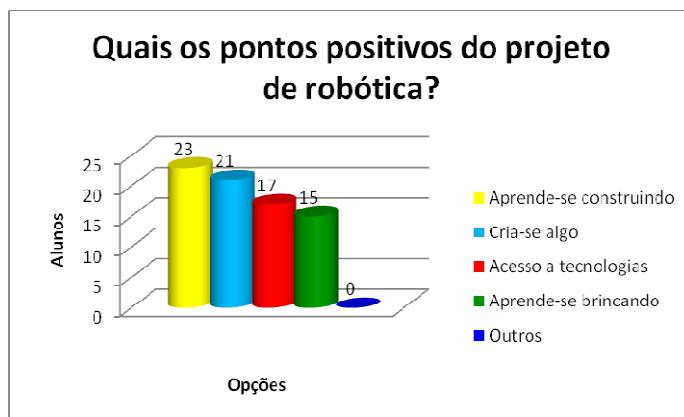


FIGURA 56 Gráfico sobre pontos positivos do projeto.

Producir um robô foi um momento interessante, agora os interesses são de superar a produção, dominar a máquina. É uma nova fase de evolução no processo de autoria desses alunos. Dos pontos negativos (FIGURA 57) apresentados pelos alunos, as principais opções marcadas foram pouco tempo de aula e poucos recursos para desenvolver as idéias, apontamentos esses reconhecidos e discutidos no Eixo I no tratamento das condições materiais. Essas duas opções apontam que o ambiente era de interesse dos alunos e que as dificuldades encontradas por eles tiveram que ser superadas com novas estratégias de aprendizagem e produção. Assim, temos indícios que houve aprendizagem significativa no projeto.

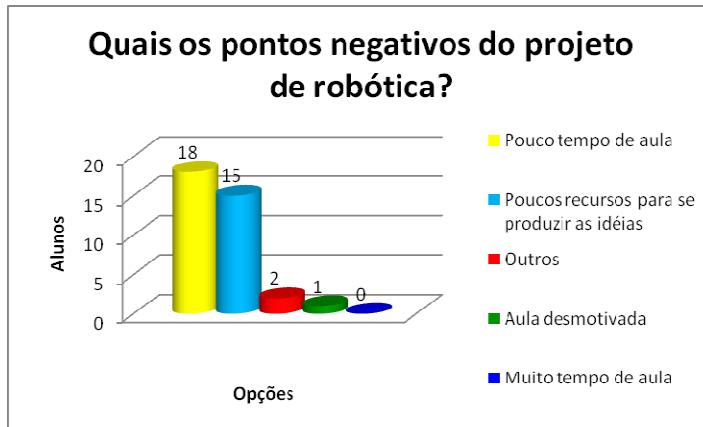


FIGURA 57 Gráfico sobre pontos negativos do projeto.

Para finalizar, no questionário final foi deixada uma questão aberta para qualquer consideração sobre o projeto de Robótica, tendo considerações sobre construção de conhecimentos sobre robótica, interesse pelas tecnologias, saber trabalhar em grupo e desejo que o projeto dê continuidade para que mais alunos possam participar e aprender. Desses comentários deixados pelos alunos, alguns chamaram a atenção como podem observar:

“Deveria ter mais aulas no horário escolar”

“Achei que foi uma coisa lucrativa que nós iremos usar nas nossas vidas e pela criatividade que me ajudou a desenvolver.”

“Gostei muito de participar do projeto porque saiu um pouco da rotina da escola mesmo. Acho que está ótimo o trabalho dos professores mas falta a colaboração dos alunos.”

“Estimula idéias e a curiosidade, ajuda a estimular o conhecimento, ensina a trabalhar em grupo e ao mesmo tempo se diverte muito bom.”

“O Projeto estimula a prática do que aprendemos em sala de aula, que muitas vezes parece chato. Além disso, nos faz pensar nos problemas e nas possíveis soluções pra eles.” (DEPOIMENTOS DEIXADOS NO QUESTIONÁRIO FINAL (ANEXO VII))

Ao questionarmos o projeto na vida deles (FIGURA 58) tivemos um resultado que apontou para curiosidade, criatividade e trabalho em grupo.



FIGURA 58 Gráfico sobre reflexo do projeto na vida dos alunos.

Destes, o trabalho em grupo, que também foi muito mencionado nos comentários escritos e na entrevista final, nos permite inferir que o projeto mexeu nas relações entre os sujeitos, o modo como aprender, como trabalhavam em grupo, na robótica é diferente, criar é coletivo, executar tecnicamente um processo por ser dividido. No todo, o projeto usando as mídias conseguiu interagir com os sujeitos da pesquisa e colaborar no desenvolvimento de um Ambiente de Aprendizagem Significativo, capaz de proporcionar uma aprendizagem em robótica, Matemática e de outras áreas de conhecimento que foram necessários no decorrer do projeto.

3.3 EIXO III Cenários da robótica na educação digital

Iniciaremos esse eixo com um comentário de um aluno sobre o desenvolvimento do projeto de robótica na escola:

“Foi bom, pois nós fizemos uma catapulta com o material da LEGO e percebe-se que quanto fazemos as coisas com sucata podemos ir mais longe em nossos projetos.” (TRANSCRIÇÃO DE UM DEPOIMENTO DA ENTREVISTA 021)

Falas desta natureza nos encaminharam para a necessidade de aprofundar a investigação sobre os diferentes cenários de trabalho educativo com a robótica educacional nos anos finais do ensino fundamental. Ao procurarmos aprofundar as reflexões apresentadas pelos sujeitos da pesquisa, observamos que os alunos apresentaram posições diferentes sobre a preferência do trabalho com robótica livre ou robótica com Kits.

O trabalho do projeto desenvolvido na escola e no próprio coletivo teve inicio na robótica livre, cuja base de trabalho utiliza peças e materiais eletrônicos descartados pela sociedade, mas que ainda podem ser reutilizados. Como por exemplo, aparelhos de VHS que podem oferecer desde engrenagens a motores. Atribui-se a robótica livre a sucata, no entanto essa terminologia acaba caracterizando como uma linha de trabalho mais pobre, inferior a linha que utiliza kit montados. Esse tipo de impressão inicial quando se define a robótica livre despreza as potencialidades de aprendizagem com essa vertente da robótica.

O Projeto Robótica Livre tem uma proposta diferenciada, pois parte para soluções livres em substituição aos produtos comerciais. Propõe o uso de softwares livres (Linux e seus aplicativos) como base para a programação, e utiliza-se da sucata de equipamentos eletrônicos e outros tipos de lixo, para a construção de kits alternativos de robótica pedagógica (kits construídos que podem variar de acordo com a realidade social de cada escola e aluno) e protótipos de artefatos técnicos/robóticos (robôs, braços mecânicos, elevadores...). A utilização de uma prática pautada na liberdade vem da crença de que o conhecimento produzido pela humanidade deve ser compartilhado por todos, sem que seja visto como propriedade particular. A proposta da robótica pedagógica livre é de uma prática coletiva de ensino-aprendizagem, em que todos trocam e produzem conhecimento, para entendimento do processo como um todo. (ALBUQUERQUE *et al*, 2007, p. 1-2)

No nosso projeto de robótica, utilizamos de alguns materiais eletrônicos usados, cujo avanço tecnológico ou o próprio envelhecimento muitas vezes aposenta o equipamento. Corroborando com nossa exposição, Silva (2009) acrescenta:

O material para montagem dos protótipos pode ser obtido de equipamentos eletrônicos obsoletos inutilizados que não justificam sua manutenção.

Esses equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, tais como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o educando na montagem de seus projetos de controle dos dispositivos, como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, resistores, transistores, reguladores de tensão, etc. (SILVA, 2009,p.38)

Não é inferior o trabalho com robótica livre, é um espaço também de ensino e aprendizagem, é construir robôs da sucata eletrônica e ver o quanto a humanidade tem desperdiçado matéria prima finita. A intenção não é educar sempre na base da sucata, mas também formar um sujeito capaz de respeitar mais os bens naturais, é a sustentabilidade que muito se diz e pouco se vê fazendo.

Nem todo projeto que desenvolvemos utilizou sucata; motores e sensores, por exemplo, foram comprados. A princípio, pensávamos que os motores seriam de fácil aquisição, como em brinquedos velhos ou eletrônicos danificados, mas nem isso os alunos tinham em casa, foi um demonstrativo de que o que é velho e estragado o destino é o lixo comum.

Ao longo do projeto, a questão material foi um problema resolvido em parte, principalmente no ano de 2009, quando as montagens não exigiram peças adicionais, ou seja, o Beetlebot, por exemplo, tinha um número fixo de material a ser utilizado. Já em 2010, quando os robôs precisaram ganhar uma aplicabilidade, faltou material. Os protótipos necessitavam de engrenagens, motores específicos, materiais de eletrônica que o custo estava fora do alcance do coletivo. Além disso, a falta de um espaço e ferramentas atrapalhava a construção dos robôs. Algumas ideias exigiam conhecimentos de eletrônica que o coletivo não dispunha. Cada membro do projeto contribuía com seu saber, dentre um dos alunos a participar do projeto sua capacidade de soldar lhe rendeu o carinhoso apelido de “O grande soldador” em referência a um personagem do filme “*Robots*”⁶⁶.

O que observamos na robótica livre é que os melhores resultados foram quando submetemos os alunos ao trabalho de projetos.

Na pedagogia de projetos, o aluno aprende no processo de produzir, de levantar dúvidas, de pesquisar e de criar relações, que incentivam novas buscas, descobertas, compreensões e reconstruções de conhecimento. E, portanto, o papel do professor deixa de ser aquele que ensina por meio da transmissão de informações – que tem como centro do processo a atuação do professor –, para criar situações de aprendizagem cujo foco incide sobre as relações que se estabelecem neste processo, cabendo ao professor realizar as mediações necessárias para que o aluno possa encontrar sentido naquilo que

⁶⁶ Filme de gênero comédia e animação da Twentieth Century Fox Animation, criado e produzido em conjunto com a Blue Sky Studios.

está aprendendo, a partir das relações criadas nessas situações.(PRADO, 2003, P.2)

O ambiente no qual se encontravam exigia pesquisa e reflexão sobre o que estudavam. Além disso, há por parte do grupo um foco na produção, um novo contexto de trabalho onde era preciso planejar juntos e a maleabilidade dos materiais é um diferencial a kits com peças pré definidas. Isso foi muito apontado pelos alunos na entrevista.

Quando realizamos um levantamento dos pontos positivos da robótica livre na entrevista, encontramos os seguintes comentários com justificativas:

“Os pontos positivos eu acho que a própria ideia de envolver a imaginação, de simplesmente você mesmo criar, você mesmo construir e você mesmo montar, você mesmo trabalha, você mesmo faz tudo, mas com muita ajuda do professor..”

“Ah, positivo assim, você pode usar mais sua criatividade, tipo de certa forma não tem um limite, a não ser que você mude os motores, mas se você quer colocar uma coisa ali, você pode ir lá e colocar, você ir lá, mudar seu projeto e fazer uma coisa diferente. Agora assim, mexendo com o kit específico, tipo da lego, tem um certo limite tanto de peça quanto de possibilidade de juntar aquilo ali..”

“Positivo é que voce tem mais possibilidades, você pode ter alguma coisa pronta, se você quiser incrementar mais alguma coisa da certo.”

“Então, os pontos positivos, é que com a sucata você tem mais disponibilidade de materiais, por exemplo, uma folha de papelão, você pode fazer sua base.”
 (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS NAS ENTREVISTAS NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica livre?”)

Se observarmos, a ideia de liberdade no processo criativo é muito relacionada ao ambiente de aprendizagem com robótica livre. Parece que o termo livre, remete a liberdade infinita de possibilidades criativas. As falas dos alunos consideram a robótica livre um propulsor à imaginação e, consequentemente, à autoria, pois recursos disponíveis e que podem ser moldado ao interesse do autor são diversos. Tanto que durante as entrevistas há um apontamento reflexivo dos materiais que antes ela jogava fora e que poderiam ser transformados em tantas outras coisas. É um princípio de consciência ambiental e uma associação dos conhecimentos construídos em novas finalidades dos objetos, eletrônicos que teriam como destino o lixo.

Mas, um problema apontado pelos alunos esbarra em um detalhe de segurança e obtenção, como aponta a seguinte fala:

“ Os pontos negativos é muito difícil você encontrar, se você encontrar algum ferro, tem que tomar cuidado se não esta enferrujado, se aconteceu, porque as vezes sai muito caro mesmo, porque se você não encontra você vai comprar, as vezes o grupo não tem essa possibilidade de fazer a compra, só que a disponibilidade de materiais é muito grande.” (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTO REGISTRADO NA ENTREVISTA NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica livre?”)

Ao trabalharmos com sucata, corremos o risco de contato com materiais que podem colocar em risco a integridade física dos indivíduos. Assim, por precaução, utilizar sempre materiais de segurança e a escola conseguir os equipamentos e materiais necessários. Durante o projeto, percebemos que a grande dificuldade que todos tiveram foi de encontrar material. Onde encontrar? Saber que existia era uma coisa, mas encontrar uma quantidade suficiente para uma turma de 30 alunos é um desafio. Seria necessário percorrer muitas auto elétricas em busca de motores.

Mais que material, as condições físicas de trabalho devem ser favoráveis à manipulação destes materiais. A possibilidade de trabalhar na robótica livre, como já mencionamos, deve-se ao fato de podermos manipular a sucata. É um trabalho a longo prazo e de muita paciência.

“Os pontos negativos eu acho mais, foi a falta de tempo, que o tempo foi curto nas aulas, quando eu começava a fazer a aula já tava terminando..”

“Negativo....esses empecilhos, você esta fazendo lá e o robô fica muito pesado, o motor não consegue, ai tem que ir lá trocar, e também quando queima, ter que ir lá e trocar.”

“E negativos é que é mais difícil...a parte de mexer nos fios” (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS NAS ENTREVISTAS NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica livre?”)

Os depoimentos revelam que faltou tempo, também ferramentas, e trabalhar com peças que precisam ser remodeladas, adaptadas às necessidades de cada projeto é complexo, mas prazeroso quando o resultado é positivo. Nem sempre fica como desejado, a construção do projeto tem que antecipar muitas ações, pois um problema no circuito elétrico, em um motor pode exigir da equipe um projeto novo e com novos materiais. Em termos de trabalho, a robótica livre segundo os alunos oferece maiores possibilidades de construção. E no processo de aprendizagem entendemos que a constituição de um ambiente investigativo,

possibilita uma aprendizagem significativa como tivemos com a construção do Beetlebot e da catapulta.

Na robótica com kit da Lego, temos a disposição uma tecnologia pensada para a educação que fornece um conjunto de peças e um bloco programável por diferentes softwares, sendo um deles desenvolvido pela própria Lego, cuja interface facilita seu domínio com facilidade por quem é leigo em programação avançada. A robótica com kit Lego tem como referência os 4 pilares da educação estabelecidos pela Unesco:

- Aprender a conhecer
- Aprender a fazer
- Aprender a conviver
- Aprender a ser.

A metodologia de trabalho com o kit de robótica da Lego é trabalhar com 4 alunos por kit, onde cada membro assume uma função rotativa em todas as aulas, de forma que todos possam vivenciar e desenvolver competências relacionadas as funções.

Devido ao custo desses kits, atualmente observamos na cidade de Uberlândia que a proposta pedagógica de robótica educacional que faz uso do kit da lego ocorre apenas nas escolas particulares. No país, algumas instituições públicas já trabalharam com algum modelo de kit de robótica da Lego. Zilli (2004), Labegalini (2007) e Maliuk (2009) trazem algumas pesquisas que envolvem uso de kit robótica da Lego em escolas públicas.

O trabalho faz parte de um projeto maior, promovido pela Secretaria de Educação do Município de porto Alegre, que disponibilizou kits de robótica para todas as escolas que possuem ensino fundamental, séries finais, da rede e treinamento para os professores interessados em utilizar a robótica em suas aulas. (MALIUK, 2009, p.15)

Para os nossos alunos que tiveram uma aula de robótica com a montagem de uma catapulta foi um dia memorável e histórico para a rede pública em Uberlândia. Foi a primeira escola pública a ter uma aula de robótica com kit Lego. Foi um momento muito importante para os alunos. No entanto, como disse uma aluna na entrevista sobre pontos negativos do kit Lego, os materiais deveriam ter ficado na escola. Sobre os pontos positivos obtivemos os seguintes comentários:

“Ponto positivo que você tem milhões de possibilidades basta você criar com a própria imaginação.”

“Positivo que assim é diferente, é muito mais fácil de montar.”

“Bom os pontos positivos é que a gente temos acesso aquilo, por exemplo, a gente quer montar aquilo e já temos as peças próprias, assim, que monta e não precisa ficar andando atrás de sucata.”

“Os pontos positivos é porque você tem a tecnologia para você programar o seu robô, na robótica livre você não tem como programar o seu robô, você monta ele e vai sempre fazer uma coisa, na robótica lego você pode programar para fazer mais de uma coisa.”

“Os positivos é que é fácil montagem, encaixou, ficou ali, acabou! Num tem que ter cola, soldar, quase nada, você monta e programa [...]”

“Positivos é que você tem um material pronto para você explicar e trabalhar.”

(TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS NAS ENTREVISTAS NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica Lego?”)

Dos depoimentos resultantes das entrevistas, podemos observar que o material de robótica da Lego é uma tecnologia avançada e teve aceitação e elogios nos aspectos de que não é trabalhoso conseguir as peças necessárias para montar o robô e já é disponibilizado no kit um conjunto de peças, engrenagens, motores e sensores que, associados, podem executar um objetivo a ser alcançado. É mais fácil de montar, como foi mencionado em um dos depoimentos, há inúmeras possibilidades de montagem, tanto que o trabalho com kit lego, tem todo um processo a ser seguido até que essa autonomia de produção seja possível, ou seja, pensar e combinar as peças. Além dos pontos positivos alguns pontos negativos foram levantados:

“E os pontos negativos que tem aquilo e tem que seguir aquele padrão, como a catapulta, a gente tem as instruções, tem que seguir aquele padrão e não pode mudar, entendeu?”

“Os pontos negativos é acessibilidade a esse produto, parece se ate, é meio caro, mas foi ate bom esse projeto, essa experiência.”

“Acabei falando na outra, as questões são as pecinhas, você não vai conseguir montar uma coisa muito....é limitado..”

“Os pontos negativos porque eu achei muito difícil a programação deste robô, porque até que eu nunca tive contato, mas...”

“Os negativos é que você se limita a isso e não tem como expandir sua criatividade.”

“e os negativos é...por limitação, talvez, porque talvez você só tem um kit da lego, é mais limitado.” (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS NAS ENTREVISTAS NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica Lego?”)

Ao trabalharem com o kit da Lego a impressão dos alunos depois de manipular e moldar os materiais livre do jeito que achavam necessários, foi que esses kits apresentavam limitações, por possuírem um número de peças fixas, mas não eram limitadores no processo criativo. Agora vamos analisar das considerações negativas os principais indicadores levantados. Primeiramente, o valor ainda é alto, precisaria ser mais acessível, principalmente às escolas públicas, apesar de que para investir na educação, todo valor sempre será barato, pois os resultados a longo prazo de uma educação de qualidade compensarão automaticamente com redução de gastos em segurança, saúde dentre outros.

O segundo indicador levantado é a limitação de peças, que tem seu lado bom e ruim. Se a produção exige um número de peças superior as existentes nos kits⁶⁷, o projeto não é viável. Além disso, as peças dos kits não são maleáveis, capazes de serem moldadas. Agora, tudo é uma questão de ensino e aprendizagem, limitar o conjunto de peças constitui um novo ambiente de aprendizagem, pois o desafio é elaborar e construir com aquelas ferramentas disponíveis. É uma aprendizagem de extrema dificuldade, pois exige muito das relações interpessoais e de busca interna de conhecimentos construídos durante os anos.

Neste caso, para preparar o indivíduo para ser criativo e capaz de construir dentro dos limites especificados, há uma sequência de aprendizagem por meio de montagens com orientação via manual, programação, reflexão sobre como funcionam e por fim o momento de validar esse conhecimento através dos desafios ou tapetes de competição, onde há temas problemas que são resolvidos pelos alunos montando robôs, que executem determinadas tarefas. Esse trabalho se assemelha muito a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas⁶⁸(PBL), onde o estudante assume um papel de mais responsabilidade sobre seu aprendizado e o professor deixa de ser o centro das soluções e acaba atuando apenas como um coadjuvante, um facilitador (SCHWADE *et al*, 2011, p.2) .

Os resultados desenvolvidos para solucionar os problemas buscam e relacionam os conhecimentos construídos no decorrer das aulas de e com robótica. Há então, um indicador expressivo da aprendizagem significativa envolvendo a metodologia PBL. Um fator positivo sobre a metodologia é que ela permite que os alunos desenvolvam habilidades de trabalho em projetos e organização de grupos, habilidades muito valorizadas no mercado de trabalho, mas que nem sempre são trabalhadas na formação acadêmica (SCHWADE *et al*, 2011, p.9).

⁶⁷ Nós referimos nesse caso a maleta da Lego 9797 e ao almojarifado (Maleta da lego com mais peças em caso de montagens maiores. Contendo conectores, engrenagens e rodas. Nesta maleta não há motores ou sensores)

⁶⁸ Tradução do termo original *Problem Based Learning*

Na robótica livre, quando se trabalha com desenvolvimento de projetos, há possibilidades de exploração da metodologia PBL, permitindo que seja desenvolvido um produto capaz de oferecer uma solução para um problema real.

Que fique claro que não existe uma linha de robótica melhor que a outra. Tanto a robótica com kit Lego, como a robótica Livre possuem seu caráter educativo, suas particularidades, são capazes de constituir um ambiente de aprendizagem. Claro que os contextos onde serão submetidas individualmente podem atender ou não as necessidades dos projetos.

Em termos de constituição de ambientes de aprendizagem, ambas oferecem condições para uma aprendizagem significativa. Também insere o aluno em situações problemas que exigem investigação e reflexão no processo de autoria. A robótica livre e com kit Lego ganha um caráter complementar quando uma supre as necessidades da outra em termos de aprendizagem, ou seja, quando usadas separadas para ensinar ou abordar determinados conhecimentos que não foram contemplados em uma das robóticas.

Observando na construção da catapulta, quando realizada com materiais livres, os alunos tiveram como interferir no processo de criação, desenvolvendo e planejando de acordo com pesquisas e reflexões sobre o funcionamento das catapultas. No trabalho com o kit Lego, já tinham em mãos o manual de montagem, era um novo cenário de aprendizagem, onde foram necessários outros conhecimentos que a catapulta feita de madeira e metal não possibilitava, ou seja, ela não precisava ser programada, era praticamente automático, puxar e soltar, enquanto que a catapulta feita com o material do kit Lego precisava ser ensinada passo a passo. Nesse sentido, a mesma construção em cenários diferentes complementam um ao outro.

Assim, percebermos uma mudança do cenário do trabalho com robótica educacional. No primeiro momento, a proposta foi somente com robótica livre e no segundo momento com a introdução do trabalho educativo com kit da Lego este cenário passou a ter uma característica de complementação.

Durante algum tempo a proposta pedagógica de realizar um trabalho numa perspectiva de que a robótica livre e a robótica com kit da Lego se complementavam foi muito importante para o grupo. Mas durante a trajetória, um episódio, ocorrido no final do primeiro semestre de 2010 (FIGURA 59) nos possibilitou um processo de reflexão coletiva e a percepção de um cenário de trabalho com robótica educacional onde existia uma integração entre a robótica livre e a robótica com kit da Lego.

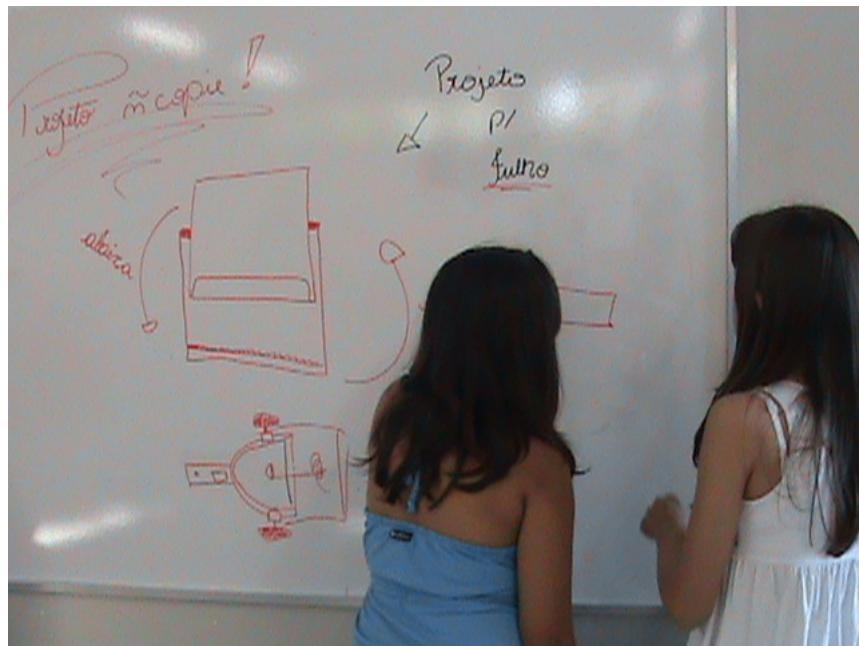


FIGURA 59 Fotografia de integrantes do grupo pensando em um novo Beetlebot

Essa dupla de alunas na Figura 59 esboçava os primeiros rascunhos do seu novo projeto, que destinava ao robô Beetlebot uma aplicabilidade. A aplicação, segundo relata uma das jovens, teve como foco o lixo que as crianças jogam no chão. Para solucionar esse problema, pensaram em um robô capaz de manter limpo o chão.

Esse momento foi de construção e autonomia delas, pois foi uma iniciativa própria, não era uma atividade que fazia parte do projeto, até aquele momento. Para elas, fazer aquele robô era pessoal, era o projeto delas. Por ser o fim das atividades naquele semestre, não foi possível o coletivo intervir. Diante disso, elas procuraram patrocínio para dar vida ao projeto, no entanto não tiveram sucesso.

No segundo semestre, ao iniciarmos as atividades, alguns alunos voltaram como tutores, e o projeto recebeu um apoio maior do coletivo. Foi sugerido que o projeto das garotas fosse o projeto da Feira de Ciências de 2010. Assim, as dificuldades de construir o robô foram agora compartilhadas entre os tutores e membros do coletivo, sendo o companheiro VII mais presente com os alunos. Algumas mudanças, tentando facilitar a construção com material livre, foram feitas na estrutura geral do robô, mas a sua função relacionada com o lixo foi mantida. Como um dos kits da Lego tinha chegado, sugerimos fazer o robô com o kit da Lego, mesmo tendo uma nova tecnologia em mãos o protótipo não atenderia as expectativas daqueles alunos.

Se nenhuma das linhas de trabalho com robótica atendia as necessidades individualmente, e integradas, como seria? Durante o momento de apresentação do projeto aos juízes da feira um dos alunos falou:

“Aluno 5: [...] Como pediram para a gente dar uma utilidade para o Beetlebot, nós já pensamos em fazer um Beetlebot catador de lixo, mas a gente queria que ele tivesse uma vassourinha debaixo dele, enquanto ele fosse andando fosse varrendo e quando tivesse com certa quantidade de lixo viesse com um braço e puxando assim para jogar na caçamba dele, mas só que a gente utiliza sucata não tinha o aparelho necessário, procuramos patrocínio, mas não conseguimos, foi quando nós falaram da Lego, falaram assim que era uma boa a gente tentar adaptar a Lego num caminhãozinho já pronto, foi o que a gente fez, com apoio da FAPEMIG uma lego.” .” (TRANSCRIÇÃO DO VÍDEO DA APRESENTAÇÃO FEITA AOS JUIZES E PÚBLICO NA FERIA DE CIÊNCIAS EM 2010)

Percebam que o projeto sofreu modificações por falta de material e apoio, mas foi justamente esse novo caminho que deu-lhe vida. Conhecer as especificidades e as implicações do uso pedagógico de cada mídia disponível no contexto da escola favorece ao professor criar situações para que o aluno possa integrá-las de forma significativa e adequada ao desenvolvimento do seu projeto (PRADO, 2003, p.9).

A integração da robótica livre com o kit Lego constituiu uma nova perspectiva de trabalho e concepção do projeto do robô catador de lixo que resultou no “caminhão de lixo” ou o que denominamos como robô de arquitetura híbrida (FIGURA 60).



FIGURA 60 Foto do caminhão de lixo feito de material livre e kit Lego

Santos (2010, p.46), ao relatar os resultados de seu projeto, descrevendo os encontros referente as montagens, diz que “proposto aos alunos para que pudessem iniciar a montagem de seus projetos com os materiais que tinham disponíveis, um grupo utilizou-se de um carrinho (adquirido em loja de brinquedo) para a montagem..”. Sua incorporação de materiais eletrônicos e uma placa controladora a brinquedos permitiu trabalhar de forma lúdica a robótica.

Assim, a integração dos diferentes tipos de kits de trabalho com robótica resulta em um novo modelo de robô, ou seja, híbrido, como foi o caso da integração dos materiais livres e kit da Lego. Era um novo desafio para todos os envolvidos, tanto que a finalização do protótipo contou muito com auxílio da internet como fonte de referências que pudessem ser correlacionadas às ações que o robô fosse executar.

Todo nosso trabalho deve ser a favor da constituição de “uma nova sociedade e acreditarmos que a mudança nos trabalhos pedagógicos com a integração das tecnologias no processo educacional pode ajudar a resgatar o ser humano para o afloramento de uma sociedade mais consciente e justa” (PRADO e SCHLUNZEN, 2004, p.2). Pensando nessa perspectiva, a fala do aluno ao explicar a utilidade do robô, durante a apresentação na feira de ciências contempla essa formação.

“Aluno 6: Agora eu vou falar qual a utilidade que ele tem, primeiramente a utilidade dele é catar o lixo, mas que num futuro ele também poderia catar o lixo da coleta seletiva. No caso, na caçamba dele teria umas divisórias, variando com a cor, para cada material da coleta seletiva, o robô pegaria a caixa da cor certa e colocaria na mesma cor no compartimento ali, na divisão, e que isso também ajudaria muito na reciclagem, no contato dos profissionais do lixo e também diminuiria a sacolinha de lixo, porque ai eles colocariam direto na caçamba e da caçamba direto para o robô.” (TRANSCRIÇÃO DO VÍDEO DA APRESENTAÇÃO FEITA AOS JUIZES E PÚBLICO NA FERIA DE CIÊNCIAS EM 2010)

A integração das robóticas livre e kit lego contribuiu para dar vida a um projeto cuja função era atender as necessidades coletivas e, por sua vez, um interesse pessoal. Cada material destinado à construção do robô supria as lacunas um do outro, ou seja, manipulando e moldando o material livre com mais facilidade e o material do kit Lego permitia dar vida ao robô com programação, além de peças capazes de construir um braço mecânico.

Na feira, a apresentação aos juízes foi realizada em uma sala onde foram arguidos sobre o que fizeram. Por coincidência, a escola anterior apresentou sobre lixo e coleta seletiva e, durante a apresentação, nossos alunos demonstraram uma auto confiança e conhecimento ao fazer a relação do projeto da outra escola com o nosso, ou seja, um indicador de uma

aprendizagem significativa: foram capazes de utilizar o trabalho da outra escola para iniciar a apresentação e posicionar a função do robô que eles pensaram dentro do projeto da outra escola.

“Aluno 2: A gente veio falar um pouco do projeto que tem em nossa escola, que é de robótica educacional. Aproveitando a ideia de um outro grupo sobre coleta seletiva,o nosso robô, na verdade a gente fez um robô, que é um caminhão que faz exatamente isso, eu queria falar do lixo, mas antes de apresentar sobre esse caminhão eu queria falar o que é robótica.” .” (TRANSCRIÇÃO DO VÍDEO DA APRESENTAÇÃO FEITA AOS JUIZES E PÚBLICO NA FERIA DE CIÊNCIAS EM 2010)

A fala deste aluno expõe ainda que a robótica está em nosso cotidiano diferente do que os filmes colocam, não esquecendo que o menor sensor também é um robô.

Esse novo cenário de trabalho que foi desenvolvido na forma de projeto, nos remete ao questionamento se haveria condições de trabalhar integração em atividades semanais. Refletindo sobre atividades semanais, acreditamos que as montagens pequenas encontrariam dificuldade na conclusão do robô, pois as possibilidades de manipular e reorganizar os pensamentos, os materiais, se encaixa melhor em atividades de longo prazo, ou seja, projetos. Assim,

A pedagogia de projetos, embora constitua um novo desafio para o professor, pode viabilizar ao aluno um modo de aprender baseado na INTEGRAÇÃO entre conteúdos das várias áreas do conhecimento, bem como entre diversas mídias (computador, televisão, livros), disponíveis no contexto da escola. (PRADO, 2003, p.3)

Durante a entrevista, ao serem questionados qual linha da robótica gostariam de trabalhar, alguns pensaram no kit de robótica da Lego pela facilidade e disponibilidade do material, outros já optaram pela robótica livre, pelo desafio. Mas o que mais foi dito é trabalhar com a duas juntas.

“Eu acho que prefiro as duas juntas, meu irmão preferiria a livre, porque ele gosta de transformar sucata em coisas, eu também, mas as vezes só com a sucata livre você não consegue o que você quer atingir, mas se você juntar as duas, você tem a disponibilidade materiais e a tecnologia de você montar o seu robô e conseguir fazer do jeito que você queria.”

“Com as duas juntas, uma parte se trabalha, com o da Lego por exemplo você tem que trabalhar o computador também e com da robótica livre tem que trabalhar a fiação, ai você trabalha os dois juntas, ai você já aprende os dois juntos, é mais legal.” (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTOS REGISTRADOS NAS ENTREVISTAS NA QUESTÃO “Você prefere trabalhar com qual das robóticas, livre ou lego? Ou com as duas juntas? Justifique.”)

Esses comentários nos revelam que o trabalho de integração da robótica livre com a robótica de kit Lego tem mais possibilidade. É desafio novo, tanto para o educador, como para os alunos. No seguinte comentário referente ao trabalho com robótica livre, temos os pontos positivos e negativos.

“Os pontos positivos é que a.... você desafia muito mais a sua criatividade, porque você tem que pegar uma coisa que está no lixo e você transformar numa coisa que se move, faz tarefa e os negativos é.. o fator dele ser uma coisa primária, ser uma coisa rústica, e assim, ter que trabalhar muito e ate as vezes pra você programar tem que comprar uma placa, é mais caro.” (TRANSCRIÇÃO DE DEPOIMENTO REGISTRADO NA ENTREVISTA NA QUESTÃO “Quais os pontos positivos e negativos da robótica livre?”)

Esse depoimento resgata os aspectos positivos de trabalho com a robótica livre e um interesse dos alunos em programar seus robôs. Infelizmente, na robótica livre, como foi apontado no depoimento acima, é preciso de placas. Assim, para Moraes (2010,p.22) ao

utilizar a programação para controlar um robô ou um sistema robotizado de forma integrada aos conteúdos escolares e contextualizada ao cotidiano social e cultural, significa desenvolver a Robótica Educacional. Ao trabalhar nessa perspectiva, expande-se o ambiente de aprendizagem, permitindo trabalhar atividades lúdicas, desafiadoras e criativas . (MORAES, 2010, p.22)

Nesse sentido, na integração da robótica livre com kit Lego há condições de satisfazer os interesses dos projetos livres em termos de programação. Um aspecto positivo é permitir que o robô seja controlado, programado. É um exercício à mente e aos conhecimentos do programador.

Quando o aluno usa o computador para construir o seu conhecimento, o computador passa a ser uma máquina para ser ensinada, propiciando condições para o aluno descrever a resolução de problemas, usando linguagens de programação, refletir sobre os resultados obtidos e depurar suas idéias por intermédio da busca de novos conteúdos e novas estratégias. (VALENTE, 1999, p.2)

Semelhante a isso é o trabalho com robótica; programar é interagir com a máquina. Esse processo de ensinar o robô a agir trabalha muito o erro de forma positiva; é um dos momentos na educação em que o erro não é visto negativamente; por meio do erro é que se aprende e consolida os conhecimentos em desenvolvimento.

Desde 2009, o projeto tem agregado às atividades o uso de recursos digitais que possam ser aplicados nos diferentes momentos de produção e aprendizagem. Desde o uso de *blogs*, OA, da metodologia *Webquest*, da *internet* e o do uso do *Paint*. Não podemos esquecer do contato com materiais de robótica livre e os kits da Lego. Todos esses recursos principais, que utilizamos de forma integrada no processo de constituição de um ambiente de

aprendizagem no projeto de Robótica foram importantes na criatividade, na autoria e no desenvolvimento de uma metodologia coletiva de trabalho de projetos de robótica. Importante ressaltar que, “enquanto os sistemas de ensino são lentos na incorporação dessas mídias, os professores, por sua vez, numa relação inversamente proporcional, são chamados a contribuir de imediato com a integração desses aparatos tecnológicos ao meio educacional” (NUNES, 2010, p. 42).

Acreditamos que essa mudança cultural está atrelada a evolução das ferramentas. E que elas se comunicam em ambos os sentidos, pois, muda-se a cultura, mudam-se as ferramentas e vice-versa. Nesse processo de mudança, a forma como os sujeitos se comunicam também muda.

Cada mídia tem sua limitação característica e que é suprida usando artifícios. Nem sempre o fato a ser narrado se encaixa neste contexto. Na convergência de mídias na Internet observamos que as mensagens são narradas de acordo com a linguagem e o tempo necessário para a sua compreensão. Um acidente de carro pode ser narrado com a linguagem do vídeo para mostrar a cena geral do acidente, fotos com detalhes dos impactos, gráficos animados para demonstrar como foi a batida e áudio para captar depoimentos de testemunhas. Como todas estas linguagens estão interagindo entre seus pontos de complementações elas acabam se transformando em uma nova linguagem convergente (PELLANDA, 2003, p.5).

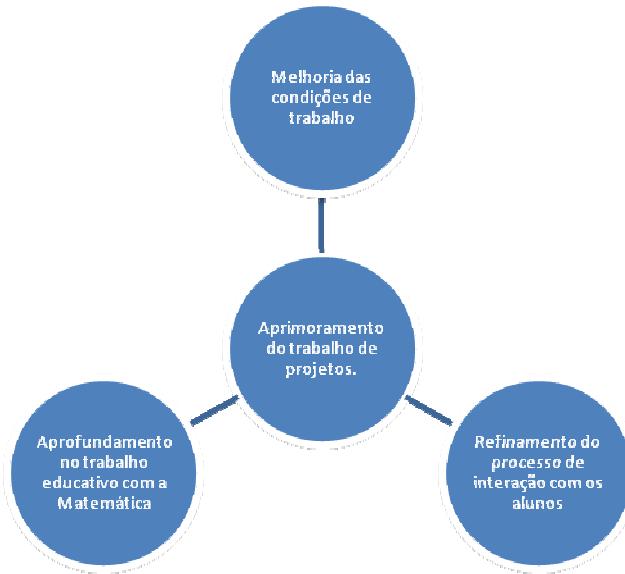
Na robótica não é muito diferente, no entanto, o consumo tecnológico abre espaço gradativamente a um processo de produção e autoria. As ferramentas agora são consumidas e integradas de forma a atender os protótipos. Se antes a satisfação era de produzir um robô, agora já se tem necessidade de possuir seu controle, no celular, no computador, pela internet. Mas, esse tipo de objetivo precisa de materiais diversos integrados que supram as deficiências de alguns kits prontos.

Por fim, a grande questão é o debate entre metodologia e ferramentas. Não basta ter ferramentas se não temos boas metodologias, isso é recíproco. No projeto robótica a metodologia de trabalho veio sofrendo modificação ao longo dos semestres até possibilitar um ambiente que contemplasse de forma maior o trabalho dos recursos disponíveis e os conteúdos de Matemática. Este estudo apontou a importância de constituir coletivamente ambientes de aprendizagem com robótica educacional e nos revelou que: **Se, por um lado, o conhecimento sobre as ferramentas utilizadas propiciou o aprimoramento do trabalho educativo, por outro lado, as práticas educativas aprimoradas podem incorporar mais ferramentas tecnológicas. Compreendemos que o cenário do trabalho com robótica educacional está relacionado a um determinado contexto escolar e seu sucesso só será possível através graças a presença de um ou mais mediadores de conhecimento e saber.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

"A uma produção racionalizada, expansionista além de centralizada, barulhenta e espetacular, corresponde outra produção, qualificada de "consumo": esta é astuciosa, é dispersa, mas ao mesmo tempo ela se insinua ubliquamente, silenciosa e quase invisível, pois não se faz notar com produtos próprios mas nas maneiras de empregar os produtos impostos por uma ordem econômica dominante" Michel de Certeau (A invenção do cotidiano, 1994, p. 39)

Esse processo de produção de saberes sobre o trabalho de projetos com Robótica Educacional ocorreu, principalmente, por meio dos diálogos no cotidiano da escola ou nas reuniões na universidade. Observamos que o aprimoramento das propostas de trabalho de projetos ocorreu em muitas direções e movimentos, valorizando a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensinar e Aprender Matemática. No processo de análise da trajetória do grupo concluímos que esse aprimoramento ocorreu, principalmente, por meio da busca de melhoria das condições de trabalho, aprofundamento do trabalho educativo com a Matemática e refinamento do processo de interação com os alunos.



O desenvolvimento desse projeto de Robótica Educacional ocorreu através de um processo de acompanhamento coletivo onde o dialogo permanente entre os membros da equipe girava em torno dos aspectos conceituais da robótica educacional, do planejamento e desenvolvimento de práticas educativas. Nessa dinâmica, houve a valorização e a interação entre os saberes acadêmicos e saberes práticos. Pois, de acordo Fiorentini, Souza Jr., Melo (1998, p. 331), a relação que os docentes da prática e os da academia possuem com esses

saberes é de distanciamento. Falta comunicação entre esses sujeitos e seus saberes, é preciso que a universidade tenha um diálogo com a escola e vice-versa, de modo que os saberes acadêmicos e os da escola tenham mais significado na sociedade. Nesse sentido, o trabalho coletivo é um trabalho de parceria e que rompe as barreiras. Zeichner (1998) afirma que este “é um importante caminho para superar a divisão entre acadêmicos e professores”.

Nosso trabalho coletivo teve resultados interessantes graças aos indivíduos que fizeram parte do processo histórico de trabalhar robótica na escola pública, acompanhando e construindo uma metodologia que integrasse as mídias na construção de um ambiente de ensino e aprendizagem de conhecimentos (tecnologia, robótica, Matemática, etc.) capazes de contribuir na formação de sujeitos produtores.

O período durante o qual o coletivo de professores esteve na escola, pensando e refinando a interação com os sujeitos da pesquisa, construímos práticas educativas preocupadas em proporcionar um ambiente de aprendizagem significativa. Assim, os conceitos já elaborados internamente pelos alunos poderiam fazer relação com os novos conhecimentos e por sua vez sofrerem modificação.

Os primeiros passos com trabalho de robótica foram suficientes para contemplar os possíveis cenários de trabalho com essa tecnologia/metodologia de ensino-aprendizagem interdisciplinar, que ainda tem muito que desestabilizar o cotidiano da escola. Talvez tenhamos sido dramáticos, mas que a robótica estimula uma nova reorganização do trabalho na escola, sem dúvidas podemos afirmar. Temos um material em mãos que é potencialmente e eficientemente propulsor da aprendizagem significativa, desde que a mediação seja eficiente e própria para o contexto. Não adianta desenvolver robôs sem que os conhecimentos ancoradouros estejam formados, caso contrário, haverá uma aprendizagem mecânica e parte dos objetivos agregados ao projeto não serão contemplados.

O conhecimento está nas experiências que o sujeito vive no contexto da sociedade. Brincar, manipular, construir carrinhos e robôs é resgatar o interesse por aprender, a curiosidade dos alunos, é despertar a criatividade para superar os problemas, os desafios diversos que foram impostos no projeto que em algum momento da vida daqueles participantes será útil.

Além disso, 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. Temos formado muitos consumidores, no entanto, o trabalho de ensino e aprendizagem com integração de mídias precisa estimular a produção e autoria.

Ensinar com robótica é pensar em um ambiente de aprendizagem em que o aluno assuma a posição de autor e veja os projetos não como exercícios, mas como projetos pessoais. Melhor dizendo, o conhecimento construído deve ser pessoal e prazeroso, pensando na ideia de Bean (2004), o ensino precisa valorizar mais o potencial criativo dos alunos e não ficar apenas apegado a notas.

A produção de protótipos pelos alunos iniciou com materiais livres, sobre a produção do Beetlebot contemplamos desde sua reprodução, tratamento matemático e por fim sua aplicabilidade. Essa metodologia de trabalho sofreu modificações e evolução no decorrer dos semestres, de alunos consumidores de tecnologia submetemos a um ambiente de autoria, que levou a um desequilíbrio interno, pois receber informações é diferente de manipulá-las e produzir algo delas.

O conhecimento de robótica foi construído de forma que pudessem ganhar autonomia na construção, tanto que foi justamente no projeto do robô joaninha que um grupo pensou em um importante protótipo que pudemos considerar no projeto, a construção do robô de arquitetura híbrida. Segundo Alzira (2009, p. 51): "Um robô, enquanto conteúdo escolar, não é concebido apenas como um instrumento físico, mas como materialização de modos de vida, como um espaço simbólico. Seu estudo objetiva desenvolver no aluno a compreensão de um modo de vida da sociedade contemporânea."

A partir da nossa trajetória de pesquisador sobre o trabalho educativo com robótica educacional, observamos a importância de se organizar um espaço físico próprio para a robótica, um laboratório capaz de suprir a produção e manipulação de materiais livres, eletrônicos, circuitos e placas. Esse espaço deve ser multiuso, com condições de criar e montar os projetos de robótica de diversas naturezas e diferentes perspectivas.

As produções dos alunos são uma expressão de necessidades cotidianas, de saberes produzidos nas relações sociais, são projetos pessoais que tomaram formas coletivas de produção. Segundo Levy (1999, p. 171): "O professor torna-se um animador da inteligência coletiva dos grupos que estão a seu encargo. Sua atividade será centrada no acompanhamento e na gestão das aprendizagens: o incitamento a troca de saberes..."

A mediação desse trabalho é resultado da integração de diferentes mídias no processo de ensino aprendizagem e, a respeito do uso da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação no processo de trabalho educativo com a robótica relacionada ao ensino e aprendizagem da Matemática, segundo Vigneron e Oliveira (2005, p.138): "É preciso utilizar as novas tecnologias como espaço de produção de conhecimento e não apenas formar consumidores de informação. É necessário alterar a ordem de uma escola de consumo de

novas e de velhas tecnologias para uma escola de construtores de conhecimento, de sujeitos autônomos e criadores de significados”.

Os conhecimentos desenvolvidos com a integração das mídias posicionaram os alunos em situações de aprendizagem multidisciplinar, ou seja, havia possibilidade de aprendizagem de mais de uma área de conhecimento. Vivenciamos no trabalho com robótica na escola a potencialidade desta perspectiva de ação. No entanto Chella (2002) e Zilli (2004), vêem também o trabalho interdisciplinar na robótica. Corroboramos com essas perspectivas e que para tanto, a apropriação da robótica na escola precisa ainda ser feita por todos os indivíduos que dela fazem parte.

Esta pesquisa nos possibilitou refletir sobre o processo de produção e socialização de saberes docentes sobre o trabalho educativo com robótica educacional na escola pública, bem como compreender algumas das artes de fazer robótica dos alunos. Compreendemos também que o desenvolvimento de outras pesquisas sobre robótica educacional deve ser pensado e trabalhado em cursos de licenciatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLI, Rosângela Mengai. **Robótica e As Transformações Geométricas:** um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental. 2005. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. Psicologia Educacional. [Trad. Eva Nick]. Rio de Janeiro, Editora Interamericana, 2^a Ed, 1980.

ALBUQUERQUE, Ana Paula; MELO, Caio Monteiro; CÉSAR, Danilo Rodrigues; MILL, Daniel. Robótica pedagógica livre:instrumento de criação, reflexão e inclusão sócio-digital, em ‘Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE’, São Paulo-SP). 2007. Disponível em: <http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica_livre/artigos/artigo_sbie_2007.doc>. Acesso em:15 de set. 2011.

BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani; ROCHA, Heloísa Vieira da; MARTINS, Maria Cecília; ABREU, João Vilhete Viegas d.. Uma Taxonomia para Ambientes de Aprendizado Baseados no Computador. . In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1999. p.131-156.

BARBOSA, Fernando da Costa; SOUZA JUNIOR, Arlindo José de; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. O uso de robótica no ensino fundamental. In: Encontro de pesquisa da ANPED - Centro Oeste, 10., 2010, Uberlândia. **Anais... .** Uberlândia: UFU, 2010. p. 1 - 12. CD-ROM.

BARBOSA, Fernando da Costa; BIASE, Adrielle Giaretta; SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. O uso de regressão no processo lúdico de aprendizagem de robótica. In: XII ESCOLA DE MODELOS DE REGRESSÃO, 4., 2011, Fortaleza. Anais... CD-ROM

BARBOSA, Fernando da Costa; SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. Informática na Educação Matemática. In: IV semana da matemática, 2004, Uberlândia. **Anais... .** Uberlândia: Ufu, 2004. p. 01 - 02. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., RODRIGUES, A., CINTRA, V. P., SOUZA JR., A. J., FONSECA, D. S. Produção coletiva sobre saberes docentes relativos ao trabalho com Informática e Modelagem Matemática no cotidiano da escola pública In: IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática, 2005, Feira de Santana. **Anais... .** Feira de Santana: UEFS, 2005. p. 01 - 12. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., RODRIGUES, A., CINTRA, V. P., SOUZA JR., A. J., CARVALHO, A. M., FONSECA, D. S. Água, o seu papel mor no ensino In: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 2007, Ouro Preto. **Anais... .** Ouro Preto: UFOP, 2007. p. 01 - 11. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., CINTRA, V. P., SOUZA JR., A. J. Como vou produzir minha *Webquest*? Estudo sobre uma ferramenta de autoria In: IX Encontro Paulista de Educação Matemática, 2008, Bauru. . **Anais... .** Bauru: UNESP, 2008. p. 01 - 13. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., SOUZA JR., A. J. Educação on-line e a Produção do Professor In: V Simpósio Internacional O Estado e as Políticas Educacionais no Tempo Presente, 2009, Uberlândia Uberlândia. **Anais...** . Uberlândia: Ufu, 2009. p. 01 - 17. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., CINTRA, V. P., SOUZA JR., A. J. Educação ON-LINE e o trabalho com a Internet In: X Seminário Nacional: Uno e o Diverso na Educação Escolar e IV Seminário de Didática: Docência e Formação de Professores, 2009, Uberlândia. . **Anais...** . Uberlândia: Ufu, 2009. p. 01 - 13. CD-ROM.

BARBOSA, F. C., CINTRA, V. P., CARVALHO, A. M., REIS, E. L., LOPES, C. R., SOUZA JR., A. J. Objetos de Aprendizagem e a Formação de Professores/as de Matemática In: I Encontro Mineiro de Psicologia Escolar e Educacional: Da pesquisa e teoria á prática educacional, 2006, Uberlândia. **Anais...** . Uberlândia: UFU, 2006. p. 01 - 13. CD-ROM.

BEAN, Dale Willian. **Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada : o caso do aluno de cálculo.** Tese (Doutorado). Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Estadual Campinas, Campinas, 2004.

BELLIDO, Luciana Ponce; CAPELLINI, Vera Lúcia Messias Fialho; LEPRE, Rita Melissa. OS JOGOS DRAMÁTICOS E O DESENVOLVIMENTO INFANTIL: (Re)Pensando a prática docente. **Simbio-logias**, Botucatu, v. 1, n. 2, p.1-22, 2008. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/servicos/publicacoes/simbio_logias/documentos/v1n2/artigo_edu_0s_jogos_dramaticos_e_o_desenvolvimento_infanti%E2%80%A6.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

BOGDAN, Roberto C., BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação.** Tradutores: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto Editora LDA, Portugal. 1991

CARVALHO, Alex Medeiros de. **Significados do Trabalho Coletivo no Processo de Formação Inicial de Docentes em Educação Matemática Digital.** Dissertação de Mestrado. Uberlândia, 2009.

CARDOSO, Diogo Antônio; SOUZA JUNIOR, Arlindo José De. INTEGRAÇÃO DE MÍDIAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: WEBQUEST E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE CURSOS. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 01, n. , p.01-23, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/viewFile/4054/3018>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula.** 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CERTEAU, Michel. **A Invenção do Cotidiano:** 1- Artes de fazer. Trad: Ephraim Ferreira Alves. Petrópolis: Vozes, 1994.

CERCILIAN, Ellen Thais Alves; CARDOSO, Lucivone da Silva; MARCO2, Fabiana Fiorezi de. Tarefas Investigativas de Geometria no Ensino Fundamental. In: X Semana da matemática, 10., 2010, Uberlândia. **Anais...** . Uberlândia: Famat, 2010. p. 01 - 06. Disponível em: <www.semat-ermac.famat.ufu.br/sites/.../Ellen_Lucivone_%20Fabiana.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2011.

CESAR, Danilo Rodrigues. Robótica Livre: **Robótica pedagógica com tecnologias livres**. Artigo. Disponível em: <http://libertas.pbh.gov.br/~danilo.cesar/robotica_livre/artigos/artigo_fisl_2005_pt_final.pdf>. Acessado em 02 de abril de 2009.

CINTRA, Vanessa De Paula. **Projeto Rived: Um Estudo de Caso de Uma Equipe de Matemática**. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

COLORADO, Mónica María Sánchez. **Ambientes de Aprendizaje con Robótica Pedagógica**. 2005. Disponível em: <<http://dspace.uniandes.edu.co:9090/xmlui/handle/1992/369>>. Acesso em: 11 set. 2011.

COSTA, Patrícia Oliveira. **Educação on-line na Universidade: o processo de ensinar e aprender cálculo na era das tecnologias digitais**. 2010. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

CUNHA, Myrtes Dias da. **Constituição de professores no espaço-tempo da sala de aula**. Tese de Doutorado em Educação. UNICAMP. Campinas, 2000.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento - Lactec, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/18629/1/Dissertacao%20Christina%20Curcio.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

CYSNEIROS, Paulo G.. **Novas tecnologias no cotidiano da escola**. Disponível em: <<http://www.infoeduc.maisbr.com/arquivos/novas%20tecnologias.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

CHATEAU, Jean. O jogo e a criança. [Tradução Guido de Almeida]. – São Paulo: Summus, 1987.

CHELLA, Marco Túlio. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio. Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação - 2.ed., 2. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2008.

DUARTE, Rosália; BARROS, Jane Fischer, MIGLIORA, Rita. Sentidos da Cultura Digital para a Educação. In: FONTOURA, Helena Amaral da. **Políticas Públicas, Movimentos Sociais: desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Anped Nacional, 2011. p. 152-162.

FIORENTINI, Dario, SOUZA JUNIOR, Arlindo J., MELO, Gilberto, F. A. **Saberes Docentes: Um desafio para Acadêmicos e Práticos**. In: GERALDI, C. M. FIORENTINI, D. PEREIRA, E. M. A. *Cartografias do Trabalho Docente*, Campinas: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil - ALB, 1998.

FERREIRA, Ruy. **Interatividade educativa em meios digitais: uma visão pedagógica**. 2008. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FORTES, Renata Martins. **Interpretação de Gráficos de Velocidade em um ambiente robótico**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao/renata_martins_fortes.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2011.

FURLETTI, Saulo. **Exploração de tópicos de Matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no Ensino Médio**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FRAURE, Gérard; LASCAR, Serge. O jogo dramático na escola primária. Lisboa: Editorial Estampa. 2000

GIROTTI, C. G. G. S. **A (re)significação do ensinar-e-aprender: a Pedagogia de projetos em contexto**. Núcleos de Ensino da Unesp, São Paulo, v. 1. n. 1, p. 87-106, 2005. Disponível em: <<http://www.inclusaodejovens.org.br/Documentos/BIBLIOTECA/Resignifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20aprendizagem%20%28pedag%20Projetos%29.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

GONÇALVES, Paulo César. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/arquivos/pos-graduacao/Mestrado-em-ciencia-da-computacao/dissertacoes/Paulo%20Cesar%20Goncalves.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2011.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM AMBIENTES INFORMATIZADOS. In: IV CONGRESSO RIBIE, 4., 1998, Brasília. Anais... . Brasilia: Nda., 1998. p. 1 - 24. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/ciencias/artigos/aprendizagem_mat.pdf>. Acesso em: 25 set. 2011.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. – 6. Ed. – São Paulo: Cortez, 2002.

LABEGALINI, Aliete Ceschin. **A construção da prática pedagógica do professor:** o uso do Lego/robótica na sala de aula. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** São Paulo: Atlas, 1982.

LÉVY, Pierre. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999.

LEITÃO, Rogério Lopes. **A Dança dos Robôs:** Qual a Matemática que Emerge Durante Uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional? 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.uniban.br/pos/educamat/pdfs/tesesanteriores/Rogerio%20Lopes%20Leitao.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2011.

LOPES, Daniel de Queiroz. **Exploração de modelos e o nível de abstração nas construções criativas com Robótica Educacional.** 2008. 174 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Informática Na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16173/000697333.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

LUDKE, Marli. Pesquisa em Educação: conceitos, políticas e práticas. In: GERALDI, Corinta M. G. e outros (orgs.). **Cartografias do Trabalho Docente:** professor(a)- pesquisador(a). Corinta M. G. Geraldi e outros (orgs.). Campinas: Mercado de Letras/Associação de Leitura do Brasil, 1998.

MALIUK, Karina Disconsi. **Robótica Educacional Como Cenário Investigativo Nas Aulas De Matemática.** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MOSSMANN, Véra Lúcia da Fonseca; CATELLI, Francisco; LIBARDI, Helena. ESTRATÉGIAS TEÓRICO-PRÁTICAS NO ESTUDO DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS. In: XVII Simpósio nacional de ensino de física, 17., 2007, São Luiz. **Anais...** . São Luiz: Sbf, 2007. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0581-2.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

MOURA, Éliton Meireles de *et al.*. Bebendo leite. In: Encontro mineiro de educação matemática, 4., 2006, Diamantina. **ANAIIS do IV Encontro mineiro de educação matemática.** Diamantina: Ufop, 2006. p. 1031 - 1035. CD-ROM.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: Encontro internacional sobre aprendizagem significativa, 2., 1997, Burgos. **Actas...** p. 19-44. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

_____. A. A Teoria da Aprendizagem significativa, 1. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica educacional:** socializando e produzindo conhecimentos matemáticos. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16173/000697333.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

MUNIZ, Luciana Soares. **O fórum de classe numa escola pública: significados e práticas direcionados à construção de uma coletividade.** Dissertação de Mestrado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. 2006

NUNES, Carlos Alessandro. **Educação matemática:** processos formativos e a sua interface com as mídias. 2010. 297 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

OLIVEIRA, Rui. **A robótica na aprendizagem da matemática:** um estudo com alunos do oitavo ano de escolaridade. 2007. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Matemática, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Madeira, 2007.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica educacional:** uma experiência construtiva. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PAZOS, Fernando. Automação de Sistemas & Robótica, Axcel Books do Brasil. 2002.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da Pesquisa.** Abordagem teórico-prática. 10. ed., Campinas-SP: Papirus, 2004. (Coleção magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

PACHECO, Márcia Arantes Buiatti. **Educação digital:** uma perspectiva de inclusão no cotidiano da escola. 2011. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças:** repensando a escola na Era da Informática. Porto Alegre: Artmed, 1994.

_____. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Ed. rev. São Paulo: Artmed, 2008. 224 p.

PELLANDA, Eduardo Campos. Convergência de Mídias Potencializada Pela Mobilidade e um Novo Processo de Pensamento. In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – BH/MG. 2003. Disponível em: <<http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/1904/4747/1/NP8PELLANDA.pdf>>. Acesso em 18 de set. 2011.

PEIXOTO, João Alvarez *et al.*. **Ambiente de manipulação robótica usando simulação com workspace e robô eshed er-5.** Disponível em:<<http://joao-peixoto.webnode.com.br/news/ambiente%20de%20manipula%C3%A7%C3%A3o%20usando%20simula%C3%A7%C3%A3o%20com%20workspace%20e%20rob%C3%B3o%20eshed%20er5/>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

PRADO, M. e SCHLUNZEN, K. Integração de mídias digitais na educação, PUCSP, 2004. Disponível em: <http://www.eadconsultoria.com.br/matapoio/biblioteca/textos_pdf/texto15.pdf>. Acesso em 19 de set. 2011.

PRADO, M. Pedagogia de Projetos. Série “Pedagogia de Projetos e Integração de Mídias” - Programa Salto para o Futuro, Setembro, 2003. Disponível em: <http://www.eadconsultoria.com.br/matapoio/biblioteca/textos_pdf/texto18.pdf>. Acesso em: 19 de set. 2011.

REIS, Edinei Leandro Dos. **O Processo de Construção de Objetos de Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral durante uma Atividade de Design.** 2010. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

REY, Fernando. González. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade:** os processos de construção da informação. [Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

_____. **Sujeito e Subjetividade:** uma aproximação histórico-cultural. [Tradução Raquel Souza Lobo Guzzo]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

_____. Problemas Epistemológicos de la Psicología. Habana: Editorial Academia, 1996.

RODRIGUES, Adriana. **Produção coletiva de objeto de aprendizagem:** o diálogo na universidade e na escola. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

ROCHA, Rogério. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino aprendizagem de programação de computadores.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.et.cefetmg.br/permalink/40972611-14ce-11df-b95f-00188be4f822.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

SANTOS, Mauro César Charão Dos. **Avaliação do uso de realidade virtual na robótica.** 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SANTOS, Marcelo Fernandes. **A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa.** 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2010.

SILVA, Jean Carlo. **Prática colaborativa na formação de professores:a Informática nas aulas de Matemática no cotidiano da escola.** 2005. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Mestrado em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005. Disponível em: <<http://www.ppged.faced.ufu.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

SILVA, Márcia Rodrigues Luiz da. **Ensinar e aprender Matemática em contextos de aceleração da aprendizagem.** 2011. 336 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc:** Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tedesimplificado/tde_arquivos/19/TDE-2009-06-09T062813Z-2013/Publico/AlziraFS.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.

SILVA, A. F.; AGAÉ, A.; GONÇALVES, L. M. G.; GUERREIRO, A.M.G.; PITTA, R.; ARANIBAR, D.B.. Utilização da Teoria de Vygotsky em Robótica Educativa. In: II SHIAM, Anais.... Campinas: Unicamp, 2009. p. 1 - 6.

SANTOS, Santa Marli Pires Dos (Org.). **A ludicidade como ciência.** 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. **Trabalho coletivo na universidade:** trajetória de um grupo sobre o processo de ensinar e aprender. 2000. 297 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SOUZA JR., Arlindo J.S Trabalho com projetos: saberes docentes em movimento. In: CICILLINI, G.A.; NOGUEIRA, S.V. (orgs). Educação escolar: políticas, saberes e práticas pedagógicas. Uberlândia: EDUFU, 2002.

SOUZA, Hélia. O Ambiente de Aprendizagem e a Matemática. **Educação e Matemática**, Portugal, n. 83, p.35-41, 01 maio 2005. Disponível em: <<http://www.ipg.pt/user/~mateb1.eseg/doc/O%20ambiente%20de%20aprendizagem%20e%20a%20matem%C3%A1tica.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2011.

SCHWADE, G.V.; MOREIRA, M. J.; MIZUSAKI, L.E.P.; BARONE, D.A.C.. Utilização de PBL no Ensino de Robótica Móvel para Estudantes de Engenharia da Computação. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenal-SC. 2011.No prelo.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para Investigação. **Bolema**, Rio Claro, n. 14, p.66-91, 2000.

STEFFEN, Heloisa Helena. **Robotica pedagógica na educação:** um recurso de comunicação, regulagem e cognição. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SZYMANSKY, Heloisa. ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. PRANDINI, Regina Célia Almeida Rego. **A entrevista na pesquisa em educação:** a prática reflexiva. Brasília: Plano Editora, 2002.

VIGNERON, Jacques; OLIVEIRA, Vera Barros (org). Sala de aula e tecnologias. São Bernardo do Campo: UMESP, 2005.

VALENTE, José Armando. Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999. p.131-156.

VALENTE, José Armando. Computadores e Conhecimentos: repensando a educação. Campinas, [SP], Gráfica Central da Unicamp, 1993.

ZEICHNER, Kenneth M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C.M.G., FIORENTINI, D., PEREIRA, E.M.A. (org.). Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado de Letras e Associação de Leitura do Brasil - ALB. 1998. p. 207 - 236.

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.

Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The instructional use of learning objects (pp. 1-35). Retrieved February 14, 2002, from <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

ANEXO I

AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO ONDE A COLETA SERÁ REALIZADA

Autorizamos que os pesquisadores responsáveis **ARLINDO JOSÉ DE SOUZA JUNIOR, CARLOS ROBERTO LOPES, ELLEN THAÍS ALVES CERCILIAN, FERNANDO DA COSTA BARBOSA e LUCIVONE DA SILVA CARDOSO**, pelo projeto de pesquisa intitulado **ROBÓTICA EDUCACIONAL NO COTIDIANO DA ESCOLA**, utilizem o espaço da Instituição **ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR SERGIO DE OLIVEIRA MARQUEZ** com o objetivo de compreender os saberes produzidos durante o desenvolvimento do trabalho coletivo sobre robótica educativa com os alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma instituição pública.



Maria Rita Batista de Castro

Diretora Escolar

29/06/2020

Maria Rita Batista de Castro

Diretora de Escola Municipal

Aut.: 166024

ANEXO II

AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco J - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail: cep@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

**ANÁLISE FNAL Nº.748/10 DO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEP/UFU
254/10**

Projeto Pesquisa: Robótica educacional no cotidiano da escola.

Pesquisador Responsável: Arlindo José de Souza Junior

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.
- c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução 196/96/CNS, não implicando na qualidade científica do mesmo.

DATA DE ENTREGA DO RELATÓRIO PARCIAL: SETEMBRO DE 2011.

DATA DE ENTREGA DO RELATÓRIO FINAL: MARÇO DE 2012.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO APROVADO.

OBS: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 01 de Outubro de 2010.

**Profa. Dra. Sandra Terezinha de Farias Furtado
Coordenadora CEP/UFU**

Orientações ao pesquisador

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e). O prazo para entrega de relatório é de 120 dias após o término da execução prevista no cronograma do projeto.

ANEXO III

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – VERSÃO
ALUNO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MODELO

Você está sendo **convidado(a)** para participar da pesquisa intitulada **Robótica Educacional no Cotidiano da Escola**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **ARLINDO JOSÉ DE SOUZA JUNIOR, CARLOS ROBERTO LOPES, ELLEN THAÍS ALVES CERCILIAN, FERNANDO DA COSTA BARBOSA e LUCIVONE DA SILVA CARDOSO**

Nesta pesquisa nós estamos buscando entender e realizar uma investigação dos saberes construídos pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma instituição pública com robótica educacional e tecnologia no ano de 20__.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Fernando da Costa Barbosa na Escola Municipal Professor Sérgio de Oliveira Marquez** antes de iniciar as atividades do projeto.

Na sua participação você realizará atividades que busquem informar e ensinar sobre robótica, além de desenvolver atividades de investigação na produção de materiais de autoria. Todo o projeto e suas atividades serão filmadas e fotografadas. No decorrer do projeto serão submetidos a questionários e entrevistas. Serão coletados comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de blog, áudio-visual e robôs. Todo material coletado não terá fins lucrativos, será totalmente destruído após sua análise e qualquer informação coletada destes materiais resguardará sua identidade. Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

Não existem risco quanto as sua integridade intelectual, moral, emocional e física.. Os benefícios serão que você participará de um projeto diferente no cotidiano da escola, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Arlindo José de Souza Junior, Carlos Roberto Lopes, Ellen Thais Alves Cerciliar, Fernando da Costa Barbosa e Lucivone da Silva Cardoso, telefone (34) 3239-4156, Av. João Naves de Ávila, 2121, Universidade Federal de Uberlândia.**

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco J, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131

Uberlândia, ____ de _____ de 20____

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Responsável pelo participante

ANEXO IV

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – VERSÃO
RESPONSÁVEL**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MODELO

Sr(a) responsável, seu filho(a) está sendo **convidado(a)** para participar da pesquisa intitulada **Robótica Educacional no Cotidiano da Escola**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **ARLINDO JOSÉ DE SOUZA JUNIOR, CARLOS ROBERTO LOPES, ELLEN THAÍS ALVES CERCILIAN, FERNANDO DA COSTA BARBOSA e LUCIVONE DA SILVA CARDOSO**

Nesta pesquisa nós estamos buscando entender **e realizar uma investigação dos saberes construídos pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma instituição pública com robótica educacional e tecnologia no ano de 20__.**

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Fernando da Costa Barbosa na Escola Municipal Professor Sérgio de Oliveira Marquez** antes de iniciar as **atividades do projeto**.

A participação de seu(sua) filho(a) no projeto contará com **atividades que busquem informar e ensinar sobre robótica, além de desenvolver atividades de investigação na produção de materiais de autoria**. Todo o projeto e suas atividades serão filmadas e fotografadas. No decorrer do projeto serão submetidos a questionários e entrevistas. Serão coletados comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de blog, áudio-visual e robôs. Todo material coletado não terá fins lucrativos, será totalmente destruído após sua análise e qualquer informação coletada destes materiais resguardará sua identidade.

Em nenhum momento seu(sua) filho(a) será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade dele(a) será preservada.

Tanto o(a) Sr(a) e seu(sua) filho(a) não terão nenhum gasto e ganho financeiro com o projeto de pesquisa.

Não existem risco quanto as sua integridade intelectual, moral, emocional e física de seu(sua) filho(a). Os benefícios serão **que você participará de um projeto diferente no cotidiano da escola, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias**.

É livre a opção do Sr(a) retirar seu(sua) filho(a) do projeto como dele(a) de deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Arlindo José de Souza Junior, Carlos Roberto Lopes, Ellen Thais Alves Cerciliar, Fernando da Costa Barbosa e Lucivone da Silva Cardoso, telefone (34) 3239-4156, Av. João Naves de Ávila, 2121, Universidade Federal de Uberlândia**.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco J, Campus Santa Mônica – Uberlândia – MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131

Uberlândia, ____ de _____ de 20____

Assinatura dos pesquisadores

Eu autorizo meu(minha) filho(a) _____ a participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Responsável pelo participante

ANEXO V

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA REDE MUNICIPAL ADAPTADO PARA A
PESQUISA**

Prezado pai ou responsável;

A **Universidade Federal de Uberlândia**, por meio do CEMEPE, realizou uma parceria de trabalho com a **Escola Municipal Professor Sérgio de Oliveira Marquez**. Essa parceria consiste na execução do projeto “Robótica Educativa”, que tem como objetivo proporcionar atividades sobre Robótica todas as quintas-feiras, durante uma hora e meia, na parte da tarde, no espaço da escola. Toda atividade contará com a presença e supervisão da professora de matemática da turma, com as autoras do projeto e com colaboradores. Neste projeto, as atividades e produções realizadas por seu filho(a) serão filmadas e fotografadas. Sendo assim, contamos com sua colaboração e solicitamos, caso concorde, que autorize a participação do seu filho através do preenchimento dos dados abaixo.

AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DO PROJETO

- Eu, _____, AUTORIZO, meu(minha) filho(a) _____ a participar do projeto “Robótica Educativa” todas as quintas-feiras, dos dias ___/___/20__ a ___/___/20__ das ___:___ às ___:___.
- Eu NÃO AUTORIZO a participar do projeto.
-

AUTORIZAÇÃO DE VEICULAÇÃO DE IMAGEM

Eu, _____
_____, RG _____, responsável pelo menor _____

_____, matriculado no **9º ano**, do Ensino Fundamental, turno da manhã, autorizo a veiculação de sua imagem (fotografia e / ou imagem em vídeo), de seus desenhos e/ou textos produzidos a partir do projeto realizado pela Universidade Federal de Uberlândia/PROEX/PIEEX/PPGE/CEMEPE e Escola Municipal Professor Sérgio de Oliveira Marquez.

Autorizo também a publicação de seus trabalhos em materiais promocionais de caráter educativo e informativo, alusivos ao projeto, como livro, DVD, CD-ROM, revistas, jornais, dissertações, monografias, páginas na internet, dentre outros, sem remuneração de cachê, ficando esse órgão público isento de quaisquer ônus financeiros ou jurídicos no período em que a criança permanecer nesta Unidade Escolar.

Uberlândia, ____ de _____ de _____

Assinatura do pai/mãe ou responsável

ANEXO VI

QUESTIONÁRIO INICIAL DE PESQUISA

Projeto Robótica Educacional no Cotidiano da Escola
Questionário sobre cultura digital dos alunos

Este questionário tem como objetivo conhecer sua cultura digital e interesse no projeto de robótica, sendo que a utilização de quaisquer dados contidos neste questionário resguardará sua identidade e será sem fins lucrativos.

Nome: _____

Série: _____ Idade: _____

- Você tem computador em casa?

() Sim () Não

- Onde você tem acesso a internet?
-

- Para que você usa o computador?

() Jogos () MSN () Pesquisas
 () Outros. Quais? _____

- Quais softwares você domina?

() Word () Power Point () Excell
 () Outros. Quais? _____

- Você sempre tem receio de perder arquivos do computador?

() Sim () Não

- Quando há uma tarefa da escola, o primeiro recurso que você utiliza para a pesquisa são livros impressos?

() Sim () Não

- Você armazena e-mails e números de telefone em agenda de papel?

() Sim () Não

- Seus amigos marcam pelo MSN um encontro. Você liga para checar se as pessoas vão?

() Sim () Não

- Você tem dificuldade de ler textos longos na tela e normalmente imprime algo que pode ser lido direto no computador?

() Sim () Não

- Você instala programas no computador com auxílio de um manual ou técnico especializado?

() Sim () Não

- Se um assunto lhe interessa muito, você prefere se informar sobre ele em jornais e revistas impressos?

() Sim () Não

- Você costuma conversar com os amigos no MSN enquanto navega na internet e ouve música no iPod?

Musica II Sim Não

- A maior parte de seus amigos do Orkut ou MSN você não conhece pessoalmente?

() Sim () Não

- Você nunca conheceu pessoas do exterior através de games online?

() Sim () Não

- Redação:

Por que quero participar do Projeto de Robótica Educacional?

ANEXO VII

QUESTIONÁRIO DE FINAL DE PESQUISA

Projeto Robótica Educacional no Cotidiano da Escola
Questionário sobre o projeto

Este questionário tem como objetivo conhecer seu conhecimento em informática e interesse no projeto de robótica, sendo que a utilização de quaisquer dados contidos neste questionário resguardará sua identidade e será sem fins lucrativos.

Não se identifique!

1. Fez algum curso de informática?

() Não () Sim.

Quais? _____

2. Quais fontes você utiliza para realizar suas pesquisas para o trabalho Escolar

() livro didáticos

() Livros da Biblioteca

() Revistas e Jornais

() Internet

() Entrevistas

() Outras _____

3. Quais recursos da internet você utiliza em sua pesquisa?

() Sites de busca (Google, Yahoo, etc)

() Objetos de Aprendizagem

() Vídeos

() Webquest

() Blogs

() Yahoo respostas

() Twitter

() Orkut

() Outros: _____

4. Alguém te ensinou a fazer pesquisa na internet?

() Sim () Não

5. Onde você aprendeu fazer pesquisa na internet?

() Nas aulas regulares na escola

() Em casa

() Lan House

() Nas aulas de robótica

() Amigos

() Outros _____

6. O que te motivava a ir as aulas de robótica fora do horário de aula normal?

() matemática () problemas e desafios

() tecnologia

() conhecimento () Outras.

Quais: _____

7. Realizar as atividades de forma orientada na internet você classifica como sendo:

() ruim

() razoável

() bom

() ótimo

8. O que você achou do desafio “Aprendiz de Robótica”?

() ruim

() razoável

() bom

() ótimo

9. E depois do projeto de robótica, como está seu interesse por pesquisar, aprender coisas novas?

() diminuiu

() continuou o mesmo

() aumentou

10. Tem planos de fazer novos projetos de robô futuramente?

Sim Não

11. Que tipo de projetos?

- Robôs autônomos
- Robôs programáveis por software
- Robôs controlados por controle.
- Todos acima num só

12. Quais os pontos positivos do projeto de robótica?

- Acesso a tecnologias Aprende-se brincando
 - Aprende-se construindo Cria-se algo
 - Outros:
-

13. Quais os pontos negativos do projeto de robótica?

- Poucos recursos para se produzir as idéias
- Muito tempo de aula
- Pouco tempo de aula
- Aula desmotivada
-

Outros: _____

14. O que você aprendeu nas aulas de robótica foi útil em quais conteúdos?

- Artes Ciências Português Educação física
- Geografia História Matemática Literatura
-

Outros: _____

15. O que você achou de participar das olimpíadas de robótica?

- Difícil Fácil Interessante Desafiador Chato

16. Marque abaixo o que melhor representam o reflexo do projeto na sua vida?

- Não me ensinou nada. Estimulou minha criatividade
 - Estimulou minha curiosidade Aprendi a trabalhar em grupo
 - Detestei trabalhar em grupo Piorei na escola
 - Estou mais indisciplinado Estou mais organizado
 - Outros _____
-

17. Faça considerações que julgar importante sobre o Projeto de Robótica Educacional desenvolvido na sua escola.

ANEXO VIII

RELAÇÃO DE PERGUNTAS DA ENTREVISTA



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 a aprendizagem:

1. Você acha que aprendeu alguma coisa com as aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.
2. Você utilizou algum conhecimento de Matemática ou de alguma outra matéria nas aulas de robótica? Por favor, nos forneça exemplos.
3. A Matemática foi importante na robótica? Por favor nos forneça exemplos.

Referente a informática:

1. Antes do projeto, você utilizava a internet como recurso de pesquisa?
 - Tinha domínio sobre as ferramentas de pesquisa? Quais ferramentas você utilizava?
 - Onde e quem te ensinou a utilizar essas ferramentas?
2. Depois do projeto de robótica, a utilização da internet, que de fontes de pesquisa você mais utiliza?
3. O que você achou de construir um blog e publicar suas atividades no mesmo?
4. Quais os pontos positivos e negativos do blog?
5. Você trabalhou com outros recursos computacionais? Forneça exemplos:

Referente ao desenvolvimento do trabalho de projeto:

1. O que você achou de participar do projeto de robótica?
2. Atingiu sua expectativa? O que você esperava?
3. O que você acha que deveria mudar no projeto? Justifique

4. Quais atividades você mais gostou?
5. E quais atividades você menos gostou? O que você acha que deveria mudar nelas?
6. Qual sua opinião quanto a forma que as atividades são propostas?
7. Quais os pontos positivos e negativos da robótica livre?
8. Quais os pontos positivos e negativos da robótica lego?
9. Você prefere trabalhar com qual das robóticas, livre ou lego? Ou com as duas juntas?
Justifique.
10. Houve alguma diferença das aulas regulares para as de robótica? Quais?
11. Você prefere aula de robótica no extra-turno ou dentro das aulas de matemática?
Justifique.

Referente ao trabalho em grupo:

1. Como foi a sua participação no trabalho em grupo?
2. Como foi a participação dos outros alunos no desenvolvimento do projeto do seu grupo?
3. Seu grupo recebeu alguma ajuda de outras pessoas no projeto? De quem e em que momentos? Qual a importância desta ajuda para o seu aprendizado?