

LILIAN GONÇALVES BRAZ

**POTENCIALIZANDO A CRIATIVIDADE E A SOCIALIZAÇÃO:
UM ARCABOUÇO PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL EM
DIFERENTES REALIDADES EDUCACIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial à obtenção parcial do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Silva da Costa Botelho

RIO GRANDE
2010

AGRADECIMENTOS

À minha espiritualidade, por me acompanhar e dar força em todos os dias da minha vida.

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Silvia Silva da Costa Botelho, por me ensinar a como fazer pesquisa, pela confiança que me dedicou durante o desenvolvimento desta dissertação, meu sincero agradecimento e reconhecimento pelo seu profissionalismo competente.

À Dr^ª. Paula Ribeiro, pelo trabalho e dedicação ao coordenar este curso.

Aos meus pais, Eloeci e Miguel Vanderlei, pelos valores que me ensinaram e que me orgulho de não terem se perdido no tempo.

Ao meu companheiro e amigo Claudio, pelo incentivo, apoio incondicional, pelos conselhos, pelas palavras de conforto nos momentos mais difíceis.

Às minhas filhas, pois mesmo reclamando, entendiam as minhas ausências, espero que o comprometimento que dedico ao meu trabalho lhes possa servir de estímulo para fazerem sempre ‘mais e melhor’.

À minha amiga Maritza, pela presença, pelo apoio e pelas contribuições tão importantes para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores e colegas de mestrado, pela satisfação de conhecê-los, compartilhar a sala de aula, conhecer e discutir teorias, conceitos e metodologias que ajudaram na consolidação da minha própria pesquisa.

Ao Colégio Salesiano Leão XIII, em especial ao Diretor, Padre José Rodolpho Hess; à administração, à coordenação aos professores que acreditaram e incentivaram a minha pesquisa.

Aos sujeitos da pesquisa, os alunos, por motivarem meu estudo, transformando minha caminhada educativa.

À direção da EMEF França Pinto, especialmente as amigas Marisa Lopes e Lauci Cirra, pelo apoio e dispensa de alguns compromissos em prol de minha pesquisa.

Aos membros da banca, Prof^ª. Dr^ª Debora Pereira Laurino e Prof^ª. Dr^ª Eliane Schlemmer pela disponibilidade de contribuir com esta dissertação.

O meu muito obrigado a todos vocês, que fizeram a diferença nesta caminhada.

RESUMO

Esta dissertação tem como propósito apresentar uma prática metodológica que utiliza kit comercial e material alternativo como recursos robóticos. Neste trabalho apresenta-se um arcabouço para o uso da RE como ferramenta pedagógica. Tal arcabouço constitui-se em um conjunto de práticas que possibilitam a valorização da **socialização** e da **criatividade** utilizando para tal diferentes **recursos tecnológicos** para construção e montagem de artefatos robóticos como fatores potencializadores da aprendizagem. Ao propor um conjunto de práticas, apresenta-se um conjunto de oficinas desenvolvidas de forma a verificar a sua aplicabilidade. Durante a análise qualitativa e coleta dos dados, culminaram três categorias que foram priorizadas no desenvolvimento da pesquisa: Criatividade, Socialização e Recursos como potencializadores da aprendizagem. Estas categorias surgem a fim de permitirem a avaliação dos dados analisados, produzidos e contextualizados em sala de aula e nas oficinas de robótica. As oficinas foram realizadas no Colégio Salesiano Leão XIII, com os estudantes das séries finais do Ensino Fundamental. Com base na metodologia dos Projetos de Aprendizagem, no Projeto de Educação Tecnológica LEGO, e nas metodologias construtivistas, este trabalho apresenta como objetivo oportunizar ao aluno um ambiente favorável a aprendizagem. Este conjunto de práticas se constituiu de forma a permitir que os educandos não só absorvam os aspectos tecnológicos da formação, mas também trabalhem habilidades que possibilitam desenvolver as competências para aprender a agir.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Criatividade. Socialização.

ABSTRACT

This thesis aims to present a methodological practice which uses commercial kit and alternative material as robotic resources. In this dissertation is presented a framework to the use of Educacional Robotics as a pedagogical tool. Such framework is constituted in a set of practices which enable the recovery of socialization and creativity using different resources for construction and assembly of robotic artifacts as potentiators of learning. Proposing a set of practices is presented a set of workshops in order to check its applicability. During the qualitative analysis and data collection, three categories culminate which were prioritized in the development of the research: Creativity, Socialization, and Resources as potentiators of learning. These three categories arise in order to allow the evaluations of the analysed , produced and contextualized data in the classroom and in the robotics workshop. The workshops were performed in Salesiano Leão XII school, with the students in the final grades of basic education. Based on Learning Project Methodology, on LEGO Project of Technological Education and constructivists methodologies, this research aims to offer the student a favorable environment to learning. This set of practices is constituted in order to allow the students not only to absorb the technological aspects of formation, but also to work the abilities which permit the development of learning competences to act.

Key Words: Educational Robotics. Creativity. Socialization.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAI	Instrução Auxiliada por Computador
IA	Inteligência Artificial
ICAI	Intelligent Computer Assited Learning
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NXT	Bloco programável evolução do hardware RCX
PA	Projetos de Aprendizagem
PE	Projetos de Ensino
PEI	Progressive Educacional Technology Movement
RCX	Bloco programável LEGO antecessor do NXT
RE	Robótica Educacional
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1	Revista LegoZoom- 6ºano/4.....	36
Figura 3.2	Kit Lego Educacional Mindstorns/9797	38
Figura 3.3	Componentes eletrônicos Kit Lego Educacional Mindstorns/9797.....	38
Figura 3.4	Exemplo de programação/ Interface de Programação do Software NXT.....	40
Figura 3.5	Exemplo de como é apresentado conteúdo.....	41
Figura 3.6	Passo a Passo para construção do Compactador de Lixo.....	41
Figura 4.1	Placa controladora de motores	48
Figura 4.2	Interface de Programação	49
Figura 4.3	Exemplos de programações/interface Kit Alternativo.....	50
Figura 4.4	O conjunto de etapas associadas ao Arcabouço.....	51
Figura 5.1	Oficina Compactador de Lixo- Início da montagem.....	56
Figura 5.2	Trabalho em equipe	57
Figura 5.3	Apresentação do protótipo – Compactador de Lixo.....	57
Figura 5.4	Recorte de algumas equipes construindo a TORRE.....	69
Figura 5.5	Mostra da solução de algumas equipes para o desafio proposto/aumentar ao máximo o tamanho da TORRE.....	70
Figura 5.6	Croqui Virtual/ Individual (desenvolvido em sala de aula).....	71
Figura 5.7	Croqui Funcional (adaptação do projeto).....	72
Figura 5.8	Do CROQUI VIRTUAL para o CROQUI FUNCIONAL.....	73
Figura 5.9	Croqui Concreto da Torre.....	73
Figura 5.10	Recorte da construção do Protótipo Torre – Equipes da 8ª A.....	74
Figura 5.11	Linha de programação para Torre Inteligente.....	75
Figura 5.12	Apresentação do projeto concluído - Torre Inteligente.....	75
Figura 5.13	Recorte da Apresentação da TORRE BASQUETE pela Equipe.....	77
Figura 5.14	Registro da Equipe apresentando seu Projeto TORRE.....	78
Figura 5.15	Croqui Virtual (estrutura em blocos).....	79
Figura 5.16	Croqui Funcional (a Torre deve girar).....	79
Figura 5.17	Croqui Concreto (base de blocos acoplada no motor, eixo e vigas).....	79
Figura 5.18	Explorando o material e construindo a TORRE.....	80
Figura 5.19	Apresentação do protótipo TORRE construído com material alternativo.....	81
Figura 5.20	Organizador e Construtor seguindo o manual para montar.....	82
Figura 5.21	Programador fazendo a programação do Robô no computador.....	82
Figura 5.22	Apresentação.....	83
Figura 5.23	Croqui Concreto.....	86
Figura 5.24	Protótipo e registro dos alunos alterando a programação.....	87
Figura 5.25	Testes após troca de peça responsável pelo erro.....	87
Figura 5.26	Croqui Funcional.....	90
Figura 5.27	Croqui Concreto.....	91
Figura 5.28	Testes do Protótipo.....	92
Figura 5.29	Apresentação de um componente da equipe.....	93
Figura 5.30	Apropriação e reconhecimento do material (maleta alternativa) para o Croqui Concreto, construir o Protótipo.....	94
Figura 5.31	Apresentação da Equipe, mascote movimentando a cabeça.....	95

Figura 5.32	Registro da equipe trabalhando na montagem do protótipo.....	96
Figura 5.33	Recorte do Projeto Helicóptero (material alternativo).....	97
Figura 5.34	Desenvolvimento do projeto Mascote do Colégio.....	98
Figura 5.35	Registro do Croqui Concreto e Protótipo do projeto Mascote (maleta alternativa).....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Estagio do Desenvolvimento (PIAGET).....	20
Tabela 2.2	Características entre PE e PA.....	29
Tabela 3.1	Kits educacionais disponíveis no mercado.....	32
Tabela 3.2	Rodízio das Funções com suas características.....	35
Tabela 3.3	Manual do Professor.....	37
Tabela 3.4	A Interface de Programação: apresentação e principais funções.....	39
Tabela 4.1	Principais peças que compõem o Kit Alternativo.....	48
Tabela 5.1	Croquis Virtuais/Amassador de Lixo.....	59
Tabela 5.2	Etapas do arcabouço.....	62
Tabela 5.3	Etapas do arcabouço.....	63
Tabela 5.4	Etapas do arcabouço.....	65
Tabela 5.5	Oficina Mascote - Etapas do Arcabouço.....	89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	14
2.1	PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	14
2.1.1	Empirismo.....	14
2.1.2	Inatismo.....	15
2.1.3	Apriorismo.....	15
2.1.4	Associacionista.....	16
2.1.5	Behaviorista.....	17
2.1.6	Interacionismo.....	17
2.1.7	Cognitivismo.....	19
2.1.8	Construtivismo.....	21
2.1.9	Construcionismo.....	21
2.1.10	Aprendizagem Significativa.....	22
2.2	CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	23
2.3	SOCIALIZAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL	25
2.4	A METODOLOGIA DE PROJETOS.....	26
2.4.1	Projeto de Ensino.....	27
2.4.2	Projeto de Aprendizagem.....	28
2.5	CONSIDERAÇÕES.....	29
3	ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO.....	30
3.1	A ROBÓTICA COMO TECNOLOGIA PARA A EDUCAÇÃO.....	30
3.2	A PROPOSTA DE TRABALHO LEGO	34
3.2.1	Recursos tecnológicos e material de apoio.....	35
3.2.2	A Metodologia Lego	40
3.3	A PROPOSTA DE LOPES BASEADA NO CONSTRUTIVISMO.....	42
3.3.1	As práticas da metodologia.....	43
3.4	RECURSOS TECNOLÓGICOS E MATERIAL DIDÁTICO.....	44
3.5	CONSIDERAÇÕES.....	44
4	UM ARCABOUÇO PARA DESENVOLVER A CRIATIVIDADE E A SOCIABILIDADE ATRAVÉS DA RE.....	46
4.1	OS RECURSOS TECNOLÓGICOS E O MATERIAL DE APOIO	46
4.1.1	Kit alternativo.....	46
4.2	METODOLOGIA PARA O USO DO ARCABOUÇO.....	50
4.3	CONSIDERAÇÕES	54
5	VALIDANDO A PROPOSTA METODOLÓGICA EM OFICINAS.....	55
5.1	OFICINA 1 - COMPACTADOR DE LIXO.....	56
5.1.1	Prática Metodológica LEGO.....	56
5.1.2	Prática Metodológica do Arcabouço.....	58
5.2	OFICINA 2 – TORRE.....	68
5.2.1	Prática Metodológica LEGO.....	68
5.2.2	Prática Metodológica do Arcabouço.....	71
5.3	OFICINA 3 – BRAÇO COM GARRA.....	81
5.3.1	Prática Metodológica LEGO.....	81

5.3.2	Prática Metodológica do Arcabouço.....	84
5.4	OFICINA 4 – MASCOTE.....	88
5.4.1	Prática metodológica do arcabouço.....	88
5.5	CONSIDERAÇÕES.....	99
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
	REFERÊNCIAS.....	102
	ANEXO A - MANUAL DE CONFECCÃO DO KIT ALTERNATIVO.....	106
	ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
	– DIRETOR.....	115
	ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
	–ESCOLA.....	116
	ANEXO D– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
	– ALUNOS.....	117

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas provocaram consideráveis modificações em toda a sociedade. Por exemplo, nos bancos, as assinaturas são substituídas por senhas eletrônicas, as cartas, os telegramas desapareceram; foram substituídos por telefonemas e e-mail eletrônico, onde mensagens que levariam meses para chegar levam frações de segundos.

Tais avanços trazem contribuições significativas para a educação. Por exemplo, pode-se citar o caso das escolas frente ao apelo dos computadores, da internet, das redes sociais, em que o aluno não vê atrativos nas tradicionais aulas com quadro e giz. Neste cenário, o indivíduo depara-se com novas formas de comunicação, as quais possibilitam o acesso a diferentes fontes de informação. Novas formas de relacionamento, novos padrões de comportamento surgem, os quais, com sabor de novidade, despertam o interesse e a curiosidade dos indivíduos como um todo, independente da faixa etária.

Busca-se utilizar as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como ferramentas pedagógicas capazes de potencializar um contexto de ensino-aprendizado em que os alunos possam ter iniciativas e criar situações problemas, a fim de desenvolverem habilidades e atitudes ao longo de sua vida.

Com as TICs pode-se catalisar o processo de mudança e igualdade social, através da democratização do acesso à informação, bem como da melhoria da qualidade dos conteúdos informativos. MARTI (2003, p. 131) relata que “a educação também tem de ser um fator de mudança e de igualdade e tanto a democratização do acesso às novas tecnologias como a melhoria da qualidade dos conteúdos informativos, são desafios que a educação deve enfrentar”.

Enfrentar essa nova era exige que a escola se disponha a rever os métodos de aprendizagem tradicional, onde o trabalho individual prevalece sobre o grupal, à ideia de que aprender é memorizar. O momento exige que a escola ensine para a vida, despertando nos alunos sua capacidade criativa e de convivência, relacionando seus saberes e agregando mais conhecimentos, desenvolvendo integralmente o educando, potencializando-o, através da contextualização dos conteúdos, promovendo a interdisciplinaridade e o uso de ferramentas tecnológicas a serviço da educação.

No âmbito das tecnologias atualmente disponíveis podem-se citar os Sistemas Robóticos. Estes estão associados à Robótica, a qual, de natureza multidisciplinar, é considerada a área da ciência que estuda a montagem e a programação de máquinas que percebem e atuam no ambiente de forma a resolver problemas de engenharia. Diferentes conhecimentos estão envolvidos na construção de sistemas robóticos, tais como física, mecânica, computação, engenharias, psicologia, etc.

Nas últimas décadas, tecnologias associadas à robótica estão sendo utilizadas como ferramentas de auxílio pedagógico. Tendo como motivação o desafio em criar máquinas para solucionar tarefas, busca-se explorar os diferentes conhecimentos envolvidos, desenvolvendo-se diversas competências no aluno.

De acordo com Menezes e Santos (2002), os termos Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica referem-se a ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou *kits* de montagem, constituídos por diversas peças, motores e sensores controláveis por computadores e *softwares* que permitem programar o funcionamento dos modelos montados. Refere-se à implementação destes dispositivos interfaceáveis com finalidades educacionais e escolares.

A Robótica Educacional (RE) surge na década de 80, tendo como objetivo fornecer um ambiente em que o educando possa aprender, através do estímulo à construção e manipulação de robôs, levando o aluno a usufruir de sua potencialidade para a construção do seu conhecer. A partir da proposta pioneira de Papert (1993), com o projeto da LEGO/LOGO, muitas são as abordagens pedagógicas que vêm sendo utilizadas na RE. Destas, podem-se citar as propostas construtivistas, as quais possibilitam um aprendizado capaz de estimular os conceitos de criatividade, *design*, programação. Como exemplo, destacam-se os projetos da LEGO-MindStorms, Robolab, RCX, entre outros.

Novos paradigmas educacionais estão sendo explorados, através da valorização da descoberta, da criação, da sociabilidade da construção coletiva, do aprendizado de conceitos por interesse ou necessidade do próprio aluno. Busca-se desenvolver práticas pedagógicas capazes de criar ambientes de aprendizagem multifuncional e reprogramável, possibilitando a construção do conhecimento de forma significativa e com criatividade em um ambiente favorável à socialização. O robô é utilizado como um artefato cognitivo, utilizado pelos educandos para exploração e expressão de suas próprias ideias, ou como nas palavras de Paper (apud MIRANDA; SUANNO, 2009) “um objeto-para-pensar-com”.

Entretanto poucos são os trabalhos na literatura que apresentam práticas pedagógicas que trabalhem claramente tais habilidades, e que sejam passíveis de implementação nas diferentes realidades escolares brasileiras.

Nesta visão de aprendizagem prazerosa e significativa, e frente ao desafio de claramente apresentar práticas pedagógicas passíveis de utilização pelos professores é que foi introduzido este estudo em Robótica Educacional. Propõe-se, neste trabalho, um arcabouço para o uso da RE como ferramenta pedagógica. Tal arcabouço constitui-se em um conjunto de práticas que possibilitam a valorização da **socialização** e da **criatividade**, utilizando para tal diferentes **recursos tecnológicos** para construção e montagem de artefatos robóticos.

De forma mais precisa, pretende-se, neste trabalho:

- realizar estudo bibliográfico de forma a estabelecer um referencial teórico pertinente ao desenvolvimento desta proposta, envolvendo educação e robótica;
- desenvolver um arcabouço, composto por um conjunto de práticas pedagógicas, capaz de explorar a criatividade e a sociabilidade associadas à construção, montagem e programação de Sistemas Robóticos;
- aplicar o arcabouço em oficinas práticas, de forma a avaliar o seu uso;
- desenvolver material de apoio para o uso do arcabouço em diferentes realidades escolares.

Para tal, a partir desta introdução geral da pesquisa realizada, apresenta-se, no segundo capítulo, os referenciais teóricos que alavancaram estes estudo e pesquisa. São trazidas as principais teorias de aprendizagem, bem como é detalhada a importância da criatividade e socialização no contexto educacional. No terceiro capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre Robótica Educacional (RE), detalhando-se as propostas metodológicas que servem de inspiração para esta dissertação. No quarto capítulo, apresenta-se o arcabouço proposto neste trabalho, o qual se constitui em um conjunto detalhado de práticas para trabalhar a robótica na escola. No Capítulo 5 o arcabouço é avaliado através de um conjunto de oficinas, seguido por conclusões e considerações finais.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Com base na proposta de fornecer um conjunto de práticas pedagógicas, capazes de potencializar os processos de socialização e criatividade do educando, busca-se, neste capítulo, apresentar os referenciais teóricos associados às diferentes teorias de aprendizagem, criatividade, socialização e metodologia de projetos, de forma a balizar a pesquisa desenvolvida.

2.1 PRINCIPAIS TEORIAS DE APRENDIZAGEM

As teorias de aprendizagem buscam explicar o desenvolvimento da mente humana e o processo de mudanças cognitivas adquiridas pela experiência: o que se aprende e como isso acontece. As teorias de aprendizagem descrevem de que forma o ser humano aprende num processo reflexivo e cognitivo. A seguir são descritas as principais abordagens encontradas na literatura.

2.1.1 Empirismo

A corrente empirista tem, como princípio, que o conhecimento humano é a experiência adquirida em função do meio físico, mediado pelos sentidos. O indivíduo encontra-se, por sua própria natureza, vazio, como uma "tábula rasa" ou uma folha de papel em branco, tudo precisa aprender. A mente é considerada inerte, e as ideias vão sendo gravadas a partir das percepções. Essa visão pode ser justificada nas palavras de Popper (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010), quando diz: "não há nada no nosso intelecto que não tenha entrado lá através dos nossos sentidos".

O desenvolvimento do empirismo aconteceu na Inglaterra, nos séculos XVII e XVIII, tendo à frente John Locke (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010). Para ele: "O homem não pode atingir a verdade definitiva, pois tem nos fatos, e não nele, a fonte principal para tal explicação". Refuta a ideia das teorias inatas e com isso destaca a importância da educação e da instrução na formação do homem. Ou seja, a fonte do conhecimento está na experiência; o conhecimento vem de fora, evolui à medida que o sujeito adquire novas experiências. Para os empiristas, ensinar é modificar o ambiente, controlar as estratégias de trabalho para operar as mudanças desejadas nas respostas dos alunos.

2.1.2 Inatismo

Também conhecido como nativismo, esta teoria argumenta que as particularidades do sujeito são herdadas desde o nascimento e que as explicações para as diferenças físicas e psicológica resumem-se à hereditariedade (GAONAC'H; GOLDER, 1995). As formas de conhecimento estão pré-estabelecidas no indivíduo que aprende. No inatismo, as estruturas mentais atualizam-se na medida em que o ser humano amadurece, sua inteligência, pelas percepções da realidade, vai se tornando capaz de realizar aprendizagens cada vez mais complexas. A aprendizagem consiste no armazenamento das informações prontas, acabadas, através da memória.

2.1.3 Apriorismo

A epistemologia apriorista contrapõe-se ao empirismo, por entender que o sujeito, ao nascer, possui as condições do conhecimento e da aprendizagem que se manifestarão, ou imediatamente (inatismo), como já foi dito, ou progressivamente, pelo processo natural de maturação. Toda a atividade de conhecimento é exclusiva do indivíduo; o meio não interfere.

Dentro do apriorismo, surge a teoria *da forma* ou da *gestalt*: o conhecimento produz-se, porque existe, no ser humano, uma capacidade interna inata que predispõe o sujeito ao conhecimento; há uma supervalorização da percepção como função básica para o conhecimento da realidade. Chega a confundir percepção com cognição (HILGARD, 1973). Tal teoria versa sobre traços de memória, que são marcas deixadas, experiências no sistema nervoso. Estes traços de memória formam totalidades isoladas chamadas *gestalts*. Aprender não é uma questão de adicionar novos traços e subtrair os antigos, mas sim transformar uma *gestalt* em outra. A *gestalt* concebe os processos psicológicos como função do campo presente e nega o papel explicativo às experiências passadas nas situações que seguem umas as outras.

A teoria da *gestalt*, conhecida como a da aprendizagem por *insight*, veio questionar o associacionismo americano, principalmente com as obras de Koffka e Köhler (apud MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010).

2.1.4 Associacionista

Esta teoria tem como objetivo explicar que o comportamento complexo é associação de comportamentos simples.

Como percussoras desta corrente destacam-se as teorias de comportamento reflexo ou estímulo-resposta fundamentado pelos autores Edward L. Thorndike e B.F. Skinner (GOODING; PITTENGER, 1977).

Para Thorndike (apud GOODING; PITTENGER, 1977), o padrão básico da aprendizagem é uma resposta mecanicista às forças externas. Um estímulo provoca uma resposta. Se a resposta é recompensada, é aprendida. Quanto a Skinner, a questão fica em torno do controle do comportamento, com os reforços que ocorrem com a resposta ou, após esta, com o propósito de atingir metas específicas ou definir comportamentos manifestos.

2.1.5 Behaviorista

O fundador do comportamentalismo/behaviorismo, John Broadus Watson (MOURA; AZEVEDO; MEHLECKE, 2010), a partir de um programa de estímulo e resposta, realizou pesquisas sobre a influência do meio no comportamento animal e humano. Todo estímulo eficaz provoca sempre uma resposta imediata, de alguma espécie. Utilizando o termo behaviorismo, Watson definiu a psicologia como sendo "a ciência que estuda o comportamento observável, mensurável e possível".

As teorias comportamentais entendem o aprendiz como um ser que responde a estímulos do meio exterior, não levando em consideração o que ocorre dentro de sua mente durante o processo. A aprendizagem é interpretada somente como mudança de comportamento.

Skinner (2003), psicólogo americano, utilizou o modelo experimental de Watson para o estudo do comportamento humano, sendo sua teoria conhecida como "Condicionamento Operante". Para os behavioristas, o homem é uma caixa preta, na qual não se enxerga o que ocorre dentro, somente o que nela entra e dela sai. Por isso, um estímulo gera uma resposta e isto basta. O estímulo pode ser chamado de reforço, que nada mais é do que a recompensa. Este reforço pode ser positivo, no caso em que o estímulo apresentado após a resposta aumenta a probabilidade de ocorrência da mesma. Por outro lado, o reforço é dito negativo quando a resposta reforçada é aquela que elimina um estímulo aversivo. Tanto reforços positivos como negativos aumentam a probabilidade de resposta. A extinção do

estímulo elimina uma resposta pela supressão do reforço e uma punição visa à eliminação de uma resposta pela apresentação de um estímulo aversivo.

Para o behaviorismo a aprendizagem é entendida como uma modificação do comportamento provocada pelo agente que ensina, pela utilização adequada dos estímulos reforçadores, sobre o sujeito que aprende.

2.1.6 Interacionismo

Vygotsky (1998) traz importantes contribuições, através de sua teoria sobre o complexo processo de aprendizagem chamado histórico-cultural. Atualmente, esta teoria passou a ser conhecida como sócio-interacionista, que é baseada em uma visão de desenvolvimento apoiada na concepção de um organismo ativo, onde o pensamento é construído gradativamente em um ambiente histórico e, em essência, social, emergindo de processos psicológicos, de estruturas orgânicas. Estas estruturas orgânicas possibilitam a interações entre o sujeito em aprendizagem e o meio cultural, planejando ações a serem realizadas em momentos posteriores, para que aconteçam mudanças no seu desenvolvimento.

Para o autor, a interação social é origem e motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual. Todas as funções no desenvolvimento do ser humano aparecem primeiro no nível social (interpessoal), depois, no nível individual (intrapessoal). A aprendizagem humana pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as pessoas penetram na vida intelectual daquelas que as cercam. Os estudos de Lev Vygotsky (1998), associados ao interacionismo, postulam principalmente na origem social da inteligência e no estudo dos processos sócio-cognitivos. Para ele, as estruturas dos estágios cognitivos descritos por Piaget são processos mentais elementares e estes correspondem ao estágio de inteligência sensório-motora; estes estão ligados à maturação biológica e à experiência da criança com seu ambiente físico. O meio, quando interposto entre o sujeito e o objeto, pode ampliar possibilidades de transformação. À medida que este interage com o objeto, amplia a capacidade de expressar o pensamento e estruturar o processo de aprendizagem. Enquanto Piaget defende que a estruturação do organismo precede o desenvolvimento, para Vygotsky (1998), é o próprio processo de aprender que gera e promove o desenvolvimento das estruturas mentais superiores. Estas estruturas mentais superiores constituíram-se ao longo da história social do homem através da sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, fazendo com que o homem se diferencie dos outros animais nas suas formas de agir no e com o mundo.

O ponto central da teoria de Vygotsky (1987) está ligado ao conceito em torno das três fases do desenvolvimento da criança, podendo ser estendido a qualquer aprendiz. As fases são:

- **nível de desenvolvimento real** - determinado pela capacidade de o indivíduo solucionar independentemente as atividades que lhe são propostas;
- **nível de desenvolvimento potencial** - determinado através da solução de atividades realizadas sob a orientação de uma outra pessoa mais capaz ou cooperação com colegas mais capazes;
- **zona de desenvolvimento proximal** - considerada como um nível intermediário entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

A "zona de desenvolvimento proximal" é potencializada através da interação social, ou seja, as habilidades podem ser desenvolvidas com a ajuda de um adulto ou através da colaboração entre pares. Já o nível de desenvolvimento real é considerado como as funções mentais do indivíduo que já estão estabelecidas, decorrentes das etapas de desenvolvimento inteiramente cumpridas pelo sujeito.

Quanto às estruturas mentais superiores, a mesma ideia é reforçada por Oliveira (1999), quando diz que são construídas ao longo da história social do homem. A maturação biológica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores dependem, segundo Fialho (1998), do meio social, que é essencialmente semiótico. Aprendizado e desenvolvimento interagem entrelaçados, de forma que um acelere ou complete o outro.

A abordagem sócio-interacionista concebe a aprendizagem como um fenômeno que se realiza na interação com o outro. Para Maturana (1998), educar constitui-se no processo de convivência com o outro e, ao conviver com o outro, transforma-se espontaneamente, seu modo de vida passa a acontecer progressivamente com o espaço de convivência do outro.

A aprendizagem acontece por meio da internalização, a partir de um processo anterior, de troca, que possui uma dimensão coletiva. Segundo Vygotsky (1998), a aprendizagem deflagra vários processos internos de desenvolvimento mental, que tomam corpo somente quando o sujeito interage com objetos e sujeitos em cooperação. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento.

2.1.7 Cognitivismo

A teoria de aprendizagem cognitivista foi desenvolvida pelo suíço Jean Piaget (1896 – 1980), o qual se dedicou inicialmente aos estudos científicos relacionados à natureza biológica do aprendizado. Mais tarde, interessa-se pela inteligência humana, que considera tão natural como qualquer outra estrutura orgânica, embora mais dependente do meio do que qualquer outra, fato este que a inteligência depende do próprio meio para sua construção, estabelecendo-se através da ação. Em 1924, o autor publica “A Linguagem e o Pensamento da Criança”, onde apresenta o progresso da inteligência da criança através da modificação de suas características e não pela eliminação de erros. Em 1926, Piaget descreve o método clínico, que viria a ser a base metodológica da Psicologia Genética, fundamentada na observação e entrevista clínica. Após inúmeras publicações, relatando a evolução de seus estudos, em 1950, publica “*Introduction à l'Épistémologie Génétique*” que, em 1970, é publicado na forma de um breve resumo, sob o título “**Epistemologia Genética**”.

Piaget (1975) aborda, em sua obra sobre a Epistemologia Genética, que o indivíduo, desde o nascimento até a idade adulta, passa por um processo contínuo de construção de estruturas variáveis que, ao lado de características que são constantes e comuns a todas as idades, refletem o seu grau de desenvolvimento intelectual. O autor explica que as estruturas variáveis são maneiras de organização das atividades mentais, que se conectam aos aspectos motor, intelectual e afetivo. Para Piaget (1982), dois são os processos que regulam tais atividades mentais: a assimilação e a acomodação. Na assimilação, a estruturação ocorre por incorporação da realidade exterior a formas advindas à atividade do sujeito. Na acomodação, as estruturas modificam-se em função do meio, de suas variações. A adaptação intelectual constitui-se então em um “*equilíbrio progressivo entre um mecanismo assimilador e uma acomodação complementar*”. (Ibid., 1982, p. 2) em:

Piaget defende que o indivíduo passa por várias etapas em sua vida e, a partir da integração de sucessivas estruturas, na perspectiva de que cada uma conduz à construção da seguinte, o autor dividiu tal desenvolvimento em grandes estágios ou períodos que obedecem basicamente aos estágios de desenvolvimento destas estruturas. A Tabela 2.1 apresenta os estágios apresentados na obra do autor.

Idade	Período	Características
0 – 2 anos	Sensório-motor	Desenvolvimento da consciência do próprio corpo, diferenciado do restante do mundo físico. Desenvolvimento da inteligência em três estágios: reflexos de fundo hereditário, organização das percepções e hábitos e inteligência prática.
2 – 7 anos	Pré-operacional	Desenvolvimento da linguagem, com três consequências para a vida mental: a) socialização da ação, com trocas entre os indivíduos; b) desenvolvimento do pensamento, a partir do pensamento verbal; c) desenvolvimento da intuição.
7-12 anos	Das operações concretas	Desenvolvimento do pensamento lógico sobre coisas concretas; compreensão das relações entre coisas e capacidade para classificar objetos; superação do egocentrismo da linguagem; aparecimento das noções de conservação de substância, peso e volume.
12 anos em diante	Das operações formais	Desenvolvimento da capacidade para construir sistemas e teorias abstratos, para formar e entender conceitos abstratos; pensamento concreto, sobre coisas, passa para o pensamento abstrato.

Tabela 2.1- Estágio do Desenvolvimento (PIAGET)

Fonte: TEORIAS, 2009.

Para Piaget (1975), o conhecimento não está no sujeito como um organismo, mas sim decorrente das contínuas interações entre o sujeito e o meio. Para ele, a inteligência é relacionada à aquisição de conhecimento na medida em que sua função é estruturar as interações sujeito-objeto. Assim, todo o pensamento origina-se na ação, e, para se conhecer a gênese das operações intelectuais, é imprescindível a observação da experiência do sujeito com o objeto.

2.1.8 Construtivismo

Na teoria construtivista, o conhecimento é entendido como ação do sujeito com a realidade, estabelecendo-se através das situações, onde o aluno é levado a questionar, pensar e procurar soluções, saindo da teoria para a prática. Nestas, o indivíduo costuma levar sua bagagem de vida, e seus valores. “O objetivo da educação não é saber repetir verdades acabadas, é aprender por si próprio [...]” (PIAGET, 1973, p. 69). Para Piaget (1973), o conceito de aprendizagem é mais compreensivo do que o significado com que é normalmente utilizado. Ele não se esgota no sentido restrito do conhecimento como uma construção que vai sendo elaborada através da interação do sujeito com o meio, mas se reúne em um processo de equilíbrio, permitindo seguir a dimensão do próprio desenvolvimento da estrutura cognitiva e intelectual do indivíduo.

Segundo a aprendizagem construtivista, a origem do conhecimento está no próprio sujeito. O professor, no processo de aprendizagem, tem, como função, estimular o aluno para que o conhecimento aflore e que o desenvolvimento cognitivo aconteça de maneira intensa na interação do sujeito com o objeto.

2.1.9 Construcionismo

Em 1980, Papert foi trabalhar no Laboratório de Inteligência Artificial, do MIT, onde explorou os princípios do Construtivismo Cognitivo de Piaget, construindo um conjunto de premissas a serem usadas quando aplicadas ao uso de computadores como auxílio ao processo de construção de conhecimento. Para o autor, é na diversidade de aplicações possíveis de um computador e na capacidade de simular modelos mecânicos (robôs) que a criança pode aprimorar o seu processo de evolução cognitiva

A construção do conhecimento através do computador tem sido denominada, por Papert (1986), de Construcionismo. Ele usou esse termo para indicar como a construção do conhecimento acontece, quando o aluno procura construir algo de seu interesse, tornando a aprendizagem significativa.

Seymour Papert (1986) adaptou os princípios do construtivismo cognitivo de Piaget e da teoria interacionista de Vygotsky, desenvolvendo um conjunto de premissas a serem utilizadas nas práticas de ensino, utilizando recursos tecnológicos como ferramenta de ensino/aprendizagem. Para o autor, o construcionismo é uma síntese da teoria de Piaget e das disponibilidades oportunizadas pelo uso do computador para o desenvolvimento de uma

aprendizagem contextualizada. Papert (1993), em seus estudos, percebeu a possibilidade de criar condições para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos com o uso dos computadores.

O construcionismo abrange também o processo de interação do aluno com o objeto através da mediação via linguagem de programação. Através desta, o aluno descreve suas ideias que, ao serem executadas pelo computador, refinam a ideia original tanto em termos de conceitos quanto de estratégias.

De acordo com Papert (1993, p. 146), “a aprendizagem é facilitada e melhorada se o aluno construir algo de concreto, como por exemplo, uma maquete, um modelo, um programa de computador, algo que possa ser visto e analisado”.

O construcionismo, como o construtivismo, tem como pressuposto básico o envolvimento do sujeito. No construtivismo, aquilo que é aprendido pelo próprio esforço tem mais significado produzindo maior aprendizagem a partir dos conceitos básicos.

2.1.10 Aprendizagem Significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel (1982), propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

Quando o conteúdo a ser aprendido não se associa a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel denomina de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes nas estruturas cognitivas.

Ausubel (1982) apresenta também uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar, onde considera que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que o grau de complexidade a ser atingido depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si, que do número de conceitos presentes.

2.2 CRIATIVIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Segundo Boden (1999), a criatividade é um quebra-cabeça, um paradoxo, ou ainda um mistério. A autora cita que muitas pessoas supõem que nunca haverá uma teoria científica definindo de forma precisa a criatividade, devido ao seu caráter imprevisível e aparente ausência de qualquer explicação sistemática, seja ela científica ou histórica. Entretanto, muitos são os trabalhos científicos que tratam os diferentes aspectos associados à criatividade.

O cérebro humano funciona em contínuos processos ditos primários e secundários. Primários são basicamente biológicos, identificáveis em sonhos, meditações, hipnose e estados psicóticos, sendo capazes de tratar conceitos concretos. Os processos secundários são cognitivos, sendo capazes de lidar com abstrações, voltando-se para a realidade durante estados de vigília. (LOPES, 2008, p. 20)

Sustenta-se que a inspiração criativa exige uma regressão a estados primários, que propiciam a descoberta de novas combinações de elementos mentais, no entanto, a elaboração criativa exige um retorno a um processo secundário. Assim, quem ficar preso num dos estados tem limitada sua capacidade criativa.

Nestes mesmos estudos apresenta-se que a inspiração criativa ocorre em estados mentais de atenção difusa, onde o pensamento é associativo, com grande número de representações mentais simultaneamente ativadas, com baixos níveis de atividade no hemisfério esquerdo e no lobo frontal.

A criatividade também é abordada por Piaget, relacionando-a com o processo de construção da inteligência e do conhecimento em um processo de *estruturação da realidade*. Como apresentado pelo autor, as estruturas cognitivas não são pré-formadas, mas são *construídas* nos primeiros anos de vida. Piaget vincula a criatividade ao que chama abstração reflexionante, a qual é extraída das ações coordenadas do sujeito e não simplesmente das propriedades dos objetos. Este processo insere o real num sistema de significações que permite inferências, operações lógico-matemática, heurísticas, etc.

Para Piaget, desde o ventre materno, a criança já assimila informações do meio externo, visando adaptação. Parte dessas estruturas são herdadas, outras adquiridas, sendo a maior parte construída. Comportamentos reflexos são em geral herdados e dependem em alto grau dos sentidos e compõem com estas estruturas orgânicas. À medida que o sujeito interage com o mundo, estas estruturas vão se desenvolvendo, pois já não há só atividade reflexa. Tal

atividade organizadora é que desenvolve sistemas lógicos. Através de sua ação sobre o meio, o sujeito vai coordenando estas estruturas e atribuindo propriedades aos objetos, formando constantemente novos sistemas de significações. Para Piaget (2001), a inteligência, como adaptação a situações novas, depende da complexidade da interação do indivíduo com o meio. Quanto mais complexa for a interação, mais “inteligente” será o indivíduo, mais adaptado, mais *criativo*.

Enfim, para Piaget (2001), o sujeito é criativo, quando são identificados nele alguns traços de criatividade, sendo:

- (a) original, capaz de gerar múltiplas ideias;
- (b) independente, gera motivação para lidar com situações onde a liberdade é valorizada;
- (c) intuitivo, valoriza inspirações, *insights*;
- (d) interessado em múltiplas áreas do conhecimento;
- (e) acredita em seu potencial criativo, no valor do seu trabalho e do seu esforço.

Vygotsky (1987) também apostou na imaginação como artefato necessário para expressar a criatividade. Ele atenta para a imaginação, a qual estaria associada à emoção, retirando fragmentos da realidade e, por meio de novas significações, retorna à cultura, em forma de um produto criativo. Dessa forma, todo ato criativo nasce da imaginação que, por sua vez, origina-se no contexto histórico-cultural.

Um ambiente que valoriza a criatividade facilita a construção de uma visão holística sobre o fenômeno criativo, auxiliando o indivíduo a lidar melhor com habilidades e competências relacionadas à criatividade.

No contexto educacional, é importante saber que a criatividade é característica que difere, de forma individual, todo ser humano. Os indivíduos são naturalmente criativos, necessitando de mecanismos de apoio para desenvolver e expandir seu potencial criativo, a partir do fortalecimento de atitudes, comportamentos, valores, crenças e outros.

Promover criatividade em sala de aula demanda algumas medidas, as quais podem promover um ambiente rico em estimulação, oportunizando o processo de adaptação do indivíduo ao seu meio sociocultural. Construir coletivamente, adotar posturas que valorizem o processo de aprendizagem, aproveitando inclusive os erros cometidos ao longo do estudo, são processos que facilitam o estabelecimento do processo criativo e conseqüente inteligência do aprendiz.

Ao trabalhar-se com a criatividade em sala de aula, torna-se possível a oferta de situações de ensino e aprendizagem inovadoras envolvendo adaptabilidades socioculturais,

melhoria da autoestima, valorização e incentivos ao uso da imaginação e fantasia pelos estudantes

2.3 SOCIALIZAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Segundo Levy (1973, p. 60), “a socialização é um processo contínuo, no qual o indivíduo, ao longo da vida, aprende, identifica hábitos e valores característicos que o ajudam no desenvolvimento de sua personalidade e na integração com seu grupo”. Sendo a socialização um processo de aprendizagem que visa potencializar o ensino cooperativo, ela se realiza no espaço das relações humanas. Na educação, a aprendizagem cooperativa possibilita aos estudantes envolverem-se diretamente a questões como saber ouvir, defender suas ideias, estabelecer uma relação mútua de confiança entre os estudantes, potencializando, desta maneira, a socialização. Os processos da socialização constituem-se no desenvolvimento do comportamento humano, pois estes não são planejados, eles ocorrem através das identidades de cada um, de seus saberes compartilhados. A socialização acontece ao longo de suas interações com grupos sociais. Esse processo de interlocução de saberes de cada sujeito acontece numa estreita relação entre a prática cooperativa, que vai além de seus propósitos e interesses específicos, produzindo conhecimento, aprendizagem, educação; e a prática educativa, como um processo complexo de relações humanas, produzindo cooperação. Assim, quando os saberes são compartilhados, ocorre a socialização. Quando esta for compartilhada na escola, podem constituir-se em privilegiados "espaços pedagógicos", através dos quais os sujeitos tomam consciência das diferentes dimensões da vida social, sendo elas familiares e escolares.

Assim, proporcionar espaços pedagógicos no contexto escolar institui trabalhar em equipe, visando o saber de cada sujeito em aprendizagem, cooperar com o outro na busca de compartilhar novos conhecimentos, revelando um processo interativo e democrático. Para Piaget (1973, p. 48),

[...] quando a nova concepção de aprendizagem está vinculada ao processo de conhecimento, também denominado de processo cognitivo, e não mais no processo de condicionamento, ou seja, através da inteligência o ser humano age, aprende e, constrói conhecimentos que lhe possibilitam uma interação cada vez melhor com o meio, por mais adverso que este lhe seja.

Uma das propostas metodológicas utilizada na educação é Aprendizagem Cooperativa, por se tratar de centralizar os trabalhos em grupos, visando a possibilidade de

todos cooperarem, tornando o processo ensino-aprendizagem acessível a todos, sem que haja competição e individualismo. Para que ocorra uma aprendizagem cooperativa, é necessário o condicionamento reflexivo, levando à significação deste conhecimento. Nesse sentido, socializar exige vivenciar, desenvolver atividades que possam definir oportunidades significativas para uma prática pedagógica social.

2.4 A METODOLOGIA DE PROJETOS

A educação de hoje aponta para novas metodologias de ensino, as quais buscam valorizar o contexto escolar e a formação de professores para atuarem no processo ensino-aprendizagem. Propostas pedagógicas baseadas no construtivismo surgem, visando trabalhar habilidades, competências do aluno como sujeito de sua própria formação, tornando o educador um mediador do conhecimento.

Neste contexto, a prática pedagógica, através de projetos, vem sendo utilizada, permitindo ao aprendiz construir seu conhecimento a partir do que faz e, para isso, sendo curioso, buscando sentido para o que faz. (GADOTTI, 2000).

Os Projetos de Trabalho contribuem para uma (re) significação dos espaços de aprendizagem de tal forma que eles se voltem para a formação de sujeitos ativos, reflexivos, atuantes e participantes. (HERNÁNDEZ, 1998, p. 49).

Literalmente, a palavra “projeto” admite diferentes acepções: intenção (propósito, objetivo, o problema a resolver); esquema (*design*); metodologia (planos, procedimentos, estratégias, desenvolvimento). Assim, podem ser concebidas a atividade intelectual de elaboração do projeto às atividades múltiplas de sua realização (BOUTINET, 2002).

Pode-se dizer que a palavra projeto faz referência à ideia de lançar uma sistemática, um tema, proporcionando a confiança, a continuidade e o risco de determinadas rupturas. Segundo Gadotti; Romão (2002, p. 18),

Todo projeto supõe ruptura com o presente e promessas para o futuro. Projetar significa tentar quebrar um estado confortável para arriscar-se, atravessar um período de instabilidade e buscar uma estabilidade em função de promessa que cada projeto contém de estado melhor do que o presente. Um projeto educativo pode ser tomado como promessa frente determinadas rupturas. As promessas tornam visíveis os campos de ação possível, comprometendo seus atores e autores.

Um projeto educativo passa a ter sentido, quando a questão para o grupo, como um todo, e não apenas para alguns alunos ou professores faz parte de seus anseios, ou temáticas, podendo surgir de um aluno em particular, de um grupo de alunos, da turma, do professor ou

da própria conjuntura. O que se faz necessário garantir é que e o problema a ser tratado passe a ser de todos, com um envolvimento efetivo na definição dos objetivos e das etapas para alcançá-los, na participação, nas atividades vivenciadas e no processo de avaliação. Tarefas de projeto atrativas dão aos alunos o poder de tomar decisões, aplicando seus interesses e entusiasmos, culminam em bons resultados.

O trabalho com projetos traz uma nova perspectiva, para se entender o processo de ensino-aprendizagem. Aprender deixa de ser um simples ato de memorização e ensinar não significa mais repassar conteúdos prontos. Todo conhecimento é construído, por isto é difícil separar os aspectos cognitivos, emocionais e sociais presentes nesse processo.

Dentre as modalidades de uso de projetos como prática pedagógica destacam-se os Projetos de Ensino e os Projetos de Aprendizado, descritos a seguir.

2.4.1 Projeto de Ensino

Projetos de Ensino (PE) caracterizam-se em unidades de aprendizagem temáticas, que estimulam os alunos a participar de tarefas originais e abertas. Os alunos aprendem a partir de um questionamento específico e passam a ter certo controle sobre as decisões relativas à conclusão das tarefas do projeto. O professor assume a função de facilitador ou orientador. Os alunos normalmente trabalham em grupos, em colaboração, assumindo as funções mais apropriadas conforme suas aptidões. O professor é o elemento principal do processo, determinando quais os assuntos a serem pesquisados.

Quanto à elaboração dos projetos, Santomé (1998) sugere que: se relacione temas, tópicos ou ideias, em torno de uma questão, a partir de pesquisas citadas pelos estudantes. Os PE podem seguir uma determinada linha de raciocínio que podem ser:

1. escolha do tema;
2. planejamento;
3. execução e realização;
4. apresentação e exposição.

Os projetos ou unidades de aprendizagens são construídos e colocados em prática, servindo de base à elaboração de projetos curriculares integrados, de maior alcance (SANTOMÉ, 1998). O autor sugere alguns passos a serem seguidos para a elaboração de projetos: diagnóstico prévio (dos alunos, de suas experiências e conhecimentos prévios, da

instituição escolar e da comunidade e seus recursos), metas educacionais, seleção do tópico a pesquisar, elaboração do plano de pesquisa, variedade de recursos e estratégias didáticas, trabalho em equipe, avaliação e apresentação do trabalho realizado.

2.4.2 Projeto de Aprendizagem

Projeto de Aprendizagem é uma metodologia que explora os princípios do construtivismo e dá suporte ao construcionismo e à criatividade, por permitir a construção do conhecimento a partir da exploração de uma questão de investigação. O projeto pode ser realizado de maneira individual ou em pequenos grupos de trabalho. Para Fagundes, Maçada e Sato,

A proposta é aprender conteúdos, por meio de procedimentos que desenvolvam a própria capacidade de continuar aprendendo, num processo construtivo e simultâneo de questionar-se, encontrar certezas e reconstruí-las em novas certezas. Isto quer dizer: formular problemas, encontrar soluções que suportem a formulação de novos e mais complexos problemas. (1999, p. 24).

Um projeto de aprendizagem consiste na exploração das informações associadas a uma dada questão, uma curiosidade, sobre um determinado “mundo”, seja ele real ou imaginário. O objetivo é a elaboração de uma síntese que esclareça a curiosidade. Enquanto o projeto se desenvolve, os estudantes constroem uma rede de conhecimentos em torno da questão investigada. Numa metodologia baseada em projetos de aprendizagem, quem escolhe o tema a ser investigado são os alunos. A questão a ser pesquisada deve ter, como ponto de partida, as dúvidas, a curiosidade, as indagações, o desejo e a vontade, pois a motivação é intrínseca, própria do sujeito que aprende. As decisões são heterárquicas e não impostas pelo professor.

Em termos de metodologia, o primeiro passo é selecionar uma curiosidade que, para fins didáticos, denomina-se de “Questão de Investigação”. A seguir, é feito um inventário dos conhecimentos (sistemas nocionais, ou conceituais dos aprendizes) sobre a questão. Esse conhecimento pode ser classificado em dúvidas e certezas. As certezas, para as quais não se conheça os fundamentos que a sustentem, são denominadas de provisórias. As dúvidas são sempre temporárias.

O processo de investigação consiste no esclarecimento das dúvidas e na validação das certezas. O trabalho com projetos desenvolve-se segundo um plano de interação intensiva. No plano, os itens do inventário são agrupados em unidades de investigação, segundo suas

afinidades, é previsto um tempo para sua realização, definidos recursos e escolhida uma metodologia. O esclarecimento/validação de um item requer: coleta de informação, análise, debates e, por fim, elaboração de uma síntese. No decorrer da investigação, surgem novas dúvidas e novas certezas; com isso o inventário é modificado e o planejamento, conseqüentemente, refeito.

Os projetos de ensino muitas vezes, são confundidos com projetos de aprendizagem. A Tabela 2.2 explicita as características das duas técnicas. Entretanto, em ambos os casos a pedagogia de projetos visa organizar os alunos em torno de objetivos coletivos, tornando a aprendizagem ativa, interessante, significativa.

	Projetos de Ensino	Projetos de Aprendizagem
Escolha do tema a ser investigado	Professores, coordenação pedagógica	Alunos e professores, individualmente e, ao mesmo tempo, em cooperação
Contextos	Arbitrado por critérios externos e formais	Realidade da vida do aluno, além do currículo
A quem satisfaz	Arbítrio da seqüência de conteúdos do currículo seqüência única e geral.	Curiosidade, desejo, vontade do aprendiz, não há uma seqüência única e geral
Decisões	Hierárquicas	Heterárquicas
Definições de regras, direções e atividades	Impostas pelo sistema, cumpre determinações sem optar	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores
Desenvolvimento	Linear e previsível, do mais fácil ao mais difícil	Não é linear, nem previsível; incompatível com a idéia de caminhar do mais fácil para o mais difícil
Pré-requisito	Definido pelo professor	Definido pelo aluno, em função do que deseja conhecer e o que já sabe
Paradigma	Transmissão do conhecimento	Construção do conhecimento
Professor	Agente	Instigador, orientador, pesquisa
Aluno	Receptivo	Agente

Tabela 2.2 – Características entre PE e PA.
Fonte: FAGUNDES; MAÇADA; SATO (1999, p. 17).

2.5 CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo, foram apresentadas abordagem teóricas sobre o processo de aprender.

Enfoque maior foi dado as teorias construtivistas e construcionistas que servirão de base para as práticas propostas e para sustentação dessa dissertação.

Foram resgatados, na literatura, os principais conceitos associados à criatividade e socialização que, em conjunto com a metodologia de projetos de aprendizado, serão explorados no arcabouço a ser proposto, de forma a transformar a educação conteudista de memorização em capacidade de criar, relacionando saberes e resgatando o gosto pela escola.

3 ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se um recorte sobre a origem da robótica, sua evolução e expansão como uma nova ciência. Será apresentada a Robótica Educacional, através de uma revisão bibliográfica, associada ao uso desta TIC como recurso didático-pedagógico e, de forma mais precisa, as abordagens metodológicas utilizadas como balizadoras neste trabalho.

3.1 A ROBÓTICA COMO TECNOLOGIA PARA A EDUCAÇÃO

É função da escola contemporânea, além de oportunizar o conhecimento formal, desenvolver habilidades e competências, com o objetivo de formar cidadãos autônomos, críticos e socialmente participativos. As tecnologias da informação e comunicação (TIC) surgem como recursos pedagógicos que podem ser utilizados neste novo contexto educacional.

Na década de 50, surgiam os primeiros sistemas computacionais a serem utilizados no ensino, denominados Instrução Auxiliada por Computador-CAI (Computer Aided Instruction). Nestas propostas iniciais, o computador era usado como uma simples interface eletrônica que expunha conteúdos. Tais propostas dividiam o conteúdo textual a ser ensinado em módulos de apresentação organizados sequencialmente. Para Tedesco (1997), os sistemas de tutores inteligentes permitem interação ativa, utilizam técnicas de Inteligência Artificial (IA), e abordagem cooperativa.

Os sistemas sequenciais evoluíram para os ICAI (Intelligent Computer Assited Learning). Estes visavam tratar as limitações associadas aos antigos CAIS, apoiando-se na utilização de técnicas de Inteligência Artificial (IA). Basicamente, os ICAIS buscavam melhorar a interação com o aluno, flexibilizando a forma de ensino de acordo com o tipo de estudantes. Na medida em que novas técnicas de IA foram surgindo, os sistemas ICAI foram evoluindo, e atualmente são conhecidos como Sistemas Tutores Inteligentes ou simplesmente Tutores Inteligentes. (BARANAUSKAS et al., 1998).

Na década de 60, um interessante estudo, realizado por Papert (1980) e Piaget (1975), propõe utilizar a Matemática como ferramenta para modelagem do processo de aprendizagem da criança. (CASTILHO, 2003).

Com base no uso de formalismos e operadores lógicos, Papert (1980) cita que Misky introduziu uma nova proposta pedagógica associada à construção e programação de

mecanismos, denominada PEI (Progressive Educacional Technology Movement). Tal proposta foi baseada no desenvolvimento de uma tartaruga mecânica, a qual poderia ser controlada por uma linguagem de programação bem simples, denominada LOGO.

Ao se envolverem com a construção do sistema mecânico da tartaruga os aprendizes manipulariam concretamente diversos conceitos, envolvendo diversas áreas do conhecimento como Física, Matemática, Mecânica, Eletrônica. Por outro lado, ao estruturarem os comandos de programação do sistema mecânico, conceitos e operações lógicas seriam trabalhados. Desta forma, um alto grau de satisfação seria obtido no estímulo à exploração e ao entendimento do processo de manipulação do robô tartaruga. O fascínio de concretizar um sistema mecânico que se movia seria um grande motivador para seu uso. Nascia aí a utilização da Robótica na Educação.

A partir das propostas de Papert (1980) e com a popularização do uso de TICs, a RE vem se difundindo no contexto educacional global. Entretanto, frente à realidade educacional brasileira, nem todos os *kits* educacionais, hoje disponíveis no mercado internacional, podem ser adquiridos no país, bem como nem todas as propostas pedagógicas de uso, utilizadas em países com diferentes características sócio-econômicas, podem ser aplicadas à realidade educacional do Brasil. A Tabela 3.1 apresenta um resumo dos principais *kits* hoje disponíveis e suas características.

Kit	Características/ Habilidades	Abordagem metodológica	Site
GoGo Board (Robô com material Reciclado)	Gogo é uma coleção de dispositivos eletrônicos de código aberto, projetados principalmente para uso educacional.	Multiuso. Alunos podem usar a placa para construir robôs, medir e armazenar dados ambientais, conduzir projetos de investigação científica, criar controles para jogos, instalações artísticas.	http://www.gogoboard.org/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=pr
Topobo (brinquedo de construção com memória cinética, com capacidade de gravar e reproduzir movimento físico).	Kit de encaixar, alguns componentes possuem memória de movimento (<i>kinetic memory</i>), permitindo que se monte um robô e ensine quais são os movimentos que ele deve realizar; prêmio de melhor brinquedo robótico.	Uma interface que permita criar robôs a partir da metodologia desenvolvida para games, podendo ser utilizado futuramente em atividades domésticas ou industriais.	http://www.brunocampagnolo.com/log/2009/02/15/siftables-topobos-e-novas-maneiras-de-interagir-com-o-computador/
LEGO	Kit de montagem educacional (especial	O kit educacional, além do tijolo, motores, sensores, e	http://www.legozoom.com.br/sit

(considerado o kit educacional comercial mais popular)	para uso e criações em robótica) 429 peças com várias possibilidades de montagem e programação.	demais peças, vem acompanhado com material didático pedagógico – Projetos de Ensino sugeridos na (Revista) LegoZoom.	e/projeto_areatecnica.php
Kit Fischertechnik (concorrente LEGO-empresa alemã)	Kit de montagem, inclui sistemas eletromecânicos que podem ser motorizados, automatizados e controlados pelo computador.	Destinado à introdução de estudantes ao mundo da robótica; vem com microcontrolador, sensores, motores, etc.	http://www.fischertechnik.de/de/
VEX (Desenvolvido por empresa americana Innovation First Inc)	A VEX Robotics Design System oferece aos alunos uma plataforma excitante para aprender sobre áreas ricas, com oportunidades de carreira de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática; VEX Robotics incentiva a liderança, trabalho em equipe e solução de problemas entre os grupos; também permite que aos educadores facilmente personalizar projetos para atender o nível de habilidades dos alunos.	A plataforma acessível VEX está se expandindo rapidamente e agora é encontrada em escolas de Ensino Médio e laboratórios de universidades ao redor do globo.	http://www.vexrobotics.com/

Tabela 3.1 – Kits educacionais disponíveis no mercado
Fonte: Autora, 2010.

De forma a possibilitar o uso da RE nas escolas brasileiras, poucos estudos associados aos aspectos tecnológicos e pedagógicos são encontrados em bibliografias.

Na visão tecnicista de investigação, Miranda (2007) busca aliar a tecnologia aos métodos de ensino e aprendizagem, a partir do desenvolvimento de recursos tecnológicos e linguagem de programação robótica. O autor propõe o RoboFácil, um *kit* de robótica de baixo valor, associado ao ProgrameFácil, uma linguagem/interface baseada na manipulação de ícones gráficos. A proposta engloba um compilador a esta linguagem e um interpretador ao *firmware* do *hardware* RoboFácil. O compilador tem como função converter os objetos icônicos dos programas em macrocódigos *assembly*. O interpretador, presente no *firmware* do RoboFácil, permite converter programas escritos nos macrocódigos *assembly* em instruções que podem ser executadas no *hardware*, tais como as atividades de acender ou apagar *led*,

escrever mensagem no *display*, movimentar o motor, entre outras. Uma outra importante característica do ProgameFácil é a existência de um simulador que permite a visualização da execução do programa (MIRANDA, 2007).

Chella (2002) propõe uma arquitetura modular para programação e controle de sistemas robóticos utilizados como recursos pedagógicos. Também com um viés tecnicista, a arquitetura possibilita a integração e favorece a escalabilidade do ponto de vista de *software* e *hardware*. Foram adotadas tecnologias padrão de mercado nos quesitos comunicação de dados, controladores periféricos, componentes eletrônicos e protocolos de rede. Segundo o autor:

Uma atividade que acompanhou o processo de desenvolvimento do Ambiente de Robótica Educacional foi à utilização deste ambiente com aprendizes. O objetivo desta atividade foi avaliar aspectos como facilidade de utilização, funcionalidade dos diversos recursos, confiabilidade em condições reais de uso e a receptividade do aprendiz, representada pelo grau de interesse demonstrado em explorar e aprender sobre as possibilidades oferecidas pelo ambiente. (CHELLA, 2002, p. 121).

Rocha (2006) analisa as novas tecnologias e suas consequências nos processos de ensino e aprendizagem com base na teoria interacionista. Com base nos trabalhos de Groover et al (1988), o autor propõe cursos para adultos jovens, onde a ementa prevê a formalização dos termos robótica e robôs, a construções de robôs, sensorização, programação visual e programação avançada. A metodologia apresenta aulas expositivas seguidas de debates, demonstração e aplicação dos conceitos científicos relacionados à robótica através do uso dos *kits* LEGO e a programação dos robôs construídos

Um robô móvel de baixo custo para uso educacional foi proposto em Gonçalves (2009). O autor propõe a utilização de sucata eletrônica para a construção de uma estrutura mecânica para uso na educação, possibilitando a redução de custos e, ainda, a reutilização de material que seria descartado.

O uso da RE no processo de alfabetização de crianças é explorado em Zilli (2004). A autora propõe um laboratório de robótica montado a partir de sucata, onde é possível a realização de diferentes experimentos, de forma a amenizar a exclusão digital presente nas camadas desfavorecidas da sociedade brasileira. Oficinas de robótica são realizadas, nas quais estimula-se o raciocínio lógico dos alunos, por meio do planejamento de ações, construção e reconstrução de protótipos e da resolução de problemas, a criatividade, o trabalho em equipe, a responsabilidade, a disciplina, a socialização, a autonomia dentre vários outros conteúdos atitudinais, além do trabalho com conceitos e conteúdos que envolvem uma perspectiva do

letramento, como a própria aquisição do código linguístico e significados, linguagem corporal e visual, coordenação motora, lateralidade, estruturação espacial, dentre outros.

Diversos estudos estão associados ao uso do *kit* educacional Lego, bem como de sua proposta pedagógica construtivista LEGO (2010). Buscando estudar o *design* na RE, Lopes (2008) realiza um detalhado estudo sobre a criatividade no processo de ensino-aprendizado contextualizada em um ambiente robótico de aprendizado. Estas duas abordagens serão exploradas nesta dissertação, servindo como balizadoras do arcabouço proposto, e detalhadas a seguir.

3.2 A PROPOSTA DE TRABALHO LEGO

O nome LEGO é uma acrônimo para “LEgGODt”, que significa “jogar bem”, o qual advém originalmente da comercialização de *kits* de blocos para montagem de brinquedos para crianças. Em 1980, a LEGO estende o uso de seus produtos para a escola, criando a Divisão Educacional da LEGO¹ com o objetivo de, a partir da montagem de mecanismos robóticos, propiciar ao aluno investigar, criar e solucionar problemas.

Atualmente, a LEGO atende mais de um milhão e meio de crianças e jovens em três mil escolas privadas e públicas, comercializando *kits* educacionais para o desenvolvimento de montagens motorizadas e passíveis de percepção e acionamento via linguagem de programação.

A proposta pedagógica da LEGO foi desenvolvida em parceria com o MIT (Massachusetts Institute of Technology), sendo baseada na teoria construtivista de Papert (1986) e constituindo-se no desenvolvimento de projetos de ensino (ver Capítulo 2). A proposta é baseada na apresentação, por parte do professor, de situações-problema, a serem resolvidas em grupo pelos alunos. O projeto de construção, montagem e programação apresenta uma intencionalidade, com objetivos que variam a cada atividade. O trabalho em equipe é dividido em atividades específicas. Estas atividades são atribuídas aos diferentes membros do grupo, assumindo assim funções específicas. A metodologia prevê as seguintes funções: Apresentador, Organizador, Construtor e Programador (ver Tabela 3.2). Com a finalidade de oportunizar a todos a realização das diferentes atividades, o rodízio das funções é obrigatório.

¹ EDAcom Tecnologia é representante desta Divisão em todo Brasil.

<p>ORGANIZADOR é o responsável pela maleta de tecnologia. Ele coordena a contagem das peças no início e fim do trabalho e registra o trabalho em relatórios, com informações do projeto.</p>	<p>CONSTRUTOR é o responsável pela coordenação das montagens e pela organização de seus companheiros, para que eles participem.</p>
<p>APRESENTADOR faz o relatório, desenha o projeto e registra tudo o que acontece. Apresenta para a classe a montagem pronta, como funciona, para que serve e a opinião da equipe.</p>	<p>PROGRAMADOR é o responsável pela programação e funcionamento do protótipo.</p>

Tabela 3.2- Rodízio das Funções e características.
Fonte: PROJETOS (2009).

3.2.1 Recursos tecnológicos e material de apoio

A proposta LEGO abrange um conjunto de recursos tecnológicos e material de apoio didático, descritos a seguir:

Revista do Aluno – revista ilustrada utilizada por cada aluno durante a montagem, ver (Fig. 3.1). A revista tem como objetivos: *I.* apresentação da temática conteudista associada a cada projeto de ensino a ser desenvolvido; *II.* descrição passo a passo das etapas de montagem; e *III.* sugestões de trabalhos futuros.

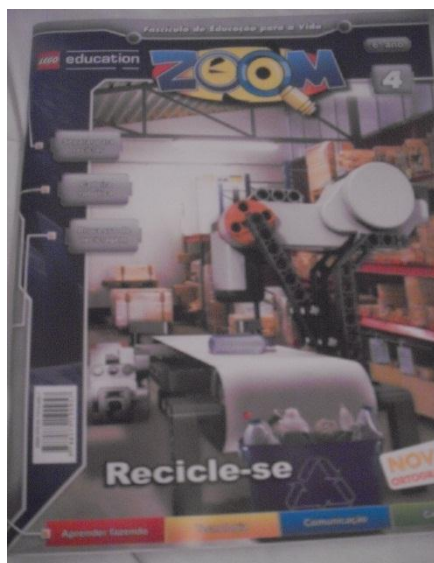


Figura 3.1- Revista do Aluno
Fonte: FORTES; MACHADO (2009).

Manual do Professor - revista com as sugestões para o desenvolvimento das atividades apresentadas na revista do aluno. O manual guia as atividades docentes em sala de aula, tem como objetivos: *I.* fornecer conteúdos a serem trabalhados com legenda de aplicação contextualizada ou definição e extensão de conceitos; *II.* sugerir questionamentos a serem feitos aos alunos para alcançarem resultado esperado; *III.* detalhar soluções para os exercícios apresentados; *IV.* fornecer o código dos programas para o funcionamento dos protótipos; e *V.* apresentar diversas estratégias de ensino, embora facultando-lhes a escolha de outras estratégias que lhes sejam mais convenientes, tais como: debates, entrevistas, pesquisas, levantamento de dados estatísticos via Internet, leituras atualizadas de jornais e revistas e situações vivenciadas pelos alunos. Ver (Tabela 3.3) um exemplo de como a aula LEGO é apresentada no manual do professor.

Atividade 2: Compactar para reciclar

- **Montagem:** Compactador / **Textos:** *Conhecendo* +: Reciclagem de papel - *Você consegue:* Catadores de latinhas
- **Objetivos:**
 - relacionar a compactação do lixo e a redução de espaço para armazenamento;
 - relacionar a importância do papel em nosso dia-a-dia à necessidade de reciclá-lo;
 - elaborar planos para a conscientização da sociedade;
 - demonstrar a qualidade pessoal -*liderança emergencial*;

- demonstrar autossuficiência, capacidade de autoavaliação, pesquisa, transferência de aprendizagem e resolução de problemas, criatividade, iniciativa, raciocínio lógico e tecnológico, expressão oral e escrita e flexibilidade.

- **Trabalho do aluno**
- ler e interpretar o texto introdutório da montagem *Compactar para reciclar*;
- montar o compactador e resolver o desafio com a sua equipe;
- ler, interpretar e resolver a pesquisa proposta pelo texto *Catadores de latinhas* (seção *Você Consegue*);
- ler e interpretar o texto *Reciclagem de papel* (seção *Conhecendo+*);
- apresentar o projeto, modo de funcionamento e a solução encontrada para os desafios.

- **Trabalho do professor:**
- fazer comentários – a partir de suas experiências anteriores – à leitura dos textos *Compactar para reciclar*, *Reciclagem de papel* e *Catadores de latinhas*, aprofundando os conhecimentos dos alunos;
- orientar as equipes sobre como apresentar relatórios de atividades práticas;
- monitorar as equipes durante as montagens, esclarecendo eventuais dúvidas;
- durante toda atividade (pesquisa, montagem, solução do desafio e apresentação), o professor deverá fazer a mediação conforme as sugestões dadas no início do manual;
- fazer a discussão final sobre a observação e avaliação da qualidade pessoal *liderança emergencial*.

Tabela 3.3 – Manual do Professor
 Fonte: MANUAL, 2009.

Recursos Tecnológicos - o conjunto de recursos para montagem e programação é conhecido por *kit* educacional. Desde 1998, LEGO vem comercializando diferentes versões de *kits*. Por exemplo, atualmente tem-se o *kit* educacional NXT 9797, o qual é composto por uma maleta com 431 peças (ver Fig. 3.2), como blocos, vigas, eixos, rodas, engrenagens e polias. Também acompanham o *kit* os componentes eletrônicos (dispositivos) compostos por um conjunto de sensores, motores e o “tijolo programável NXT (ver Fig. 3.3) ².

² A título de exemplo, o *kit* NTX9797 apresenta as seguintes características: processador [Atmel](#) 32-bit ARM, três portas de saída digital; 4 portas de entrada (uma IEC 61158, tipo 4), *display* tipo matriz, [alto-falante](#), bateria recarregável de [lítio](#), [bluetooth](#), [USB](#) 2.0, 3 servomotores interativos (com *encoder* acoplado), sensores de [ultra-som](#), [som](#), [luz](#), cor e contato, versão LEGO do [LabVIEW](#).



Figura 3.2- Kit Lego Educacional Mindstorms/9797.
 Fonte: LEGO® MINDSTORMS® Education NXT Base Set (2009).

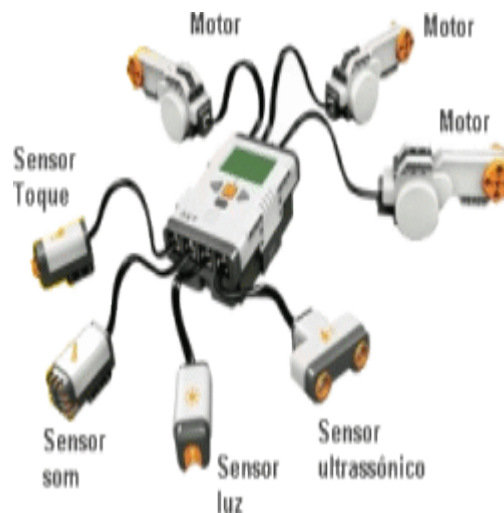


Figura 3.3- Componentes eletrônicos Kit Lego Educacional Mindstorms/9797
 Fonte: PROJETOS, 2009.

Interface de Programação - denominado de *mindstorms*, é um *software* iconizado, utilizado para programar o microcontrolador LEGO NXT (de NeXT Generation = Próxima Geração). Possui interface amigável e lógica de programação de fácil compreensão (ver Tabela 3. 4). Um exemplo de programação pode ser visto na Fig. 3.4, onde, ao pressionar os sensores de toques, um motor irá se mover por 5 rotações no sentido horário, após 5 rotações sentido anti-horário. A programação ficará repetindo indeterminadamente.

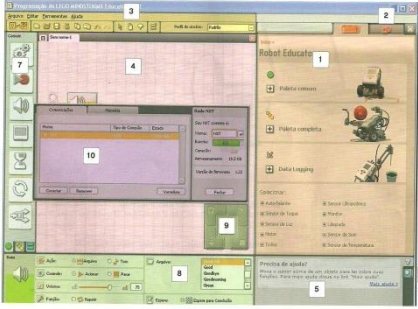
<p>Interface do Usuário do Software</p> <p>Uma rápida visualização</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Robô Educador 2. Meu Portal 3. Barra de ferramentas 4. Área de trabalho 5. Ajuda 6. Mapa da área de trabalho 7. Paleta de programação 8. Painel de configuração 9. Controlador 10. Janela NXT  <p>Disponível em: http://pt.wikilingue.com/es/Programa%C3%A7%C3%A3o</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. instruções de construção e programação de modelos. 2. downloads e informações extras 3. inclui os comandos usados com mais frequência na barra de menus. 4. espaço na tela onde a programação acontece. Os blocos de programação da paleta de programação devem ser arrastados para a área de trabalho, anexando-os na coluna de sequência. 5. ajuda 6. move a área de trabalho para ter uma visualização geral 7. contém os blocos de programação, categorizados em geral, mais utilizados e customizados pelo usuário 8. permite padronizar a entrada e saída de cada bloco de programação 9. conexão do NTX, download de programas (ou parte de programas) do computador para o NXT. Com o Controlador, você pode também alterar os ajustes do NXT. 10. informações sobre a memória NXT e os ajustes de comunicação.
--	---

Tabela 3.4 – A Interface de Programação: apresentação e principais funções.
Fonte: Manual (2009).

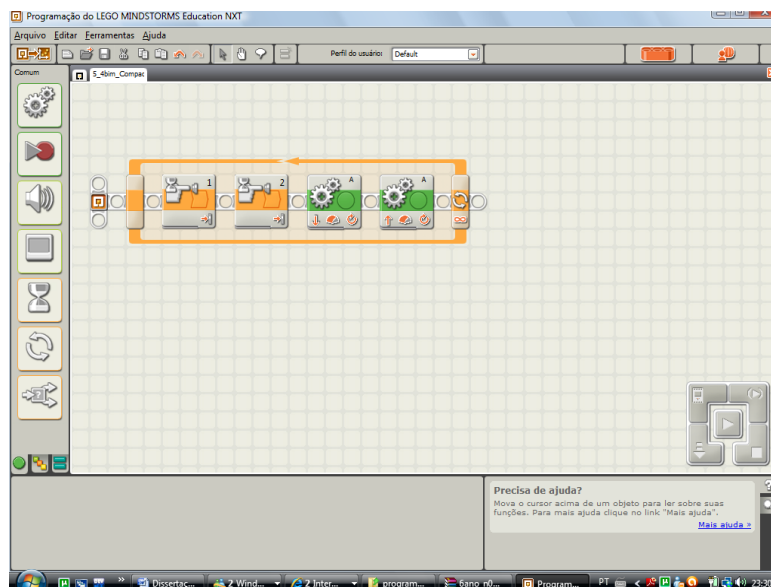


Figura 3.4- Exemplo de programação/ Interface de Programação do Software NXT.
Fonte: Autora, 2010.

Bloco NTX de controle - O bloco programável NXT é uma evolução do *hardware* predecessor, o RCX, e pode ser programado em ambientes Windows ou Macintosh, utilizando sensores para captar dados do ambiente, processá-los e controlar motores e lâmpadas, a fim de mover o robô de maneira adequada ao projeto.

O NXT possui saída para até três motores, denominadas A, B e C, e entrada para anexar os sensores, numerados de 1 até 4.

3.2.2 A Metodologia Lego

A proposta LEGO é baseada em Projetos de Aprendizado, onde a realização de cada projeto por grupos de alunos constitui-se na montagem e programação de sistemas robóticos capazes de solucionar um determinado desafio-problema postulado pelo professor. Para tal a metodologia LEGO é dividida em quatro fases descritas a seguir.

Contextualização - Nesta fase, o tema base da montagem a ser realizada é apresentado pelo professor. Este questiona os alunos de forma a estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios que o aluno tem sobre o tema e aqueles que serão trabalhados com a atividade prática. Durante a contextualização, a Revista Zoom é utilizada como apoio pedagógico por apresentar conteúdo introdutório sobre o tema (ver Fig. 3.5).

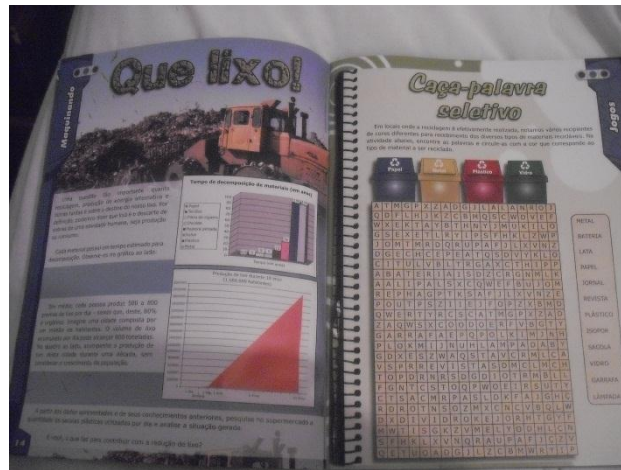


Figura 3.5 – Exemplo de como é apresentado o conteúdo.
Fonte: FORTES; MACHADO (2009).

Construção - Nesta etapa, é realizada a montagem do protótipo a ser construído. Tal atividade é orientada pelo uso da revista ou manual, onde se encontra o conjunto de instruções, descritas passo a passo para a implementação. Na Fig.3.6, pode-se perceber o nível de detalhamento da descrição passo a passo do processo de montagem. As peças a serem utilizadas e o seu posicionamento explicitamente apresentado.



Figura 3.6- Passo a Passo para construção do Compactador de Lixo.
Fonte: FORTES (2010).

Análise – Nesta fase, os alunos são levados a questionar como funcionam suas montagens, experimentando, observando, analisando e corrigindo erros, até obterem um protótipo semelhante ao previsto no manual, validando, assim, o projeto. De forma a enriquecer o processo de ensino-aprendizado, o professor atua como mediador, questionando os alunos quanto ao funcionamento do projeto, levando-os a pensar e investigar.

Continuar - A última etapa constitui-se da colocação de uma nova situação problema. Neste momento, o aluno pode trabalhar de maneira mais livre e criativa, buscando uma forma original de realizar o projeto. É importante salientar que esta etapa depende muito de como o professor conduz a aula, podendo este criar um ambiente motivador para produção criativa ou não.

Percebe-se que a proposta LEGO aponta detalhadamente um conjunto de práticas a serem adotadas pelo professor. Tais práticas vão desde a linha metodológica a ser seguida, passando pela definição da dinâmica das atividades (manuais de montagem e programação passo a passo, sequenciamento das atividades, tamanho e funções dos grupos), e inclusive arbitrando os experimentos e conteúdos a serem desenvolvidos.

3.3 A PROPOSTA DE LOPES BASEADA NO CONSTRUTIVISMO

A proposta construtivista apresentada por Lopes (2008), para o uso da RE, onde o *design* tem um papel fundamental aborda a importância das construções livres com projetos independentes, sem temáticas comuns ou necessidade de interação entre os protótipos. As situações - problema poderiam surgir dos próprios sujeitos ou apresentadas pelo professor/pesquisador.

Partindo da premissa construcionista de que o desenvolvimento cognitivo se dá na ação do sujeito, o autor propõe a realização de atividades de *design*, construção, programação e depuração do protótipo. Nestas, elimina-se a existência de procedimentos passo a passo, pré-estabelecidos nos manuais de montagem, de forma a potencializar o processo criativo dos alunos. A utilização do potencial criativo para a atividade de *design* ao longo de todo o processo da montagem é a novidade em termos de RE, apresentada na pesquisa do autor, baseada na interação do sujeito com o objeto como desenvolvimento cognitivo aflorado pela teoria da Epistemologia Genética, explicada no Capítulo 2.

Lopes reforça a ideia de que:

Mesmo diante de um quadro educacional que se baseia na repetição de modelos e de conceitos pré-estabelecidos, os projetos de RE construtivista aparecem com alternativa viável para proporcionar novo movimento no processo de ensino-aprendizagem. (2008, p. 173)

Neste contexto, Lopes propõe um estudo a fim averiguar os aspectos relacionados ao processo de descoberta e criação através do uso da robótica no contexto educacional. Este

explora as questões criativas associadas ao *design* de construir e programar sistemas robóticos para a solução de problemas.

3.3.1. As práticas da metodologia

Quanto ao fato de que o uso de uma metodologia calcada na exploração de modelos possa provocar ou não condutas cognitivas que auxiliem nas construções criativas, os estudos do autor apontam que as construções a partir de manuais de montagem não são suficientes para que o sujeito ative sistemas de significação: “Não basta os sujeitos copiarem modelos prontos para assimilar novos conceitos”. (Ibid., 2008, p. 159).

Tal afirmação foi verificada pelo autor em experimentos balizados por manuais de montagem, onde sujeitos, ao construírem seus protótipos, preocupam-se demasiadamente em seguir o manual, negligenciando os aspectos funcionais dos sistemas construídos.

Ao realizar oficinas em sala de aula, Lopes propõe que a criatividade do aluno seja explorada através de um desenho inicial do que se pretende construir, indicando o nome das partes do protótipo e explicando seu funcionamento.

Na proposta do autor, não existe uma formulação explícita de práticas a serem adotadas, nenhuma ordem ou sequência a ser seguida, mas é proposto que os professores iniciem seus projetos pela atividade de *design*, servindo este de mote para as discussões na equipe.

O processo criativo ao longo da montagem e programação pode ser alcançado a partir das seguintes atividades, propostas por Lopes (2008, p. 55):

- *Design*: desenho ou esboço apontando em termos gerais a ideia do projeto, como funciona e as partes.
- Pesquisa: planejamento do projeto, apontando questões ou problemas, caminhos e soluções possíveis com base na pesquisa de modelos reais, de manuais ou de referência dos próprios sujeitos.
- Implementação: coleção das partes, montagem e primeiros testes do protótipo.
- Programação: elaboração do *software* que controlará o protótipo.
- Depuração: aperfeiçoamento e correção de problemas.
- Registro: relatórios de atividades, registrando o processo de desenvolvimento do projeto, e relatório final.

Fundamentado no construcionismo, Lopes reforça a importância que a dimensão do “fazer” adquire no processo de aprendizagem dos sujeitos.

3.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS E MATERIAL DIDÁTICO

Quanto aos recursos tecnológicos, o autor ressalta que a diferença básica dos *kits* industriais, está na disponibilidade de peças para montagem, por exemplo, engrenagens, eixos, estruturas, encaixes, etc. Os projetos que utilizam materiais de baixo custo são mais limitados, sendo necessário produzir ou coletar materiais alternativos.

Lopes (2008) chama atenção para o fato de que, independente do material utilizado, no que se refere à educação e às aprendizagens, o que seria necessário em termos metodológicos seria aproveitar o máximo esses recursos, utilizando estratégias pedagógicas para aliar o *design* e a robótica, ambos favorecendo a criatividade.

Em resumo, Lopes (2008), ao invés de propor práticas e procedimentos pedagógicos, realiza uma análise psicoeducacional do uso da RE, resgatando a questão da criatividade, catalisada pela construção, montagem e programação de robôs, no processo de ensino e aprendizagem.

3.5 CONSIDERAÇÕES

Este capítulo teve como foco uma revisão bibliográfica sobre o tema Robótica Educacional. Foram apresentados o histórico da área e alguns dos principais trabalhos relacionados com o tema, bem como, por serem balizadores deste trabalho, a proposta LEGO para a RE e as análises de Lopes (2008) sobre a criatividade e o *design* na robótica.

Percebe-se que, se por um lado a proposta LEGO fornece uma rígida sistemática bem definida e um rico material instrutivo de apoio ao professor, a detalhada abordagem procedural para a solução dos projetos de ensino desconsidera as particularidades e peculiaridades individuais dos sujeitos envolvidos: suas dúvidas, motivações, contextos. Os aspectos de *design* e criatividade são pouco explorados. Lopes, por outro lado, constata que estes últimos são fatores importantes no processo de ensino-aprendizagem, e têm, no projeto, construção, montagem e programação de sistemas robóticos um ambiente propício de exploração.

Mesmo que não apresente contribuições detalhadas associadas aos aspectos tecnológicos e práticas pedagógicas, a proposta construtivista apresentada por Lopes (2008)

deve inspirar o desenvolvimento de metodologias pedagógicas que resgatem a invenção e a descoberta como catalizadoras do processo de aprendizagem.

Os referenciais teóricos e as constatações advindas do estudo bibliográfico apresentado nortearam o estudo realizado ao longo desta dissertação, culminando com a proposta de um arcabouço para a RE, constituído de um conjunto de práticas, claramente especificadas, a serem realizadas pelos professores e tendo como balizadores o *design* e a criatividade ao longo do processo de ensino-aprendizado. Tal arcabouço será apresentado de forma detalhada no próximo capítulo.

4 UM ARCABOUÇO PARA DESENVOLVER A CRIATIVIDADE E A SOCIABILIDADE ATRAVÉS DA RE

A partir da revisão bibliográfica das práticas pedagógicas baseadas em projetos para a RE e juntamente com as constatações de Lopes (2008) ao afirmar que: “o uso de modelos não é suficiente para desenvolver a criatividade do sujeito - talvez, até nem seja necessária”, busca-se, nesta dissertação, melhorar o processo de ensino- aprendizagem, oportunizando práticas fundamentadas na metodologia de projetos de aprendizagem, desenvolvendo atividades que provoquem o aluno de forma a favorecer manifestações criativas, sendo estas: “Ideias radicalmente originais” ou “Combinação original de ideias conhecidas” (BODEN, 1999, p. 82).

Tais premissas, associadas às práticas desenvolvidas pela autora desta dissertação, como professora LEGO, conduzem a algumas inquietações quanto ao uso de modelos estarem ou não provocando condutas cognitivas que deem suporte às construções criativas.

Com base na experiência adquirida junto à metodologia LEGO e no trabalho de Lopes, propõe-se um arcabouço composto por um conjunto de práticas bem estabelecidas que tenham como viés condutor a socialização e a criatividade como alternativa efetiva para aprendizagens significativas, usando tanto recursos comerciais como alternativos para trabalhar Robótica no contexto escolar.

4.1 OS RECURSOS TECNOLÓGICOS E O MATERIAL DE APOIO

O arcabouço proposto pode fazer uso de diferentes recursos tecnológicos. Entretanto, até o presente, foram explorados o uso de duas categorias de *kits* tecnológicos: o *kit* comercial LEGO e o um *kit* alternativo a ser desenvolvido pelos professores e proposto pela autora desta dissertação.

4.1.1 *Kit* alternativo





Com a intenção de oportunizar para as escolas públicas a possibilidade de uso do arcabouço proposto, foi confeccionado um material teórico/ prático denominado Kit Alternativo.

Com base na revisão bibliográfica realizada e na experiência da autora como professora de robótica, buscou-se disponibilizar uma metodologia para a confecção de material tecnológico de apoio didático, a partir de sucata e componentes de baixo custo. Tais recursos possibilitarão o desenvolvimento de habilidades e competências, concretizando assim conceitos e definições que antes eram mais distantes da compreensão dos educandos. Esta flexibilidade confere aos projetos melhor dose de criatividade e atende aos requisitos modernos da reutilização, firmando no aluno o papel consciente do controle ao consumismo desenfreado.

Objetiva-se que os alunos assimilem melhor os conteúdos, possam desenvolver seu potencial criativo, aprendendo a socializar os conhecimentos e trabalhar em equipe. A oportunidade de tal *kit* contribui para fortalecer o uso da RE, ratificando que o baixo poder aquisitivo não é um empecilho para desenvolver um projeto de educação tecnológica.

A seguir, serão descritos os principais módulos que compõem o KIT ALTERNATIVO. Para maiores detalhes ver anexo A.

Peças de Montagem - Propõe-se um conjunto de componentes que podem ser construídos de sucata ou adquiridos a baixo custo. Na Tabela 4.1, apresentamos os principais elementos, formados por blocos, vigas, eixos, etc.

Elemento	Funcionalidade	Aquisição/Confecção
 Bloco	Montar as estruturas (básicas).	Peça adquirida em lojas de + ou – R\$ 1,99 e brinquedos.
 Vigas	Permite conexão de eixos e alavancas.	Peça confeccionada com palitos de picolé (madeira) ou abaixador de língua, material plástico descartável utilizado pelos médicos para examinar a garganta
 Eixos	Os eixos permitem a conexão de motores com engrenagens que transmitem a força para as rodas, polias, proporcionando movimento.	Peça confeccionada com palitos de madeira.
 Eixos	Permite o apoio do objeto ao chão e recebe a energia de movimento do motor através dos eixos. Aplicação em sistemas que exijam movimentos	Esta peça pode ser adquirida em lojas de brinquedos + ou – R\$ 1,99, ou ainda ser de material alternativo (tampa de garrafa, botão, moeda...)


Roda	circulares.	
 Viga	São usadas nos projetos que necessitem de desvio angular para a montagem.	Peça confeccionada com palitos de picolé (madeira) ou abaixador de língua, material plástico descartável utilizado pelos médicos para examinar a garganta colados com cola quente.
Ângula		

Tabela 4.1- Principais peças que compõem o Kit Alternativo.
Fonte: Autora, 2010.

Hardware e Motorização - Foi desenvolvido hardware para acionamento sem fio de até três motores. O *hardware* segue o padrão *opensource*, tendo o seu projeto disponível para *download* no site <HTTP://200.132.77.33/SABERLANDIA>. O *hardware* é composto de placa controladora dos motores e transmissor de dados. A placa controladora é a responsável pela interpretação dos dados enviados pelo computador, acionando cada um dos motores de acordo com as ações programadas pelo usuário (ver Fig. 4.1). O transmissor é responsável pelo envio dos dados do computador para o controlador dos motores. A comunicação com o computador é feita através da porta serial, e a tensão de entrada é 110V ou 220V.

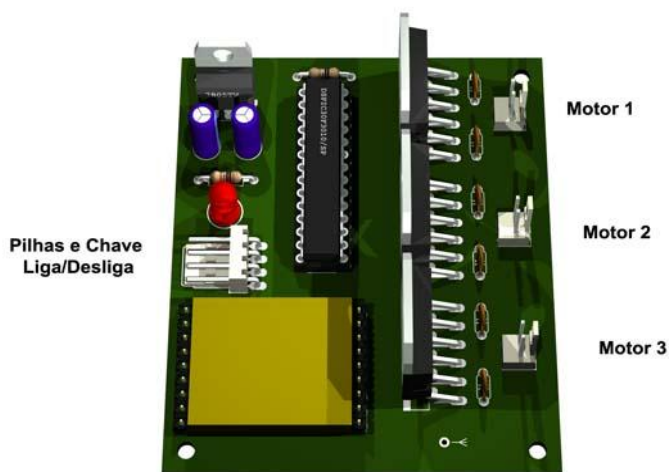


Figura 4.1 - Placa controladora de motores
Fonte: Anexo A

Interface de Programação - Módulo responsável pelo controle das ações a serem realizadas pelos motores. O usuário opera o sistema através de uma interface intuitiva, conforme Fig. 4.2, onde, através de simples cliques do *mouse* pode-se estabelecer uma sequência de comandos a serem enviados ao robô. Uma vez estabelecidos, a sequência é

enviada para execução, incentivando assim o raciocínio lógico e o desenvolvimento de algoritmos para resolução de problemas.



Figura 4.2 - Interface de Programação.
Fonte: Anexo A.

Para cada um dos três motores possíveis, o programa disponibiliza seleção de velocidade, sentido de rotação e tempo de giro. Para iniciar uma sequência de eventos, o usuário deve clicar em GRAVAR e, então, através de um clique nos diversos botões, seleciona tempo e ações a serem executadas. Uma caixa de texto informará ao usuário os eventos programados. No final da série desejada, o usuário deve clicar em FINALIZAR, fazendo com que a sequência esteja pronta para ser enviada. Clicando no botão ENVIAR, os eventos serão transmitidos para o controlador dos motores, e o usuário poderá verificar se o algoritmo desenvolvido resolveu o problema proposto. O botão REINICIAR apaga todas as ações. A Fig. 4.3 apresenta uma sequência de imagens que mostram um exemplo de programação, material utilizado no *kit* alternativo (ver maiores detalhes em anexo A).



Figura 4.3- Exemplos de programações/ interface Kit Alternativo.
Fonte: ANEXO A

4.2 METODOLOGIA PARA O USO DO ARCABOUÇO

Como apresentado anteriormente, a pesquisa de Lopes (2008), dentro de uma visão construtivista, conduz a uma reflexão quanto às atuais práticas adotadas nas escolas brasileiras no que tange a RE, e principalmente associadas à LEGO, por ser esta amplamente difundida e fazer parte do cotidiano docente da autora deste trabalho.

Constata-se que, se a RE estiver focada apenas na resolução de uma situação problema, conduzida por um manual didático-pedagógico a ser seguido, pode-se atenuar em muito o potencial criativo capaz de catalisar o processo de ensino-aprendizado do educando. Ao propiciar ao aprendiz a realização de uma atividade prática que meramente reproduz algo que já foi construído e testado, reduzindo sua atuação à montagem e programação de um protótipo pré-estabelecido, a RE perde seu caráter de reflexão, investigação e transformação.

Entretanto, para muitos educadores, alternativas construtivistas, nas quais o *design* seja o centro do processo, apresentam alguns desafios tais como a definição de práticas efetivas para a sua implementação, gerenciamento e avaliação.

Assim, tendo como eixo balizador o *design*, de forma a catalisar os processos de criatividade e socialização, apresenta-se um conjunto de práticas pedagógicas bem estabelecidas as quais buscam fornecer uma metodologia efetiva para uso da RE.

O arcabouço é composto por cinco etapas principais (ver Fig. 4.4). Estas pretendem conduzir o aluno ao desenvolvimento de um conjunto de habilidades propiciadas pela RE, tendo como elo **criatividade e socialização**. A seguir, as etapas denominadas *Croqui Virtual*, *Croqui Funcional*, *Croqui Concreto*, *Protótipo* e *Apresentação* serão descritas de forma explicativa, visando compreender o processo educativo que é desenvolvido em cada uma delas.



Figura 4.4 – O conjunto de etapas associadas ao Arcabouço.
Fonte: Autora, 2010.

A proposta parte de um tema a ser tratado, que pode ser sugerido pelo professor, ou pode partir do interesse dos próprios alunos. O tema deverá estar associado a um projeto, cujo objetivo é a construção de um artefato robótico para a solução de uma situação problema.

1ª Etapa - Croqui Virtual. Com base na metodologia de projetos de aprendizado, esta etapa tem como objetivo despertar nos aprendizes a curiosidade, os interesses, as dúvidas associadas ao tema escolhido. Tais certezas e inquietações deverão ser traduzidas em um desenho – croqui. O croqui será realizado individualmente por cada educando, representando suas idéias e convicções associadas ao projeto a ser desenvolvido

Desta forma, o *design* é o primeiro passo para criação, pois viabiliza a concretização das ideias imaginadas:

"O design apresenta-se como um meio de exercitar as conexões entre as capacidades do homem, permitindo a ligação entre a ideia imaginada (por vezes abstrata) em algo concreto, disponível a todos". (MEYER, 2002, p. 3).

Também é nesta etapa que o professor tem papel importante, desmistificando o rótulo de que alguns alunos afirmam não saber desenhar. Cabe aqui reforçar ao aluno que sua intencionalidade é o fator determinante, podendo este apenas esboçar um rabisco.

O risco não é nada, o risco – o traço – é tudo. O risco tem carga, é desenho com uma determinada intenção – é o design. [...] Trêmulo ou firme, esta carga é o que importa. [...] Risco é desenho não só quando quer compreender ou significar, mas “fazer”, construir. (COSTA. 2001, p. 39).

Após fazer o croqui, os alunos formam os grupos nos quais devem mostrar seu croqui virtual a fim de **socializar** e analisar as ideias **criativas** trazidas por cada componente da equipe como proposta de construção coletiva. De forma colaborativa, sintetizam um único projeto do grupo, com base nas trocas entre si.

Destaca-se, nesse momento, a importância de refazer o projeto, adicionando, mesclando, adaptando as ideias compartilhadas. A **socialização** já é evidente. A partir deste momento, cada aluno deve compreender, respeitar e conviver com as diferenças culturais, sociais e pessoais de cada elemento que integra sua equipe.

2ª Etapa - Croqui Funcional. Dos estudos de Lopes, ressalta-se que, ao desenhar seus protótipos, os sujeitos não apresentam todos os elementos mecânicos e lógicos articulados. É comum que partam da reprodução de um modelo real, onde apenas poucos elementos são destacados. É raro, nos desenhos, aparecerem elementos como motores, engrenagens, etc.

Nesta etapa, instiga-se o grupo a apresentar no croqui as funcionalidades esperadas do protótipo. A atividade deixa de ser pensada de forma simbólica, para ser “vista ou imaginada” de forma real. É importante atualizar o croqui (redesenhar seu projeto), pois o aluno começa a fazer um exercício que possibilita apropriar-se da possível ligação entre o abstrato e concreto. Surge, assim, a *aprendizagem significativa* (ver seção 2.1.10), onde o indivíduo precisa perceber um significado no objeto a ser aprendido. O aprendiz estreita seu envolvimento com o projeto, através de motivações para "querer descobrir algo" que tenha determinada função no protótipo.

Uma aprendizagem é significativa quando ocorre um processo de modificação do conhecimento. Para isto, o sujeito precisa estar disposto a aprender e memorizar o conteúdo. Ausubel (1982) apresenta uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar, ao considerar que os indivíduos possuem uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes. Nesta etapa também começam as reflexões em torno da programação, uma vez que esta materializará as funcionalidades “inteligentes” e “programadas” dos protótipos.

3ª Etapa - Croqui Concreto. Tendo como fundamentação teórica o construcionismo de Papert (1993) esta fase baseia-se na construção do conhecimento através de uma ação concreta. Neste panorama, o processo de ensino-aprendizado vai além da aprendizagem formal, oportunizando atividades que provoquem o aluno a solucionar problemas, projetar e pensar suas ações.

Com base nos recursos tecnológicos disponíveis (*kit* educacional, material alternativo, sucata...), os grupos deverão identificar os principais módulos que comporão o protótipo e seu mapeamento nos componentes tecnológicos existentes. Adaptações no croqui funcional poderão se fazer necessárias, de acordo com o material disponível. Papert (1993) reforça a ideia construcionista, dizendo que: “Uma aprendizagem melhor não virá se encontrarmos melhores formas de o professor ensinar, mas se dermos aos alunos melhores oportunidades de construir”. Conhecendo *a priori* o material a ser trabalhado, o papel do professor como moderador, nesta etapa, é bastante importante de forma que o aprendiz não se frustre ao não identificar maneira de concretamente implementar seu croqui funcional. O croqui final resultante sofrerá modificações de forma a poder ser concretamente construído, levando em conta os recursos disponíveis.

4ª etapa - Protótipo (montagem e construção). A soma das habilidades desenvolvidas nas etapas anteriores culmina nesta etapa. A equipe coloca em prática seu projeto, fazendo os testes e as adaptações necessárias para alcançarem seus objetivos. A preparação dos protótipos é realizada por todos os integrantes, sendo que estes devem seguir as orientações pensadas nas etapas anteriores. Ajustar o seu robô conforme o material disponível, tanto pensando na montagem como na programação, muitas vezes, nesta fase final, ainda exige da equipe buscar soluções criativas para problemas não previstos nos croquis.

5ª Etapa- Apresentação. Ao concluir as etapas anteriores, sugerimos que façam um relatório para fins de conduzir a equipe para apresentação, na qual será mostrado o sistema robótico construído, bem como o processo evolutivo do projeto, destacando os pontos fortes ou fracos do processo.

O resultado final da interação entre os processos de acomodação e assimilação é a equilibração, que se produz quando se tenha alcançado um equilíbrio entre as discrepâncias ou contradições que surgem entre a informação nova que assimilamos e a informação que já tínhamos e a qual nos acomodamos. (CARRETERO, 1997, p. 25).

As etapas não são estanques, nem tão pouco de rígido sequenciamento. Em função da dinâmica do grupo, estas podem ser revisitadas, ou mesmo suprimidas.

A metodologia pode ser aplicada em diferentes contextos educacionais, em diferentes períodos temporais, por diferentes professores. Devido ao carácter multidisciplinar da robótica, pode-se, ao longo de sua implementação, explorar diferentes conteúdos e habilidades dos educandos.

4.3 CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo, apresentou-se o conjunto de práticas desenvolvidas com base nos referenciais teóricos, juntamente com os estudos norteadores em Robótica Educacional e suas possibilidades quanto ao conhecimento e uso de ferramentas potencializadoras da aprendizagem, propostas no Capítulo 3.

Busca-se assumir a perspectiva da aprendizagem como um processo, onde práticas bem elaboradas e estruturadas farão a diferença, desenvolvendo nos sujeitos habilidades necessárias ao perfil da escola contemporânea. Nesta visão construcionista, neste capítulo, apresentou-se uma proposta original no que se refere oportunizar ao aluno ser construtor de sua aprendizagem, tornando-a significativa, à medida que aprende-fazendo.

No próximo capítulo, a abordagem é aplicada em um conjunto de oficinas, ao entrelaçar teoria e prática, reflete-se e analisa-se a proposta deste capítulo: **Um arcabouço para desenvolver a criatividade e a sociabilidade através da RE.**

5 VALIDANDO A PROPOSTA METODOLÓGICA EM OFICINAS

As oficinas são consideradas um favorável espaço de análise, confrontação, comparação, troca de experiência, construção coletiva e socialização de um saber. Esse tipo de atividade oportuniza vivenciar situações concretas, análise, leitura e discussão a partir dos interesses individuais ou grupais. Cubelles (1987) apresenta as oficinas como “Tempo-espaço para a vivência, a reflexão, a conceitualização: como síntese do pensar, sentir e atuar. Como o lugar para a participação, o aprendizado e a sistematização dos conhecimentos”.

Ao propor práticas, apresenta-se um conjunto de oficinas desenvolvidas de forma a verificar a aplicabilidade do arcabouço. As oficinas foram realizadas no Colégio Salesiano Leão XIII, com os estudantes das séries finais do Ensino Fundamental. Como ambientes de pesquisa, utilizou-se o Laboratório de Robótica e a Sala de Aula. Durante a coleta de dados, a autora desta, participou de forma intensa, acompanhando os professores e atuando como docente e pesquisadora.

A coleta dos dados foi realizada pela autora e pelo professor regente da turma, tendo como base observações, fotos, filmagens, leitura e interpretação dos relatórios dos alunos.

Foi realizada uma análise qualitativa dos dados, de forma a realizar reduções, adaptações e síntese das informações coletadas, concretizadas para comparação e distinção dos dados analisados.

Foram priorizadas no desenvolvimento da pesquisa, três categorias: Criatividade, Socialização e Recursos como potencializadores da Aprendizagem. Estas categorias permitiram a avaliação dos dados analisados, produzidos e contextualizados em sala de aula e nas oficinas de robótica. Para fins de uma melhor análise, mesmo tendo como base os projetos de aprendizagem, optamos por usarmos os mesmos temas propostos no projeto de ensino da Lego, a fim de melhor analisarmos:

- metodologia: LEGO x Arcabouço;
- recursos tecnológicos: LEGO-MindStorms x Kit Alternativo.

Tais experimentos visam permitir a análise quanto às categorias associadas à criatividade e à socialização, e recursos dos diferentes métodos pedagógicos e tecnologias.

A seguir, serão apresentadas as 4 oficinas cujos temas foram: Compactador de Lixo, Torre, Garra, Mascote. Para cada um dos temas foram realizadas duas oficinas, com turmas diferentes e ambos os recursos. Os três primeiros projetos (Compactador de Lixo, Torre e

Garra) foram realizadas em duas turmas da mesma série, onde, para cada turma, foi aplicada uma proposta metodológica diferente (LEGO x Arcabouço). A Oficina Mascote foi somente utilizado o arcabouço proposto. Foram analisados um total de sessenta (60) projetos.

5.1 OFICINA 1 - COMPACTADOR DE LIXO

5.1.1 Prática Metodológica LEGO

A turma denominada **5ª série B** é composta por 24 alunos, sendo 8 meninos e 16 meninas. A turma foi ao Laboratório de Robótica com, a Professora de Língua Portuguesa, para construir o **ROBÔ COMPACTADOR DE LIXO**. Este tema advém da Revista **LEGOZOOM/6ºano-volume 4**. Ao chegar no Laboratório, a Professora fez uma rápida recapitulação da leitura feita na aula anterior, pág. 14, do mesmo exemplar, cujo título era **QUE LIXO!** Em seguida, como é de costume, a Professora responsável pelo projeto informa às funções que cada aluno da equipe deve assumir. Os alunos foram orientados para seguirem o passo a passo do manual de montagem e foi explicada a sugestão para a programação. A Professora chamou a atenção dos alunos para a pág. 16, onde foi apresentada uma situação problema e as equipes precisavam resolver. As equipes deviam modificar o projeto para que as latinhas, depois de compactadas, fossem armazenadas.

Na Fig. 5.1, apresenta-se o andamento do trabalho, onde cada componente da equipe está realizando sua função. Pode-se observar a **Organizadora** separando as peças, a **Construtora** seguindo o passo a passo do manual de montagem e, neste caso, como são três componentes, as funções **Programador/Relator-Apresentador** serão realizadas pela mesma aluna.



Figura 5.1- Oficina Compactador de Lixo- Início da montagem.
Fonte: Oficina1- LEGO- Laboratório de Robótica (mar., 2010).

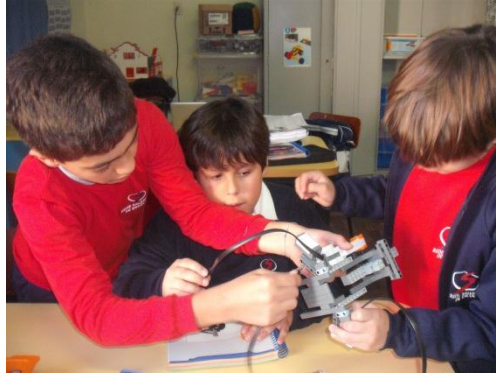


Figura 5.2 – Trabalho em Equipe.
 Fonte: Oficina1 - LEGO- Laboratório de Robótica (mar., 2010).

Na Fig. 5.2, é apresentada uma situação ocorrida na Oficina onde o aluno **construtor** não estava conseguindo realizar a conexão do cabo USB no sensor de toque, solicitando a ajuda do colega. Ambos os colegas tentaram solucionar o problema. Enquanto um observava a construção, o outro verificava no manual o que podia estar errado; o aluno que observou, constatou que a viga tinha que ser menor; rapidamente soluciona o problema.

Concorda-se com Bonals (2003, p. 13), ao afirmar que “alunos e alunas podem aprender mais e melhor, se lhes é permitido enfrentar juntos os processos de aprendizagem, sobretudo quando lhe são proposto os objetivos os quais poderão chegar, trabalhando como equipe”.



Figura 5.3 – Apresentação do protótipo – Compactador de Lixo.
 Fonte: Oficina1 - LEGO - Laboratório de Robótica (mar., 2010).

Conforme apresentado no registro na Fig. 5.3, a equipe está apresentando o protótipo Compactador de Lixo, concluído.

Após a apresentação das equipes, foram registrados alguns aspectos relevantes para discussão.

Ao apresentarem seus trabalhos, registra-se que apenas uma equipe resolveu a situação problema, construindo uma “caixa” para armazenar as latas amassadas, embora, na hora da apresentação, os alunos não mostraram essa construção. Eles fizeram-na demonstrando apenas interesse em amassar as latas. Esta constatação também aparece nos registros dos alunos, quando lemos os relatórios das equipes, onde 7 das 8 equipes escreveram ter construído com sucesso, sendo que a construção a que se referem é a sugestão do manual de montagem e não a construção que exigiria dos mesmos alterar o projeto e criar soluções para resolver a situação – problema. Na verdade, o desafio não foi realizado. Essa situação remete a Ausubel (1982), quando os alunos de forma mecânica se valem do manual para construir sem considerar a possibilidade de novas aprendizagens com o desafio proposto. O autor denomina de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes nas estruturas cognitivas.

Quanto à programação, as sete equipes que concluíram o trabalho fizeram uma cópia fidedigna da sugestão dada pela professora, embora nesta aula estivesse sendo apresentado o sensor de toque a eles e, conseqüentemente, foram explicadas algumas funções. Ninguém arriscou-se em criar uma outra programação.

5.1.2 Prática Metodológica do Arcabouço

A turma denominada **5ª série A** é composta por 27 alunos, sendo 14 meninos e 13 meninas. O tema da montagem foi semelhante ao realizado na Oficina com a metodologia LEGO. Os alunos deveriam construir um objeto capaz de amassar latas para uma possível reciclagem. O arcabouço proposto foi aplicado. Inicialmente, foi realizada a primeira etapa da proposta metodológica, onde os alunos desenharam seus croquis virtuais, conforme Tabela 5.1, das figuras de (a) até (h).

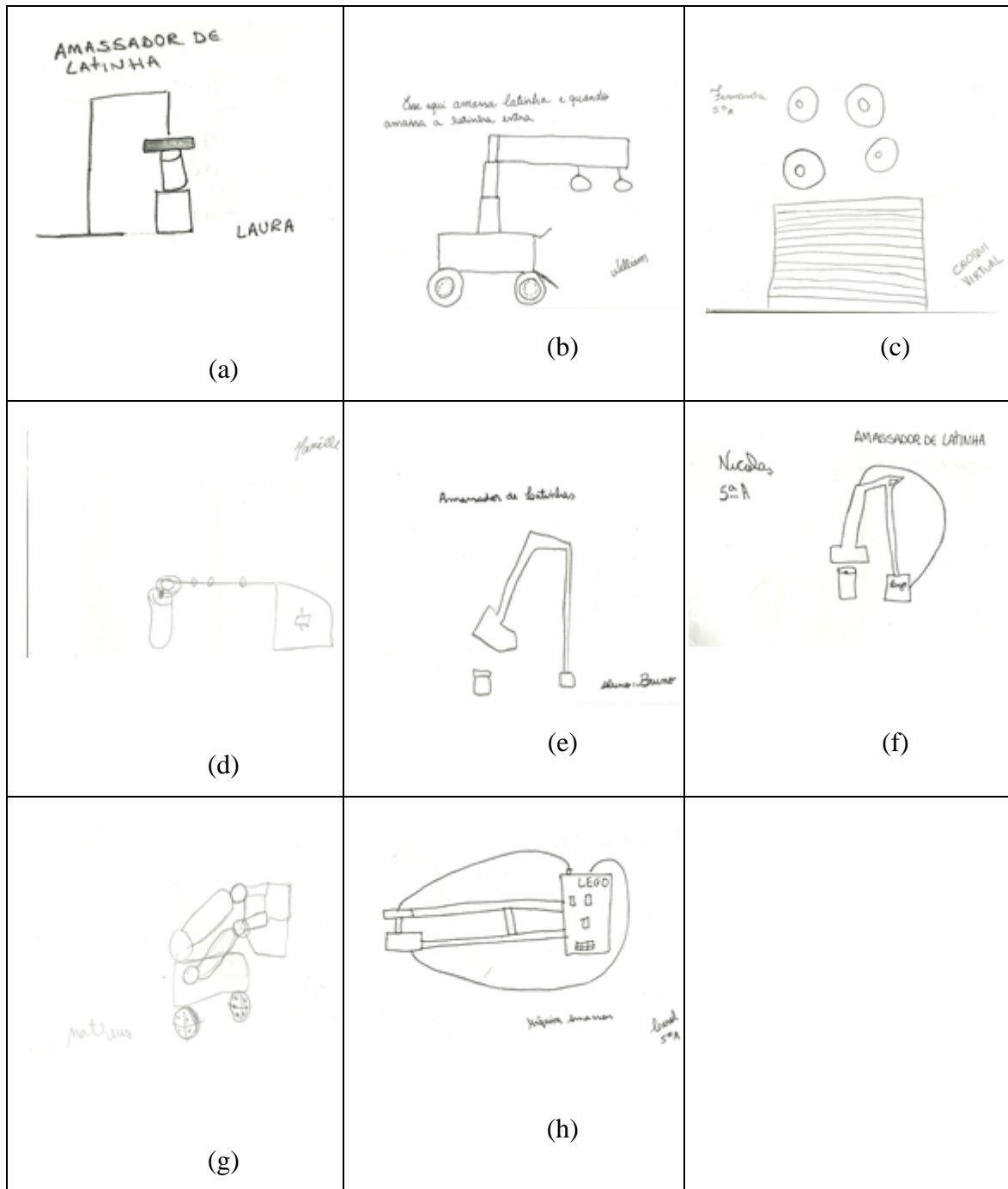


Tabela 5.1- Arcabouço: Croquis Virtuais/Amassador de Lixo.
 Fonte: Oficina 1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (mar., 2010).

Após concluírem os croquis virtuais, os alunos agruparam-se em equipes de 3 ou 4 integrantes. Nelas, cada aluno apresentou seu croqui virtual, defendendo sua ideia inicial, argumentando por que seu modelo é mais interessante para uma possível construção. O desenho escolhido pode ser aperfeiçoado, ou uma nova ideia pode ser criada a partir das

apresentações. A seguir, apresentam-se os argumentos de alguns alunos, durante a apresentação de seu **Croqui Virtual**.

O grupo dos alunos (Mariele, Caroline e Felipe) discutiram muito. As argumentações da Marielle foram convincentes, pois disse que: *com o motor mexendo nas engrenagens, vai amassar bem forte a lata*. Mas o desenho da Carol representou, de maneira mais clara, o quanto uma “garra” poderia ser bem mais forte. Após alguns minutos de discussões, resolveram congrega as propostas em um único projeto.

Os alunos (Nícolas, Victor, Lucas e Felipe M.) aprovaram rapidamente o croqui do Nícolas. Os colegas só explicaram suas ideias, “não gostam de desenhar”. Nícolas diz: *minha ideia é bem diferente; o Robô vai empurrar e esmagar; tá aqui no papel*. Os colegas não contestam, aceitando sua ideia, dizendo: *essa é a melhor*.

As alunas (Thais V, Fernanda e Carol), escolheram o projeto que Fernanda desenhou. Gostaram das engrenagens como opção. Thais comenta: *Ninguém fez nada igual*.

A equipe representada pelos alunos (William, Artur e Antônio) ao apresentarem suas propostas, dizem:

William: *Esse aqui, amassa a latinha e quando amassa, a latinha entra*.

Artur justifica: *Com a força da prensa, vai amassar a lata mais rápido*.

Antônio: *Nem pensar; tem que ser como eu pensei, um martelo, bate e amassa*.

Artur chama atenção para a ideia do colega William e diz: *explica melhor, meu, como a latinha entra?*

William responde: *Pô, cara! Como aspirador suga e depois já solta no lugar que vai derreter para fazer outras coisas*. Artur diz: *Pode ser, pode ser, irado!!!*



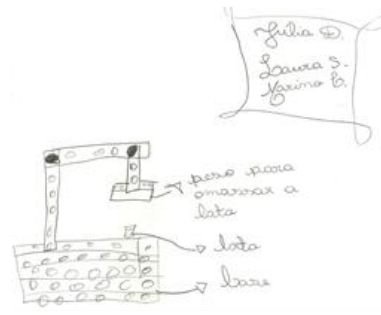
Antônio diz: *Hum, o martelo é mais fácil!*

Acontece uma discussão entre os componentes da equipe até obterem um consenso e decidirem pelo projeto do William.

Nestas falas, constata-se que os argumentos vêm ao encontro da proposta apresentada neste trabalho, uma vez que os alunos são capazes de apresentar e defender suas ideias. Destaca-se o posicionamento do aluno William, ao relacionar seus argumentos com a proposta, buscando a fundamentação teórica da aprendizagem, apropriando-se e relacionando a montagem à aprendizagem de conteúdos formais. Neste caso, referencia a reciclagem, ao

dizer que: *Pô, cara! Como aspirador suga e depois já solta no lugar que vai derreter para fazer outras coisas.*

A seguir apresenta-se um recorte de três projetos dos grupos. Nas Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4 podem-se verificar as etapas do arcabouço, desenvolvidas pelos grupos 1, 2 e 3, respectivamente.

Croqui Virtual	GRUPO 1
	<p>Na equipe de (Laura, Julia e Marina), escolheram o Croqui da Laura. A aluna convenceu as colegas com a seguinte argumentação: <i>É fácil de construir, vai funcionar com uma peça, forte vai amassar de verdade</i>”.</p>
Croqui Funcional	Funcionalidade do objeto
	<p>O grupo explica a funcionalidade do projeto através das palavras (peso, lata, base); quando questionadas oralmente, dizem: <i>O peso vai amassar a lata, mas tem que ter a base, porque a lata vai sair do lugar; se ficar segurando, pode machucar os dedos; então pensamos na base ser mais altinha.</i></p>
Croqui Concreto	<p>Material: maleta Lego 9797, apresentada no Capítulo 5.</p>
	<p>Os alunos conhecem o material concreto disponível para construção, adaptam as ideias até então colocadas no papel para o material concreto.</p>


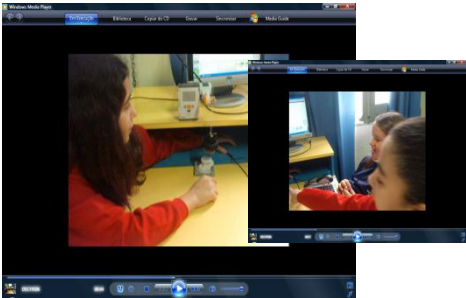
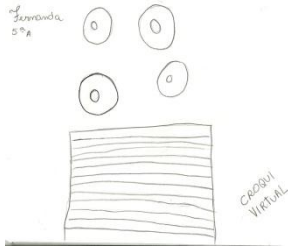
Protótipo	Construção do objeto projetado
	<p>Na etapa do arcabouço - protótipo os alunos aprendem fazendo; formulam hipóteses e testam-nas de acordo com seus interesses, de forma concreta e livre.</p>
<p data-bbox="339 801 515 835">Apresentação</p>	<p>Os alunos apresentam seus projetos, explicando as etapas, pontuando os pontos fortes e fracos, se houver.</p>
	<p><i>É momento de socializar a aprendizagem.</i></p> <p>A equipe Laura, Júlia e Mariana optou por uma apresentação coletiva da proposta.</p>

Tabela 5.2- Etapas do arcabouço.
 Fonte: Grupo 1 – Laboratório de Robótica (mar., 2010).

Croqui Virtual	GRUPO 2
	<p>Escolheram o projeto da Fernanda; gostaram das engrenagens como opção. Thaís comenta: <i>Ninguém fez nada igual.</i></p>


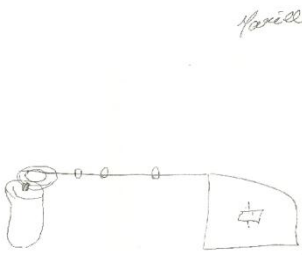
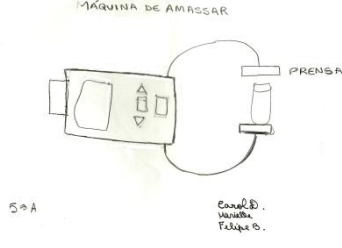
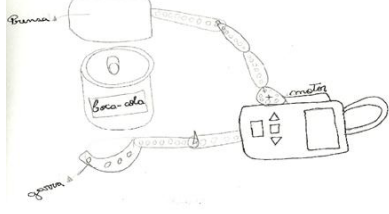

Croqui Funcional	Funcionalidade do objeto
	<p>O grupo explica o funcionamento do seu robô, dizendo que: <i>iremos utilizar dois eixos presos nas engrenagens e com uma manivela será possível mexer com a mão e quando gira vai amassar a lata.</i></p>
<p>Croqui Concreto</p>	<p>Material: maleta Lego 9797, apresentada no Capítulo 5.</p>
	<p>As alunas conhecem o material concreto disponível para construção, adaptam as ideias até então colocadas no papel para o material concreto.</p>
<p>Protótipo</p>	<p>Construção do objeto projetado</p>
	<p>Na etapa do arcabouço – protótipo, as alunas aprendem fazendo, formulam hipóteses e testam-nas de acordo com seus interesses, de forma concreta e livre. A equipe encontrou dificuldades para motorizar o experimento, optando por mostrar o movimento de forma mecânica.</p>
<p>Apresentação</p>	<p>Os alunos apresentam seus projetos, explicando as etapas, pontuando os pontos fortes ou fracos se houver.</p>
	<p><i>É momento de socializar a aprendizagem..</i></p> <p>Na apresentação do grupo, uma das componentes comenta da dificuldade que encontraram para colocar o motor para robotizar a máquina; elas giraram, demonstrando o funcionamento manualmente.</p>

Tabela 5.3- Etapas do arcabouço.
 Fonte: Grupo 2 – Laboratório de Robótica (mar., 2010).

Croqui Virtual	GRUPO 3
	<p>Na equipe de (Laura, Julia e Marina) escolheram o Croqui da Laura. A aluna convenceu as colegas com a seguinte argumentação: <i>É fácil de construir, vai funcionar com uma peça forte, vai amassar de verdade.</i></p>
Croqui Funcional	Funcionalidade do objeto
	<p>Os alunos explicam que: <i>nossa ideia inicial seria bater com um peso para amassar a lata, mas depois pensamos mais um pouco e resolvemos fazer como prensa; achamos que desta maneira vai funcionar melhor a máquina que inventamos.</i></p>
Croqui Concreto	Material: maleta Lego 9797, apresentada no Capítulo 5.
	Os alunos conhecem o material concreto disponível para construção, adaptam as ideias até então colocadas no papel para o material concreto.
Protótipo	Construção do objeto projetado
	Na etapa do arcabouço – protótipo, os alunos aprendem fazendo, formulam hipóteses e testam-nas de acordo com seus interesses, de forma concreta e livre,
Apresentação	Os alunos apresentam seus projetos, explicando as etapas, pontuando os pontos fortes ou fracos, se houver.


	<p><i>É momento de socializar a aprendizagem.</i> Na apresentação do grupo, uma das componentes comenta da dificuldade que encontraram para colocar o motor para robotizar a máquina; eles giraram demonstrando o funcionamento manualmente.</p>
---	--

Tabela 5.4- Etapas do arcabouço.

Fonte: Grupo 3 – Laboratório de Robótica (mar., 2010).

A seguir serão apresentados os comentários referentes aos projetos dos grupos 1, 2 e 3.

Ao dialogar, os grupos argumentam sobre a funcionalidade de seus projetos. Nesta etapa, é evidente a maneira como os alunos vão assimilando e acomodando as ideias, acoplando ao possível funcionamento. Ao encontro dessa prática há que se concordar com Matos quando teoriza:

A mente do indivíduo, desequilibrada diante de uma situação nova, por não dispor de uma estrutura suficientemente desenvolvida que possibilite o seu completo entendimento, ainda que possuidora de esquemas capazes de entendê-la, em parte, desencadeia um processo de equilíbrio através do funcionamento dos invariantes funcionais (assimilação e acomodação) até o alcance de seu completo entendimento, de sua completa adaptação (MATOS, 2008, p. 7).

No laboratório de Robótica, também com a Professora de Língua Portuguesa, as equipes da 5ªA foram colocar em prática seus projetos: Construir o ROBÔ capaz de Amassar Latas, sem Revista ou Manual de Construção. Este foi sem dúvida o grande desafio para as equipes. Em mãos tinham os croquis e a seguinte indagação: Será que o material produzido por eles atenderia as necessidades e expectativas do grupo?

O entusiasmo era grande. Motivados, os alunos dão início ao trabalho. A professora responsável pelo projeto, desta vez não informa as funções de cada um nas equipes e sim observa atentamente a organização dos mesmos.

Na proposta do arcabouço, de acordo com Papert (1993, p. 146), “a aprendizagem é facilitada e melhorada se o aluno construir algo de concreto, como por exemplo, uma maquete, um modelo, um programa de computador, algo que possa ser visto e analisado”.

Educar é dar condições para que os alunos construam. Com este significado, trazemos a teoria de Papert (1986) para esta etapa, onde, com base no construcionismo, o autor defende o conceito de que se aprende melhor fazendo, e aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz. Na etapa – protótipo, os alunos aprendem fazendo, formulam hipóteses e testam-nas de acordo com seus interesses, de forma concreta e livre; os grupos constroem as regras e compartilham suas experiências.

Na etapa concluinte, os alunos apresentam seus projetos, explicando as etapas, pontuando os pontos fortes ou fracos, se houver. Neste momento, mais uma vez a socialização é notória e a aprendizagem é socializada através da apresentação.

A equipe (Laura, Júlia e Mariana) optou por uma apresentação coletiva da proposta. Laura inicia, dizendo: *foi difícil construir sem ajuda do manual de montagem. Tivemos que mudar o desenho porque as peças não deram, com a nossa ideia.*

Mariana mostra, no desenho, o que foi trocado e diz: *Colocamos um pneu porque é mais pesado, com a peça LEGO gira e, como é leve, não amassa. Claro que se for de verdade pode ser de ferro. Aí sim, amassa mesmo.*

Ao ser questionada quanto ao trabalho em equipe, o grupo disse: *todos nós fizemos tudo. Dessa maneira é melhor. Todos nós demos nossas opiniões e o trabalho é nosso, da nossa ideia.*

Mariana explica porque construíram um suporte para colocar a lata dizendo que: *Colocando a lata no suporte, ela não escorrega quando bate para amassar. Tentamos muitas vezes antes amassar e não dava certo, até que tive a ideia de fazer isso.*

Também as moderadoras questionaram sobre a programação do Robô do grupo 1. Julia diz: *foi simples programar, porque só tivemos que colocar duas rotações para frente no motor A, para desenrolar a corda e descer até a lata e depois, duas para trás, para subir. A aluna argumenta, finalizando sua explicação: a programação pode mudar dependendo da distância.*

Na apresentação do grupo 2, uma das componentes comenta sobre a dificuldade que encontraram para colocar o motor para robotizar a máquina, elas giraram demonstrando o funcionamento manualmente.

Quando questionadas pela professora do porquê? Estavam com dificuldades, visto que conhecem o *kit* e participam do projeto de educação tecnológica Lego Zoom há três anos.

As alunas ficaram pensativas. Depois de alguns minutos, responderam que: *Sem revista, fica muito difícil. Não sabemos para que servem as peças.*

[...] a ideia de um ser humano relativamente fácil de moldar e dirigir a partir do exterior foi progressivamente substituída pela ideia de um ser humano que seleciona, assimila, processa, interpreta e confere significações aos estímulos e configurações de estímulos. No campo educativo, esta mudança de perspectiva contribuiu para pôr em relevo o inadequado de alguns métodos de ensino essencialmente expositivos que concebem o professor e o aluno como simples transmissor e receptor de conhecimentos. (COLL, 1994, p. 100).

Essa colocação reafirma o que salientamos quanto ao uso de manuais, pois estes não garantem a assimilação de novos conceitos. A partir da montagem dos protótipos, fica evidente a não apropriação da aprendizagem, visto que os sujeitos que estão participando desta oficina já conhecem o material e desenvolvem o projeto há algum tempo. Acredita-se que esta realidade possa estar sendo transformada quando estes são autores de seus projetos, e começam a entender o funcionamento, ou como fazer funcionar adequadamente suas ideias.

Trabalhar em Robótica Educacional, como proposto no arcabouço, é criar ambientes de aprendizagem capazes de contribuir significativamente para a construção do conhecimento, com imaginação e criatividade. A sua utilização em sala de aula pode motivar a construção de um ambiente multifuncional e reprogramável. Nesse caso, o robô pode ser compreendido como um artefato cognitivo que os estudantes utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias, ou “um objeto-para-pensar-com”, nas palavras de Papert (1986).

A equipe do grupo 3 declara, em sua apresentação, ter tido muita dificuldade para realizar a montagem prevista nos croquis. Alegam, dizendo que: *sem revista, nós tivemos que pensar antes, como ia funcionar. Foi legal, mesmo sendo mais difícil. Fizemos uma máquina simples, mas que amassa muito forte.*

A equipe conclui relacionando o conteúdo com a prática, dizendo que: *Fizemos esse projeto para melhorar a vidas das pessoas que catam latas, ajudando o meio ambiente. As pessoas podem ver nossa ideia e fazer com garrafa, colocando areia dentro para ficar mais pesada como se fosse um martelo com cabo. Assim poderia ajudar no seu trabalho.*

5.2 OFICINA 2 – TORRE

5.2.1 Prática Metodológica LEGO

A turma denominada **8ª série B** é composta por 27 alunos, sendo 13 meninos e 14 meninas. A turma foi ao **Laboratório de Robótica**, com a Professora de Filosofia, para construir o ROBÔ TORRE. A sugestão está na Revista LEGOZOOM/ 9º ano - volume 3. A mesma traz como tema alguns textos para o estudo introdutório da montagem. São eles: Meça o mundo! Para que serve a trigonometria? Prejuízos tecnológicos e Cidades por encomenda.

Ao chegar ao Laboratório, a professora fez uma breve apresentação em *slides*, trazendo alguns modelos de torres, associando com sua utilidade nos tempos antigos, até as mais atuais como símbolo de uma nova era. Trouxe, como exemplo, a Torre Eiffel.

Após a apresentação segue-se a rotina utilizada no desenvolvimento do projeto LEGO. Como desafio suplementar, o manual colocava a necessidade de projetos que permitissem a construção de torre “o mais alta possível”. Salienta-se que essa montagem não traz nenhum mecanismo robotizado, por isso não foi explicada nenhuma programação.

A Fig. 5.4 mostra algumas equipes durante a construção da torre. Cada componente do grupo está realizando sua função. Pode-se observar a Organizadora separando as peças, o Construtor seguindo o passo a passo do manual de montagem e, neste caso, como não é necessário fazer a programação, ele pode dar um suporte aos colegas responsáveis pelo Relatório e Apresentação.



Figura 5.4- Recorte de algumas equipes construindo a TORRE.
 Fonte: Oficina 2 - LEGO - Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Observa-se, na Fig. 5.5, no recorte de imagens, que algumas equipes parecem mais organizadas, as mesmas que, como percebido durante a apresentação, conseguiram concluir o trabalho com sucesso. Salienta-se que, para o sucesso da construção, é necessário: organização, determinação e disciplina durante o trabalho em equipe. Embora constata-se que este sucesso está diretamente ligado ao interesse e significado da construção para a equipe. Cabe lembrar também que o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam na construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que estas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas (Piaget, 1995, p. 1).

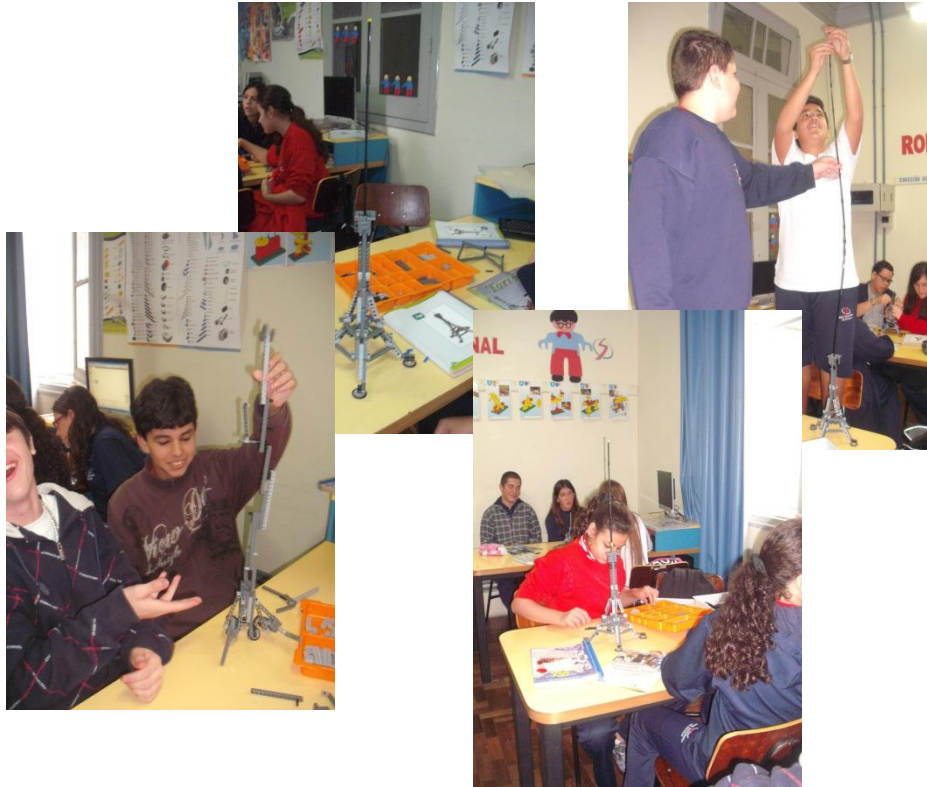


Figura 5.5- Mostra da solução de algumas equipes para o desafio proposto/aumentar ao máximo o tamanho da TORRE.

Fonte: Oficina 2 - LEGO - Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Ao questionar-se, a equipe 1, quanto ao desafio, seus componentes, disseram que: *Foi fácil, era só fazer mais alto!*

Um outro questionamento, então, foi feito pela Professora quanto à viabilidade de desenvolver o projeto que apresentaram no desafio, visto que apenas conectaram vários eixos. A equipe responde: *Na verdade, como fizemos é só para dar uma ideia, mas não é possível construir de verdade.*

O desafio de tornar a torre o mais alta possível não motivou as equipes. Estas, ao concluir a montagem, consideraram o trabalho concluído. Com a insistência da Professora, alguns banalizaram a proposta de desafio, representando este aumento no tamanho da torre com materiais simbólicos e não considerando a estrutura necessária para ampliar o projeto, como pode ser observado na Fig. 5.5.

5.2.2 Prática Metodológica do Arcabouço

A turma denominada **8ª série A** é composta por 27 alunos, sendo 09 meninos e 18 meninas. A proposta de trabalho para essa turma foi que cada aluno fizesse um projeto, tendo como tema um objeto conhecido como TORRE. Os alunos podiam criar formas, modelos; não foi feita nenhuma restrição; apenas foi apresentado pela Professora o mesmo conjunto de *slides* com várias torres do mundo inteiro como tema gerador para explosão de ideias.

Nesta Oficina, foram desenvolvidas todas as etapas apresentadas no arcabouço, explicadas no Capítulo 4. Utilizamos o Kit LEGO 9797 e o Alternativo, detalhados no Capítulo 5.

A seguir, na Fig. 5.6, apresenta-se o registro individual dos alunos.

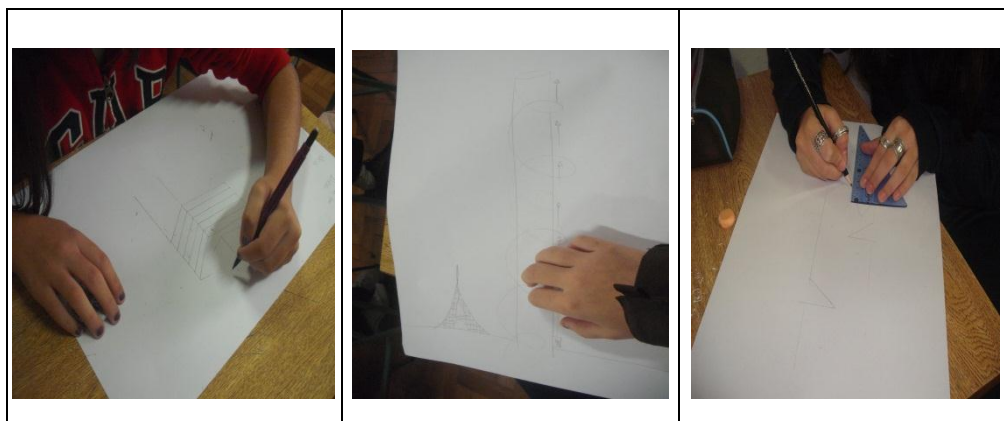


Figura 5.6 – Croqui Virtual/ Individual (desenvolvido em sala de aula).
Fonte: Oficina 2- Arcabouço – Sala de aula (2010).

Na Fig. 5.6, visualiza-se a forma individual que os alunos, através de desenho, registram em um croqui virtual as ideias iniciais de seu projeto. No momento seguinte, os alunos explicam oralmente suas ideias no pequeno grupo, a fim de avaliarem a proposta de trabalho sugerida, conforme apresentado no Capítulo 4. Ressalta-se que os mesmos têm a opção de escolher entre os projetos, o que o grupo considera melhor, ou ainda podem juntar uma ou mais ideias e refazer *um* novo projeto. Na Fig. 5.7, observam-se os grupos formados, apresentando as ideias e adaptando o projeto **Croqui Virtual** para o **Croqui Funcional**.



Figura 5.7- Croqui Funcional (adaptação do projeto).
Fonte: Oficina 2- Arcabouço – Sala de aula (abr., 2010).

A seguir, apresenta-se um recorte de algumas falas durante a defesa dos projetos individuais:

Aluno 1- A minha ideia é de que: *a torre gire conforme o idioma que falarmos.*

Aluno 2- Minha ideia é: *criar uma torre que indique quando o consumo de energia estiver elevado acendendo uma luz; deste modo, todos podem diminuir o consumo, ajudando o meio ambiente.*

Aluno 3- *Vamos construir uma torre com uma luz na ponta.*

Aluno 4- *Uma torre parecida com a CN, que gira um bloco redondo no meio dela.*

Aluno 5- *Construir uma torre giratória.*

As ideias iniciais vão sendo aperfeiçoadas à medida que os alunos nas equipes vão socializando seus conhecimentos. Trocando experiências eles adaptam o projeto, deixando-o o mais próximo daquilo que pretendem. Na Fig. 5.8, traz-se o registro da etapa **Croqui Funcional**, onde os alunos se questionam quanto à funcionalidade do objeto que pretendem construir. Neste momento, após suas reflexões, os alunos fazem atualizações no **Croqui Funcional**. Por exemplo:

A ideia inicial era “Girar conforme o idioma que falarmos”. No **Croqui Funcional**, os alunos reafirmam sua proposta, explicando que: *A torre vai girar conforme o idioma que falarmos, como um ponto turístico. Será uma torre formada por engrenagens, para facilitar na hora de girar. Pesquisamos e nos inspiramos no exemplo da torre de Babel, com toda diversidade de idiomas.*

Neste **Croqui Funcional** o grupo percebe que será necessário um sensor de som.

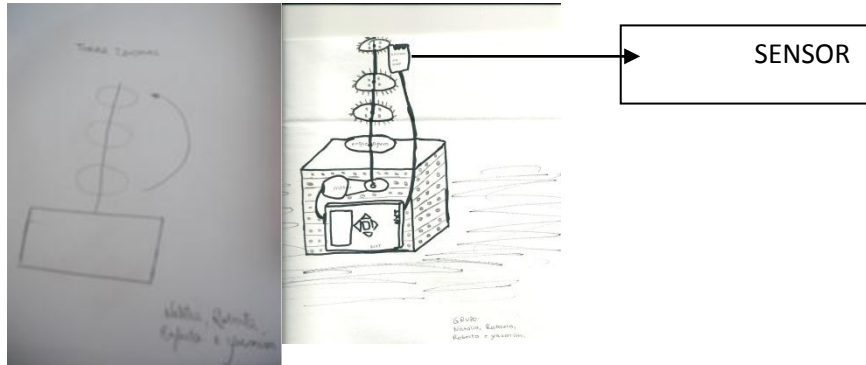


Figura 5.8- Do CROQUI VIRTUAL para o CROQUI FUNCIONAL.
Fonte: Oficina2 - Arcabouço – Sala de aula (abr., 2010)

Na imagem do **Croqui Funcional**, já aparece os indícios do **Croqui Concreto**. O material a ser utilizado é o Kit Lego 9797, onde, junto com as funções, aparecem as peças responsáveis por algumas funções. Na Fig. 5.9, pode-se identificar as vigas, eixos, engrenagens, motor, NXT.

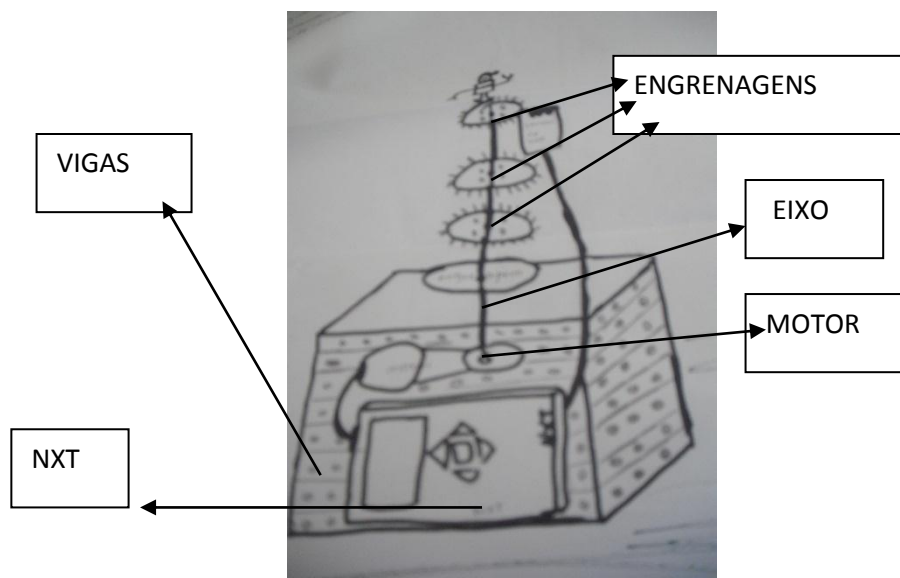


Figura 5.9- Croqui Concreto da Torre.
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Após concluírem essa terceira etapa – **Croqui Concreto** – os alunos, em laboratório, desenvolvem a parte prática, a construção propriamente dita, o **Protótipo**, a quarta etapa do arcabouço. As imagens apresentadas na Fig. 5.10 são um recorte que mostram as equipes realizando suas construções.

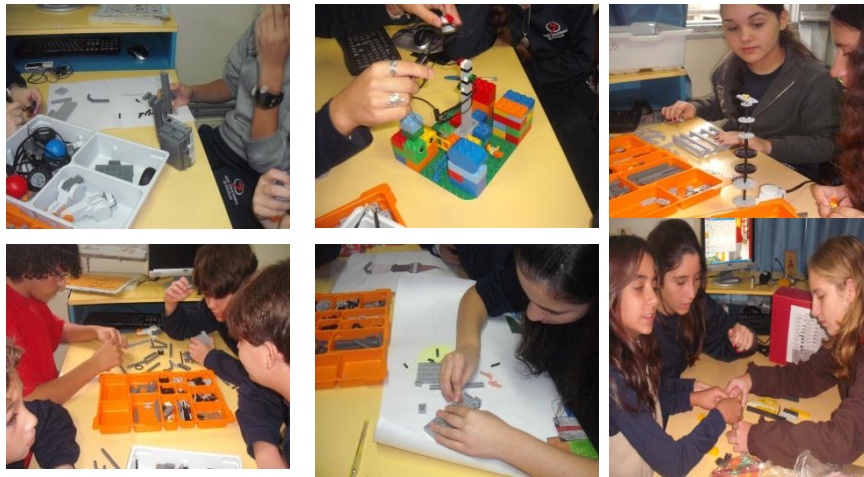


Figura 5.10- Recorte da construção do Protótipo Torre – Equipes da 8ª A.
 Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Durante a apresentação dos projetos, observaram-se alguns fatos como a integração entre os participantes das equipes, bem como uma supervalorização das construções e do trabalho como um todo. A seguir, far-se-á um resumo do projeto de quatro equipes.

EQUIPE 1- Apresentação do Projeto: TORRE INTELIGENTE

A aluna apresenta, dizendo: *A Torre Inteligente será usada em benefício ao meio ambiente. Este projeto irá funcionar como forma de conscientizar as pessoas sobre o abuso no consumo de energia elétrica. A cada uma hora representada aqui por 1 minuto, as luzes desnecessárias vão apagar e soará um alarme por via satélite para alertar os consumidores sobre o uso exagerado de energia.*

A aluna que fez a apresentação explicou que: *a programação foi explicada da seguinte forma: (a luz está acesa depois de 1 min, a luz apaga e soará um som de alerta, indicando o exagero de consumo de energia elétrica).*

A Fig. 5.11 apresenta a sequência da programação, descrita pela programadora da equipe da seguinte forma: *a luz está apagada; depois de 1 segundo, a luz acende e toca um alarme.*

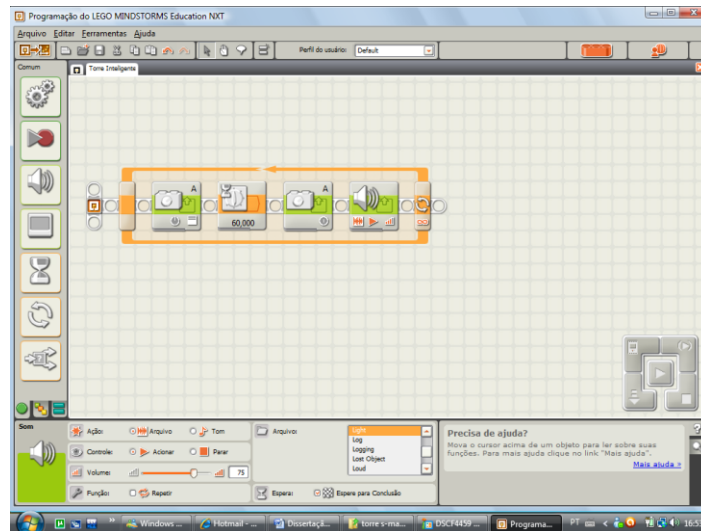


Figura 5.11- Linha de programação para Torre Inteligente.
Fonte: Oficina 2- Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

A imagem da Fig. 5.12 é um recorte do registro, salientando o projeto escrito, **Croqui Funcional e Protótipo**, dando uma ideia geral do projeto Torre Inteligente.

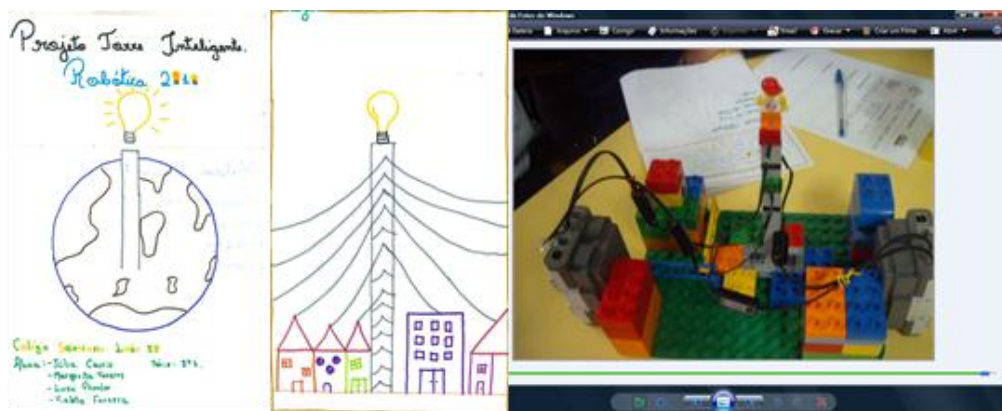


Figura 5.12- Apresentação do projeto concluído - Torre Inteligente.
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Destaca-se a criatividade do projeto Torre Inteligente, pois a equipe, ao desenvolver seu projeto, traz “vida” ao mesmo, pois, além de construírem a torre, pretendem mobilizar a sociedade para racionalizar o consumo de energia elétrica. Não considerando aqui a criatividade, definida no dicionário como “trazer a existência ou formar do nada, preferimos destacar a ideia de alguns pesquisadores teorizada por Boden (1999, p. 82): “combinação original de ideias conhecidas”. Neste caso específico, criar passa a ser uma necessidade, oportunizando esse despertar no aluno a necessidade de criar, a aprendizagem será mais eficaz e prazerosa.

EQUIPE 2- Apresentação do Projeto: TORRE BASQUETE

A aluna que apresentou o projeto da equipe descreveu que: *O projeto foi divertido e desafiador!!!.*

Explica: *Encaramos, nessa aula, a Robótica como um desafio. Não tínhamos um manual para seguir o passo a passo, como vínhamos acostumadas. Depois de concluído o trabalho, deu uma satisfação enorme para todos nós. O projeto foi representando por um dedo da mão com uma bola de basquete fazendo um movimento de rotação, semelhante ao que os jogadores de basquete costumam fazer. A parte da bola de basquete giraria lentamente. Escolhemos as peças que julgamos melhor representar uma mão com o dedo indicador para cima e, com a bola ligada a um motor, programamos para ela girar.*

Ao desenvolver o projeto, a equipe realizou uma pesquisa sobre o BASQUETE, tema escolhido livremente pelo grupo, que constatou: *Os Americanos possuem o costume de jogar basquete. Com base nisso, construímos nossa torre, que hipoteticamente ficaria localizada em alguma cidade dos Estados Unidos, serviria como um ponto turístico pois, no interior da bola seria contada toda a história do basquete.*

Na fala da aluna, quanto à montagem, percebe-se o quanto apropriaram-se e adaptaram-se ao arcabouço proposto: *Tivemos algumas dificuldades, que foram superadas pela nossa insistência, inúmeras tentativas, criatividade, participação e cooperação de todos os integrantes do grupo.*

De forma conclusiva a equipe diz: *Achamos muito legal e inteligente da parte de quem elaborou essa maneira de trabalhar, pois foi testado o nosso conhecimento sobre robótica, pois já participamos há 3 anos desse projeto. Assim como podemos ser mais criativos para realizar a aula de hoje, foi uma prática mais elaborada, já que desenvolvemos*

e organizamos tudo no papel antes. O único ponto negativo que o grupo considerou foi a parte estética, que não ficou tão boa de quando copiamos das revistas.

Nesse caso, o grupo encontra uma estratégia criativa para solucionar um problema “A construção de uma Torre”. De forma colaborativa, interagiram, pesquisaram, organizaram-se e trazem para o grande grupo a socialização de sua aprendizagem em torno dos EUA, enquanto contam a história do basquete. A Fig. 5.13 apresenta o protótipo desenvolvido por esta equipe.

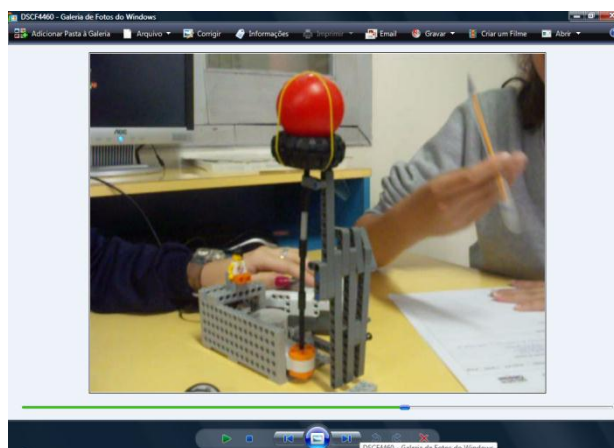


Figura 5.13- Recorte da Apresentação da TORRE BASQUETE pela Equipe.
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

EQUIPE 3 - Apresentação do Projeto: TORRE COM LUZ

Ao iniciar a apresentação a aluna diz que: *o objetivo da equipe foi construir uma Torre que ficasse o mais parecido possível com o desenho que elas fizeram no projeto **Croqui Virtual**.*

O grupo fez as seguintes considerações, durante a apresentação: *achamos muito interessante não ter que seguir um manual. Desta maneira, que trabalhamos hoje, podíamos ser criativos, mas queríamos que ficasse como quando tiramos da revista, “igualzinho”.*

Continuam a apresentação dizendo: *tivemos dificuldades em relação às peças. Era difícil adaptar de acordo com o projeto idealizado no papel. Mas, no final, conseguimos, ficou perfeito!!!*

Quanto à programação, explicaram que: *A luz acende quando a gente gira o motor. Estamos fazendo o giro com a mão, dando manivela no motor; mas pode ser também fazendo*

a programação do motor para frente, por um determinado tempo, no computador. Não foi preciso. Assim como fizemos, é mais simples.

Na Fig. 5.14 é possível observar o desenho do croqui em cima da mesa: um cartaz representando uma cidade que o grupo utilizou como uma maquete e o protótipo da Torre que a equipe construiu; pode ser visualizado, na mão de uma das alunas, o motor e, na outra mão, o eixo com a manivela, quando a mesma explicava o processo para acender a luz na torre. Como pode-se perceber na Fig. 5.14, o objetivo da equipe foi alcançado, tendo em vista que o protótipo é idêntico ao projeto mostrado no desenho do croqui.



Figura 5.14- Registro da Equipe apresentando seu Projeto TORRE.
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Na sequência, apresenta-se o trabalho desenvolvido por outra equipe, ainda com o mesmo tema TORRE; porém, esta equipe foi desafiada a utilizar o **Kit Alternativo**, ao invés do Kit LEGO educacional, maleta 9797.

EQUIPE 4- Apresentação do Projeto: TORRE

Esta equipe trabalhou desenvolvendo as duas primeiras etapas do arcabouço como as demais, após desenvolverem o **Croqui Virtual** e posteriormente o **Croqui Funcional** foi

apresentado o material neste caso o **Alternativo**, para que pudessem desenhar o **Croqui Concreto**.

Nas Fig. 5.15, 5.16 e 5.17 é possível observar a grande mudança na estrutura da Torre, devido ao uso dos recursos tecnológicos alternativos.



Figura 5.15- Croqui Virtual (estrutura em blocos).
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Sala de aula (abr., 2010).

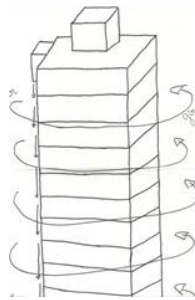


Figura 5.16- Croqui Funcional (a Torre deve girar).
Fonte: Oficina 2 – Arcabouço – Sala de aula (abr., 2010).



Figura 5.17- Croqui Concreto (base de blocos acoplada no motor, eixo e vigas).
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Durante a montagem do protótipo, observou-se uma grande integração entre a equipe (ver Fig. 5.18), onde, além de as alunas estarem se ajudando, estão se adaptando ao novo recurso e adaptando a construção que desejam fazer.



Figura 5.18 - Explorando o material e construindo a TORRE.
Fonte: Oficina 2- Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Após a conclusão do **Protótipo**, (ver Fig. 5.19), a equipe apresentou seu projeto e fez suas considerações, conforme relato da equipe descrito a seguir: *A nossa Torre, ela gira. Nnos inspiramos na pesquisa que fizemos dos prédios de Dubai. Usamos peças LEGO Alternativo; o kit foi criado pela Professora. Somos os pioneiros no uso desse recurso. A princípio, achamos muito diferente, bem mais simples do que estamos acostumados a usar nas nossas aulas de Robótica, só que a diferença é só aparência. Nós construímos muito bem com esse material mais simples. É possível. Nossa maior dificuldade foi no manuseio com a cola quente. Descobrimos que ela pode dar um acabamento melhor ou não na nossa construção. Vai depender da criatividade e habilidade em usar. O melhor deste trabalho foi que, desde a pesquisa, os desenhos, nós podemos escolher; podemos ser criativos de início até o fim, sem precisar todos os alunos seguir a mesma coisa. Os trabalhos ficam “sem graça”, tudo igual ao modelo da revista. Desta vez foi muito bom fazer da cabeça da gente e ver os dos colegas das outras equipes também. A programação foi bem simples. Para a torre girar que era o que queríamos, selecionamos um motor e colocamos, para ele ir no sentido horário, 4 min e, depois, repetimos no sentido anti-horário.*



Figura 5.19- Apresentação do protótipo TORRE construído com material alternativo.
Fonte: Oficina 2 - Arcabouço – Laboratório de Robótica (abr., 2010).

5.3 OFICINA 3 – BRAÇO COM GARRA

5.3.1 Prática Metodológica LEGO

A turma denominada **7ª série A** é composta por 30 alunos, sendo 20 meninos e 10 meninas. A turma foi ao **Laboratório de Robótica**, com a Professora de Matemática, para construir o **ROBÔ BRAÇO COM GARRA**. A sugestão está na Revista **LEGOZOOM/ 9º ano - volume 2**. Ao chegar no Laboratório, a Professora fez uma rápida recapitulação, lembrando os alunos para observarem as formas geométricas visíveis na montagem, pois irão relacionar a montagem com o estudo acerca da semelhança de triângulos. Em seguida, como é de costume, a Professora responsável pelo projeto informa as funções que cada aluno da equipe deve assumir naquela aula, como já foi explicado na metodologia Lego.

Os alunos, como de costume, foram orientados para seguirem o passo a passo da revista de montagem e foi explicada a sugestão para a programação.

O desafio proposto na revista não atendia a proposta da Professora de Matemática, por isso ela solicitou que a garra deveria pegar um objeto por 2 segundos e largar no sentido contrário que pegou. Deste modo, a Professora solicitou que os alunos observassem o ângulo

feito pelo braço ao pegar e soltar o objeto. As equipes iniciaram o trabalho e como de costume, cada componente assumindo sua responsabilidade na equipe. Como pode ser visto nas Fig. 5.20, 5.21 e 5.22, pode-se observar o **Organizador** separando as peças, visualizadas na revista; o **Construtor**, seguindo o passo a passo do manual de montagem; o programador no computador fazendo a programação do Robô e o Relator/apresentador fazendo o relatório para, no final da aula, apresentar as conclusões e aprendizagens em torno da Matemática, com a construção realizada.



Figura 5.20- Organizador e Construtor seguindo o manual para montar.
Fonte: Oficina 3 - LEGO - Laboratório de Robótica (abr., 2010).



Figura 5.21- Programador fazendo a programação do Robô no computador.
Fonte: Oficina 3 - LEGO - Laboratório de Robótica (abr., 2010).



Figura 5.22- Apresentação.

Fonte: Oficina 3 - LEGO - Laboratório de Robótica (abr., 2010).

As sete equipes conseguiram construir o ROBÔ BRAÇO COM GARRA, porém tiveram muita dificuldade de programar o robô adequadamente. Mesmo com as dicas da Professora, a programação não atendeu o solicitado. Em uma das equipes, a Professora fez a programação, a fim de que os alunos pudessem visualizar os ângulos feitos pelo robô ao abrir a garra e fechá-la após 2 segundos. Essa aula foi atípica, mas oportunizou que fosse trabalhada ainda mais a socialização como uma dinâmica da aprendizagem, visto que a dificuldade, neste caso, aproximou os alunos para tentarem resolver o problema. Educandos e professores estabelecem relações sociais e afetivas, sendo a sala de aula o ambiente em que estas relações se solidificam. Estamos permeados pelo enfoque da concepção construtivista e pela proposta da Educação Tecnológica, da LEGO Education, que permite aos alunos não só experimentarem aspectos tecnológicos da robótica, mas também incorporarem diversas habilidades que desenvolverão neles, competências. Nesta aula o “erro” é percebido no construtivismo como uma oportunidade de aprendizagem. A imprecisão nas soluções oferecidas pelos estudantes pode ser entendida como uma etapa no desenvolvimento do pensar do aluno. Enquanto educadoras, é preciso questionar por ter optado em resolver o problema, justificar essa atitude na ansiedade de “ensinar conteúdos” mesmo que a intencionalidade fosse socializar a solução do problema. Acredita-se que, se tivesse sido dado mais um tempo para os alunos concluírem a atividade proposta, eles próprios teriam solucionado o problema. A programação exige dos alunos testá-la. Eles mesmos, no relatório, contestaram o tempo, pois alegaram que a construção era trabalhosa e não conseguiram realizar os testes para o robô funcionar corretamente.

A Professora de Matemática fez as intervenções para que a aprendizagem acontecesse a partir do exemplo.

5.3.2 Prática Metodológica do Arcabouço

A turma denominada **7ª série B** é composta por 25 alunos, sendo 12 meninos e 13 meninas. A proposta de trabalho para essa turma foi que cada aluno fizesse um projeto, tendo como tema a construção de um robô “GARRA”. Como desafio foi solicitado aos alunos que o robô fosse capaz de segurar um objeto por alguns segundos e largá-lo em lugar diferente de onde ele pegou. Nenhuma restrição foi feita. A Professora pediu aos alunos para observarem o movimento de segurar e largar os objetos, tarefa que seu robô deverá executar.

Todas as etapas do arcabouço foram seguidas. Cada aluno desenhou individualmente o **Croqui Virtual**. Formaram-se as equipes e cada componente apresentou sua ideia. Posteriormente, reorganizaram o projeto inicial. 3 grupos reuniram as sugestões e construíram um novo projeto e 4 grupos escolheram o projeto de um dos componentes da equipe, para colocar em prática. A próxima etapa, o **Croqui Funcional**, foi desenvolvida por todas as equipes.

Ao ser analisada mais esta prática, entende-se que o arcabouço oportuniza a organização do grupo, à medida que os componentes da equipe pensam e refletem sobre as suas possíveis ações, antes e durante a prática de construção. Papert corrobora com as reflexões sustentadas em nossa pesquisa quando diz:

Embora a tecnologia desempenhe um papel na realização de minha visão sobre o futuro da educação, meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que os movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem. Na verdade, o papel que atribuo ao computador é de um portador de “germe” ou “sementes” culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente. (1986, p. 23).

Acreditamos que, através de práticas que contribuam com a transformação dos processos educacionais, oportunizando ao aluno ambientes onde ele possa coordenar suas ações calcada em suas experiências e concepções, ao projetarem e construírem suas aprendizagens. Trabalha-se para esse processo se efetivar e assim os educandos tornam-se aprendizes ativos, construtores do seu conhecimento.

Saliente-se também que a **Robótica Educacional** desenvolve habilidades de tolerância. Os alunos trabalham com a colaboração e negociam com argumentos. A persistência por parte dos alunos ao sistematizarem raciocínios abstratos estimula o desenvolvimento das estruturas mentais, sua própria inteligência.

Registros como:

Grupo 1 diz: *Tivemos muita dificuldade, pois não estávamos acostumados a trabalhar sem a revista que nos mostra tudo pronto. Não conseguimos terminar o trabalho com sucesso. O braço deveria pegar a bola e jogar no cesto. Tentamos muitas vezes, mas a garra não abriu e fechou como deveria ser.*

Ao serem questionados sobre esse “problema”, um dos componentes do grupo 1 responde, dizendo: *demoramos muito até acertar a garra. Acabou que não conseguimos testar mais a programação, achamos até que seria possível dar certo, faltou detalhes!*

Durante a apresentação desta equipe, a professora pergunta quais conteúdos de Matemática o grupo consegue visualizar em seu trabalho.

Resposta da equipe: *Podemos trabalhar as formas geométricas, a circunferência, o raio, etc.*

Grupo 2 diz: *Vamos construir o robô sem olhar no manual, esse foi um grande desafio! Trabalhamos muito unidos!*

Grupo 3 diz: *Trabalhamos bem; com essa maneira diferente conseguimos “abrir nossas mentes e imaginação. Podíamos fazer do nosso jeito. Nosso protótipo ficou bem legal. Não seguimos com o nosso **Croqui Concreto**. Tentamos construir e verificamos que um motor só não poderia mexer a parte de cima e de baixo da garra. Todos nós pensamos e resolvemos mudar.*

Na Fig. 5.23 pode ser vista a ideia da equipe, que pretendia usar só um motor para a garra abrir e fechar.

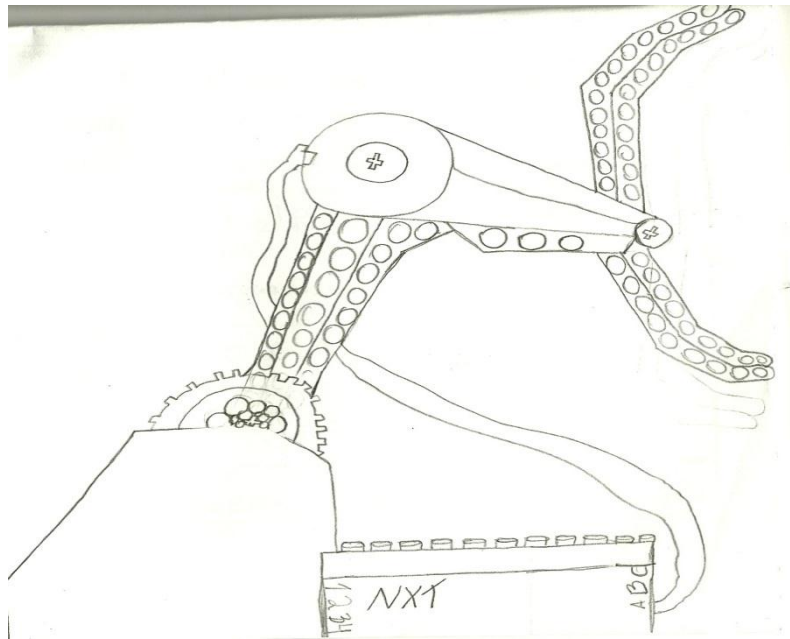


Figura 5.23- Croqui Concreto.

Fonte: Oficina 3 - Arcabouço- Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Durante a apresentação da equipe, a Professora pergunta quais conteúdos de matemática o grupo 3 consegue visualizar em seu trabalho.

Resposta da equipe: *Ângulos (quando abre a garra mais ou menos 120° e quando fecha em torno de 45°), base, altura, formas e raio, foi o que vimos no nosso robô.*

Explicando o funcionamento do trabalho durante a apresentação, o aluno representante da equipe diz: *Tivemos problemas com a programação. Como colocamos dois motores, demoramos a nos dar por conta que tinha que ser separada a programação para um e para o outro. A Professora nos deu uma dica. Então “caiu a ficha”, onde era nosso erro.* Conforme Fig. 5.24 pode ser visualizado no protótipo o uso dos dois motores e o aluno fazendo a alteração necessária na programação.

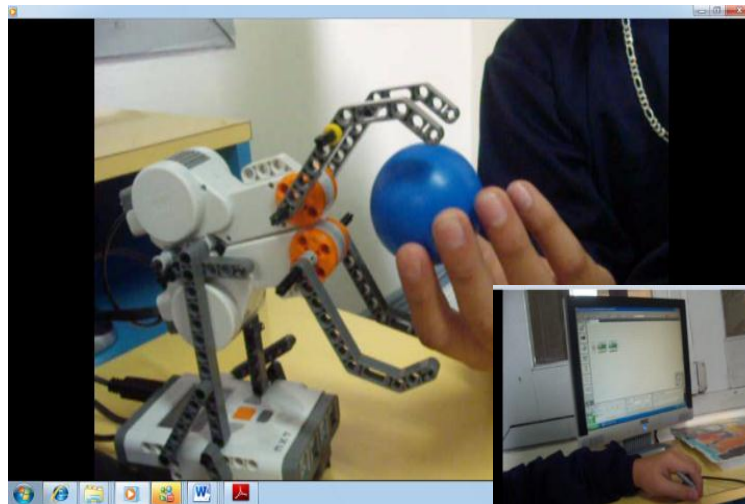


Figura 5.24 – Protótipo e registro dos alunos alterando a programação.
 Fonte: Oficina 3 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Grupo 4 diz: *Encontramos dificuldade para fazer a garra, o que nos deu mais problema. A engrenagem que colocamos sempre trancava. Foram várias tentativas. O problema era esse, até que a colega teve a ideia de trocar por uma outra menor. Tomar essa decisão, foi difícil, pois tivemos que desmontar grande parte do trabalho. Como todo grupo aceitou o desafio, cada um foi ajudando do seu jeito. Valeu a pena. Conseguimos corrigir. Mesmo sem ter dado tempo para finalizar, tivemos a certeza de que com a correção iria funcionar perfeitamente, pois testamos com a mão e funcionou.*

Na Fig. 5.25 é possível ver a aluna testando o movimento da garra, após trocar a engrenagem.



Figura 5.25 – Testes após troca de peça responsável pelo erro.
 Fonte: Oficina 3 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (abr., 2010).

Finalizando a aluna em nome de sua equipe, diz: *Gostamos dessa oportunidade de nós desenvolvermos nossas ideias, testar nossos conhecimentos sem o auxílio da revista; mas não podemos deixar de falar o quanto é difícil. Outra coisa: só conseguimos porque todo o nosso grupo, todos colaboram muito, insistindo, testando, tentando muito, dando ideias para trocar uma ou outra peça.*

5.4 OFICINA 4 - MASCOTE

A prática a seguir apresenta apenas nossa proposta metodológica, o arcabouço, pelo fato deste tema não ser contemplado no projeto de ensino sugerido no exemplar Lego Zoom.

5.4.1 Prática metodológica do arcabouço

A turma **8ª série A** é composta por 27 alunos, sendo 09 meninos e 18 meninas, e a turma **8ª série B** é composta por 27 alunos, sendo 13 meninos e 14 meninas. Ambas desenvolveram seus projetos em sala de aula, estas podiam escolher entre os temas MASCOTE da Copa ou da Escola. Visto que os alunos estavam muito motivados com o tema, pois o assunto Copa do Mundo vinha sendo discutido e contextualizado em todas as disciplinas, foi de interesse da maioria dos alunos. Mesmo assim, uma outra opção foi dada aos alunos. Também poderiam trabalhar na proposta de um mascote da escola. Após desenvolverem as primeiras etapas do arcabouço, explicadas na metodologia, os alunos das turmas 8ª A e B foram para o Laboratório de Robótica, com a Professora de Matemática, em momentos alternados, para construir seus Robôs. Ao chegarem ao Laboratório, as equipes organizaram-se dentro da proposta já conhecida, tendo sido desenvolvida a parte concreta do projeto.

Neste momento, serão apresentados alguns projetos desenvolvidos nesta proposta.

Projeto 1- MASCOTE GIRAFA

A seguir na Tabela 5.5, serão apresentadas as etapas do arcabouço realizadas pela equipe e serão feitos os comentários do pesquisador/observador durante o desenvolvimento da oficina.

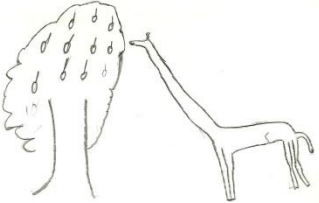
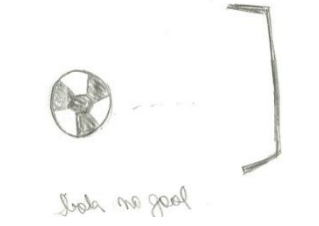

Croqui Virtual	Apresentação e defesa das ideias individuais, para escolha da proposta.
	<p>Aluno 1 – <i>Eu pensei em a gente fazer um mascote girafa, porque, como a girafa precisa pegar bem no alto seu alimento, nós devemos pensar e sonhar alto com o hexa na copa deste ano”</i></p>
	<p>Aluno 2- <i>Pensei em nós construirmos uma bola para chutar a gol, já que o gol é a coisa mais importante do jogo de futebol. Eu acho até que a ideia da girafa vai ficar mais legal.</i></p>
	<p>Aluno 3 - <i>Eu desenhei um mascote do colégio. Ele pode mostrar o colégio para quem não conhece. A bola, eu acho que não dá para fazer com as peças. Só a girafa e esse aqui do colégio.</i></p>

Tabela 5.5- Oficina Mascote - Etapas do Arcabouço.

Fonte: Oficina 4- Projeto1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

A linguagem torna-se o mais poderoso meio argumentativo, pois cada aluno explica seu desenho e, logo após, o grupo decide por um dos projetos, ou a partir das ideias elaboram um novo projeto. De forma imprevista, neste grupo, os alunos escolhem o projeto do aluno 1, mostrando um bom relacionamento, e um certo grau de maturidade, levando mais em conta a dinâmica do trabalho, considerando que inicia no momento em que o grupo trabalha em equipe.

Como afirma Bonals (2003, p. 40)

Através da dinâmica de grupos cooperativos, os integrantes não somente tem que aprender a pensar, mas também a observar, a escutar e relacionar suas próprias opiniões com as dos demais, enquanto que o educador que coordena tais grupos, necessita estabelecer as condições para que o pensar e o trabalhar em comum tenha um resultado eficaz.

Durante a conversa do grupo esclarece-se a funcionalidade do projeto. A frase em destaque na Fig. 5.26 como se pode visualizar, “pense alto”, juntamente com as mencionadas oralmente por eles: “pense grande” e “sonhe alto” e a explicação de que a girafa vai subir e descer o pescoço e andar, concluem as ideias da equipe registradas no **Croqui Funcional**.



Figura 5.26- Croqui Funcional

Fonte: Oficina 4 - Projeto1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Constata-se, nesta fase, que os alunos preocupavam-se bastante em desenhar exatamente como imaginavam, embora em suas falas tenha ficado clara a noção de que eles tinham dúvidas da viabilidade, pois algumas vezes foi dito: *quando a gente montar, ai sim vamos saber se vai dar certo ou se vamos ter que colocar mais peças*. Na Fig. 5.27, pode-se verificar algumas peças que o grupo julgou necessárias para o funcionamento do seu projeto. Além das vigas, visualiza-se dois motores, um deles com a função de fazer andar e o outro, de mexer o pescoço.

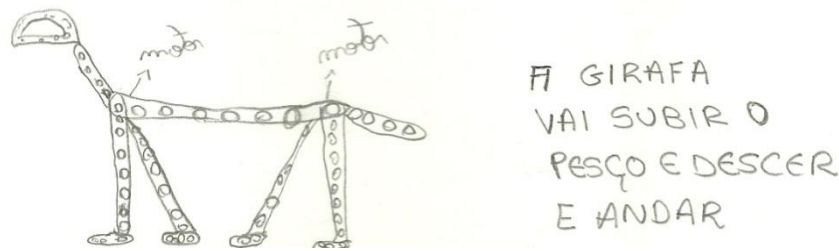


Figura 5.27- Croqui Concreto.

Fonte: Oficina 4 - Projeto1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

O grupo não conseguiu seguir seu **Croqui Concreto** de forma fidedigna, pois, ao desenvolverem o protótipo, perceberam algumas irregularidades para o funcionamento. Logo precisaram fazer adaptações em seu protótipo. A princípio, sua girafa não parava em pé. Neste momento, o grupo precisa contar com o potencial criativo de um ou outro elemento da equipe, de acordo com Celso Antunes (2001, pág. 22), quando se refere ao ser criativo, dizendo :“... é transformar seu lápis em pincel, logo depois em chave de fenda, para minutos depois do mesmo fazer um foguete espacial”.

A metodologia trabalhada no arcabouço possibilita, de maneira eficaz, o desenvolvimento do potencial criativo. Este foi evidenciado na medida em que os alunos, de forma cooperativa e criativa, solucionam o problema. Ressalta-se uma das diferenças entre o arcabouço e a metodologia Lego, na qual os alunos não teriam como desenvolver seu potencial criativo, e tudo que envolve essa aprendizagem, visto que o projeto de ensino já foi testado e, seguindo o passo a passo sugerido pelo manual, não costuma ter erros. Algumas vezes observou-se que os alunos realizam a atividade sem apropriar-se dos conhecimentos que envolvem um projeto de Robótica Pedagógica, pois eles preocupam-se principalmente com os resultados e não com a construção destes. A seguir, pode-se visualizar, na Fig. 5.28 os testes que a equipe realizou, a fim de verificar o funcionamento do **Protótipo**:

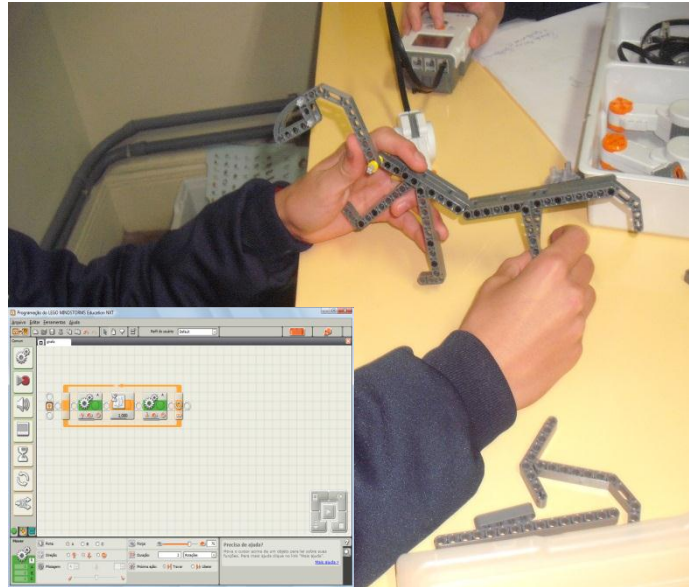


Figura 5.28- Testes do Protótipo

Fonte: Oficina 4 - Projeto1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Ao realizar a apresentação, a equipe avaliou seu trabalho e a proposta desenvolvida, dizendo que: *foi bem difícil trabalhar sem o manual, mas também foi muito legal tirar as ideias das nossas cabeças, mesmo que não tenha dado tudo bem certo, pois só conseguimos mexer o pescoço; mas fazer a girafa andar, que era nossa outra ideia, não conseguimos. Seria preciso mais um tempo para a gente conseguir. Mesmo assim, ficamos muito satisfeitos com o resultado, pois nos esforçamos muito.*

Ao ser questionado o grupo sobre a programação, o aluno que fez a programação diz: *Programar a girafa foi muito fácil, pois o robô só tinha que descer e subir o pescoço.*

Na Fig. 5.29, está o registro da apresentação, onde a equipe avalia seu desempenho geral como positivo. Com suas palavras, ressalta, dizendo: *hoje a equipe trabalhou melhor que nas outras aulas onde só copiamos o trabalho da revista. Nesta, nós fizemos todo o projeto e testamos. Deu certo!*



Figura 5.29- Apresentação de um componente da equipe.
 Fonte: Oficina 4 - Projeto1 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Quando questionados quanto ao critério utilizado pela equipe para a escolha do aluno que apresentaria o trabalho, já que não foi estipulado em nossa proposta do arcabouço e os alunos vinham acostumados a dividir as tarefas, percebeu-se que, não só esta equipe, mas a maioria lidou muito bem com a questão das tarefas que envolvem o trabalho, assumindo responsabilidades e mostrando-se comprometidos. O grupo disse que o colega se ofereceu para apresentar e os outros dois concordaram.

A fim de não tornar a apresentação dos projetos repetitiva são apresentados alguns recortes dos demais projetos da oficina Mascote.

Projeto 2- MASCOTE TELA

A seguir, apresenta-se um recorte da equipe, conhecendo o material alternativo, como pode ser visto na Fig. 5.30, onde os alunos tentavam adaptar seu projeto ao material.



Figura 5.30- Apropriação e reconhecimento do material (maleta alternativa) para o Croqui Concreto, construir o Protótipo.
 Fonte: Oficina 4 – Projeto2 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

A equipe desenvolveu as etapas do arcabouço que antecedem a construção, ao irem para o **Laboratório de Robótica** construir seu projeto. Relatam ter encontrado muita dificuldade em adaptar o que idealizaram o material disponibilizado. Diante do novo, sentiram-se desconfortadas e, com a gama de opções, não conseguiram se organizar dentro do tempo estipulado para a realização da oficina. A própria equipe reconhece que precisariam de mais tempo... que seria possível e afirmaram no relatório que essa metodologia estimula a capacidade lógica, e a busca pelo conhecimento motiva encontrar novas alternativas. Argumentam, dizendo: *Não desistimos até o último minuto. Tentamos. Faltou tempo!*

Projeto 3- MASCOTE GATO

Na apresentação deste projeto, destacam-se a seguintes falas dos componentes da equipe: *Hoje a equipe trabalhou melhor que nas outras aulas, mas ainda tem como melhorar. Foi legal! Divertimo-nos com o assunto atual, Copa do Mundo; mas preferimos fazer o mascote da escola, pois nenhum outro grupo iria fazer.*

As alunas tiveram dificuldade em colocar o motor para que o “gato” mexesse a cabeça. Foram muitas as tentativas sem sucesso. A Professora interagiu com o grupo, levando-os ao raciocínio quanto ao funcionamento do motor, para que então resolvessem o

problema. Até mesmo já haviam registrado no relatório que não tinham conseguido concluir a programação adequada, o que, na verdade, não estavam conseguindo era colocar o motor na posição que favorecesse o movimento que desejavam. O resultado positivo pode ser observado na Fig. 5.31. A equipe demonstrou grande satisfação em perceber que havia solução para o problema. Essa satisfação ficou registrada na fala, da aluna quando diz: *precisamos tentar muitas vezes. Só assim aprendemos. Tivemos a prova disso, quando a nossa Professora tentou e conseguiu. Ela também precisou pensar como, qual peça poderia ser colocada para o motor ficar no sentido certo.*

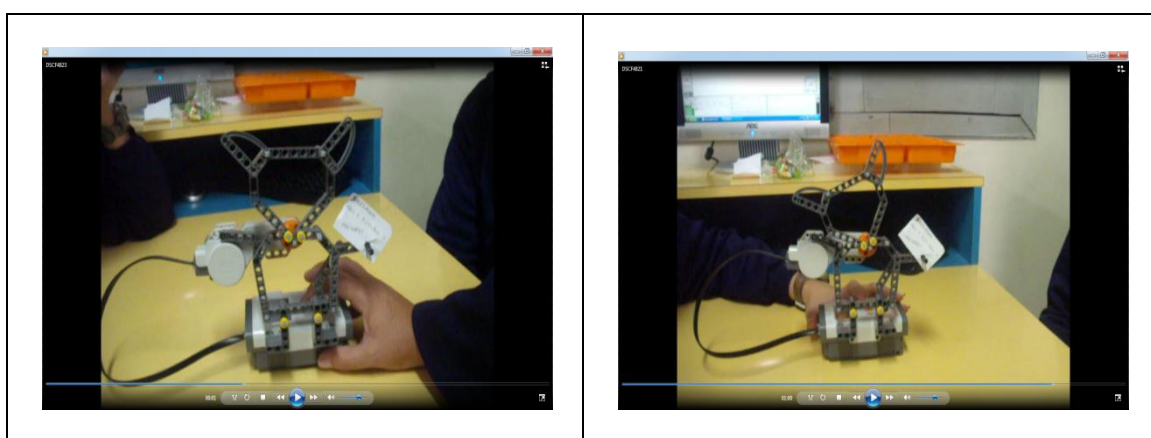


Figura 5.31- Apresentação da Equipe, mascote movimentando a cabeça.
Fonte: Oficina 4 – Projeto3 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Projeto 4- MASCOTE BOLA DE TORCIDA

A seguir, serão apresentadas as considerações da própria equipe em relação ao trabalho desenvolvido: *Lamentamos a ausência de uma colega da equipe, por que ela também contribuiu no projeto. Embora a programação fosse fácil conseguimos envolver: som, luz e rotação.* (Fig. 5.32).

Ao serem questionados sobre a proposta metodológica desenvolvida, responderam: *Uma proposta desafiadora, e que ficou livre para que pudéssemos usar a criatividade, apenas relacionar o trabalho com a copa ou a escola. Não precisamos seguir ordens. Não há pontos negativos.*

A equipe foi bem unida, colaboramos uns com os outros.

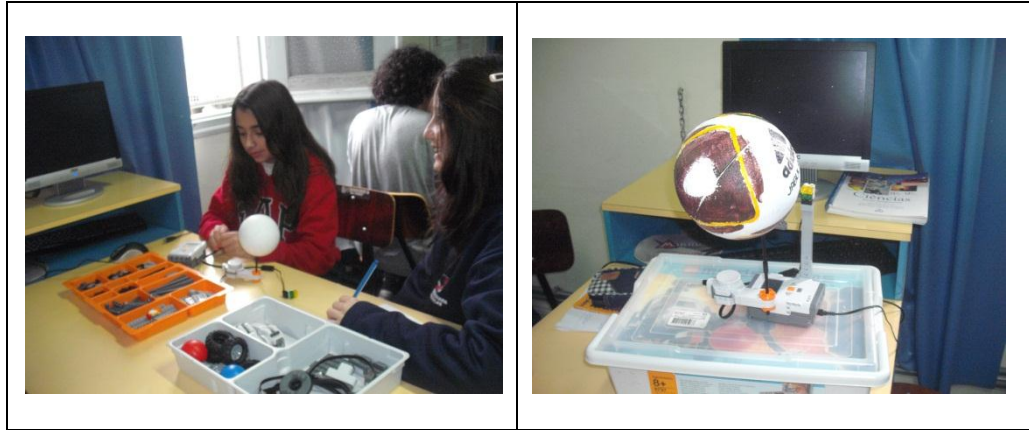


Figura 5.32- Registro da equipe trabalhando na montagem do protótipo.
 Fonte: Oficina 4 – Projeto4 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Projeto 5- HELICÓPETERO

Este grupo usou a maleta alternativa e construíram um helicóptero para soltar panfletos educativos, que diziam: “Não à violência no Futebol”.

Ao serem questionados quanto à usabilidade do material alternativo, disseram: *Consideramos que as peças são recicláveis. Nossos animais não ficaram tão bonitos, mas dá para entender. Foi interessante misturar a Copa do Mundo com a Robótica.*

A seguir na Fig 5.33, pode ser observado, na expressão do grupo, como foi prazeroso desenvolver a atividade, o quanto a equipe foi criativa. Construíram e, durante a apresentação, fizeram comparações com o material LEGO, que estavam acostumados a usar. Explicam o trabalho, dizendo: *Essa placa é o mesmo NXT, manda e recebe os dados da programação. Usar cola quente facilita moldar as imagens. Escolhemos as cores para fazer os animais. O trabalho colorido chama mais atenção... não fica tudo cinza sem vida.*



Figura 5.33- Recorte do Projeto Helicóptero (material alternativo).
 Fonte: Oficina 4 – Projeto5 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Projeto 6 - MASCOTE DO COLÉGIO

Ao serem questionados sobre o seu projeto, a equipe disse: *Montamos um Mascote para representar o estilo de ser aluno salesiano. Explica a aluna: Iniciamos o trabalho, desenhando um mascote. Éramos três alunos na equipe: dois fizeram projetos da copa do mundo e uma aluna fez o mascote da escola. Em sala, de aula colocamos nossas ideias no papel e só depois viemos para o **Laboratório de Robótica** para desenvolver a prática. Depois da **Apresentação** escolhemos o mascote do Colégio.*

Destaca-se a seguir o relato da equipe, que disse: *Tivemos dificuldade para fazer nosso mascote andar. Não tínhamos ideia de como conectar os fios. Com a ajuda da Professora conseguimos. Achamos boa essa maneira de nós desenvolvermos nossa ideia, sem seguir o manual. Desta forma, mostramos que somos capazes, só basta querer. A maior dificuldade por não usar o manual é que não sabemos a peça certa para ficar de acordo com a nossa ideia. Trabalhamos Matemática quando, programamos a velocidade que o robô deveria andar. Já que estava carregando uma mensagem tinha que ser num tempo que as pessoas pudessem ler a mensagem. A equipe trabalhou bem. Nosso trabalho foi bom.*

Durante o desenvolvimento da atividade, houve muito empenho por parte da equipe, estando muito comprometida com a proposta. Nas imagens da Fig. 5.34, pode-se observar um recorte das etapas **Croqui Funcional**, **Croqui Concreto** e **Protótipo**.

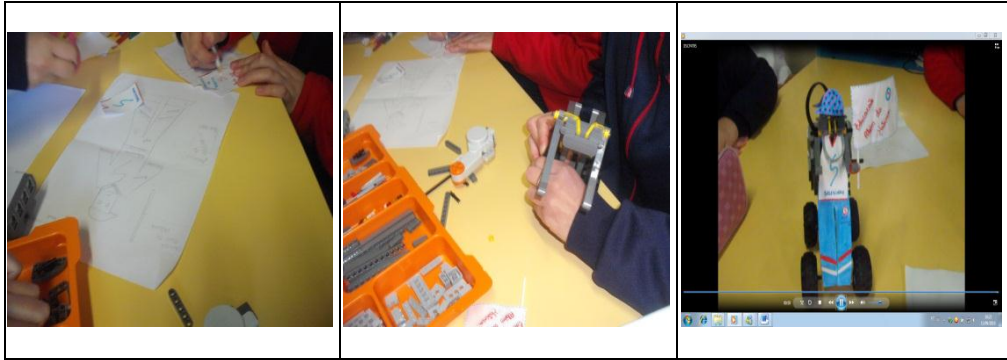


Figura 5.34- Desenvolvimento do projeto Mascote do Colégio.
 Fonte: Oficina 4 – Projeto 6 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

Projeto7- MASCOTE COPA

A seguir, será apresentado mais um projeto em que a equipe utilizou o material alternativo na oficina. Ao serem questionados sobre o trabalho, fizeram as seguintes considerações: *Foi uma aula bem diferente. Tivemos um pouco de dificuldade em usar a cola quente; mas começamos e vimos que era bem legal, curtimos muito a maleta alternativa. A programação também era diferente, porém fácil. Todo o grupo concordou comigo. Foi possível verificar a relação das retas paralelas e os ângulos. Este trabalho também possibilitou conhecer a história da África, pois quando pensamos em colocar a placa com mensagem, algumas ideias surgiram até em relação à religião, porque a África tem várias culturas e diferentes religiões. Esse trabalho faz a gente pensar muitas coisas!*

Nas imagens da Fig. 5.35 é possível analisar o trabalho desenvolvido pela equipe usando o material alternativo. Visualiza-se o **Croqui Concreto** e o **Protótipo**.

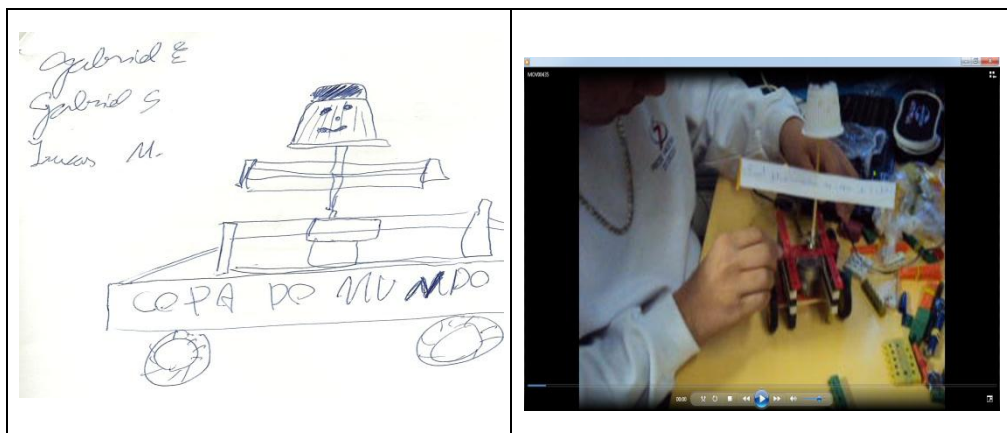


Figura 5.35 - Registro do Croqui Concreto e Protótipo do projeto Mascote (maleta alternativa).
 Fonte: Oficina 4 – Projeto7 - Arcabouço - Laboratório de Robótica (maio, 2010).

O trabalho dessa equipe é surpreendente. Ela é composta por alunos com características de hiperatividade. Percebeu-se um envolvimento muito grande pela proposta. A observação foi reforçada pela fala de um dos componentes da equipe, ao dizer que: *nessa experiência nova, não tivemos tudo nas mãos. Tivemos que projetar e construir. Também podemos testar um material mais barato. Nós temos tudo, mas têm escolas que nem conhecem robótica.*

5.5. CONSIDERAÇÕES

O arcabouço proposto neste trabalho foi aplicado em um conjunto de oficinas levadas a termo. Durante as oficinas, foram aplicados o método Lego e o Arcabouço, de forma a evidenciar similaridades e diferenças entre as propostas.

Recortes das oficinas foram apresentado com o objetivo de permitir o acompanhamento e a análise das diferentes etapas da metodologia. Ao longo do acompanhamento, pôde-se verificar as propostas teóricas apresentadas no Capítulo 2 e 3, e utilizadas como balizadoras para o desenvolvimento do arcabouço. Questões como a importância do **design**, a **socialização**, a **criatividade** foram explicitadas ao longo das etapas de construção e montagem. Percebeu-se, no arcabouço, um ambiente propício para a catalisação de tais elementos, sobretudo se comparado à metodologia LEGO. Constatou-se que o uso do recurso tecnológico alternativo não acarretou prejuízo ao uso da proposta, permitindo inclusive uma maior exploração criativa dos sujeitos.

Os relatos apresentados neste capítulo evidenciam o promissor uso do arcabouço como um ambiente de experimentação pedagógico capaz de, através do **design** e a **socialização**, motivar os alunos de forma a conduzir a um processo de **ensino - aprendizado** significativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um arcabouço para utilização da Robótica como ferramenta pedagógica. Tal arcabouço congrega um conjunto de etapas, onde foram desenvolvidas habilidades associadas à criatividade e à socialização, podendo ser aplicada a diferentes disponibilidades de recursos tecnológicos.

Uma revisão bibliográfica sobre as teorias de ensino-aprendizagem e metodologias de projetos foi realizada. Também buscou-se realizar um levantamento do estado-da-arte em termos do uso da Robótica como ferramenta de apoio pedagógico a educação. De forma mais precisa, foram apresentadas as propostas da LEGO e as análises sobre o papel do *design* na RE. Tais referenciais teóricos serviram de balizadores para este trabalho.

A proposta, desenvolvida a partir da metodologia de projetos de aprendizado, utiliza a criatividade e a socialização como elementos catalizadores do processo de ensino-aprendizado. O arcabouço, a partir das etapas claramente estabelecidas na metodologia, permite o uso da RE como um ambiente de aprendizado dinâmico, instigativo e prazeroso, capaz de propiciar o aprendizado significativo dos estudantes.

De forma mais precisa com base na teoria associada à proposta e nas oficinas realizadas, constata-se que a construção colaborativa dos diferentes croquis permite associar novos significados aos sujeitos, permeados pelo construir, explorar, interagir, observar e questionar. A definição dos objetos e sua construção ocorrem independentes de manual de montagem. Os alunos trabalham de forma colaborativa, respeitando as diferentes opiniões, somando experiências, demonstrando entenderem a importância da socialização durante o processo.

As aprendizagens decorrem de um processo dinâmico e criativo. Isso permite a construção coletiva e significativa de aprendizagens. Ao produzirem seus protótipos, os alunos questionaram, tiraram dúvidas com o Professor, construíram seu conhecimento de maneira prazerosa e funcional.

Quanto aos recursos tecnológicos, o uso da proposta mostrou-se adequado a ambos os *kits* (LEGO e Alternativo). Inclusive mesmo com limitações quanto à funcionalidade das peças e dos componentes, os materiais alternativos mostraram uma capacidade de motivação e de desenvolvimento de potencial criativo tanto quanto os recursos tradicionais LEGO.

Enfim, nesta proposta, busca-se que a escola e, conseqüentemente, a sala de aula, passam a ser instâncias prazerosas para alunos e professores, permitindo que uma geração,

que vive em um mundo repleto de tecnologias, encontre, no uso da RE como ambiente de aprendizado, o sentido que buscam para os conhecimentos escolares.

Papert (1995) enfatiza que, se a criança for considerada um construtor, estaremos no caminho correto para um aprendizado significativo. Quanto mais elementos fornecermos para esta possível “construção”, maior seria a abundância e qualidade deste aprendizado. Ao permitir diferentes construções pessoais, desenvolvem-se metodologias que envolvam as múltiplas inteligências de cada aprendiz, oportunizando a descoberta da inteligência que se destaca em seu ser. O arcabouço deste trabalho nasce baseado neste caminho correto proposto por Papert (1995), estimulando o ALUNO a pesquisar, projetar, experimentar, testar, construir e reconstruir sendo autores (**Criatividade**), valorizando o trabalho em equipe (**Socialização**), utilizando-se de **Recursos Comerciais** ou **Alternativos** para concretizar seus **Projetos de Aprendizagem**.

Muitos são os trabalhos futuros possíveis de serem desencadeados a partir desta proposta: seu uso efetivo, por exemplo, nos diferentes níveis do Ensino Fundamental e Médio; o estudo do papel do professor na proposta; as necessidades de formação docente; uma possível extensão da metodologia para Educação de Jovens e Adultos (EJA).

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. **A Construção do Afeto**. 4. ed. São Paulo: Augustus Editora, 2001.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARANAUSKAS, M. C. C. et al. Uma Taxonomia Para Ambientes de Aprendizado Baseados no Computador. In: Ministério da Educação; Secretaria da Educação a Distância; Programa Nacional de Informática na Educação. **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. São Paulo: Estação Palavra, 1998. p. 45 - 69.
- BODEN, M. A. (Org.) **Dimensões da criatividade**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1999.
- BONALS, J. **O trabalho em pequenos grupos na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- BOUTINET, J. **Antropologia do projeto**. 5. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002.
- CARRETERO, M. **Construtivismo e Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- CASTILHO, M. I. A Robótica Como Prática Pedagógica. In: ENCONTRO MARISTA DE TECNOLOGIAS APLICADAS À EDUCAÇÃO, 3. Rio Grande do Sul, 2003.
- CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com O Super Log**. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- CNTE LEGO ZOOM, Centro de Novas Tecnologias para Educação- Disponível em: <http://www.cnotinfor.com.br/cnotinfor/LEGO_zoom.htm> Acesso em: 10 jan. 2010.
- COLL, C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 1994.
- COSTA, M. E. **Com a palavra, Lucio Costa**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2001.
- CUBELLES, M. T. G. **EL TALLER de los TALLERES**. Buenos Aires: Talleres Gráficos de Indugraf, 1987.
- FAGUNDES, L.; MAÇADA; L. S.; SATO, D. L. **Aprendizes do Futuro: as inovações começaram!** Brasília, MEC, 1999.
- FIALHO, F. A. P. **Sistemas de Educação à Distância**. UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1998. Notas de aula.
- FORTES, R. **Fascículo de educação para a vida: manual de montagem**. 2. ed. Curitiba, Zomm Editora Educacional, 2010. 320 p.

FORTES, R.; MACHADO, A. **Fascículo de Educação Tecnológica Zoom**. 2. ed. Curitiba: Zoom Editora Educacional, 2009.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. **Autonomia da Escola: princípios e propostas**. São Paulo, Cortez, 2002, 166 p.

GAONAC'H, D.; GOLDER, C. **Profession Enseignant: Manual de Psychologie pour l'enseignement**. Paris: Hachette Education, 1995.

GONÇALVES, P. C. **Protótipo de um Robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Disponível em: <http://pt.wikilingue.com/es/Lego_Mindstorms>. Acesso em: 18 fev. 2009.

GOODING, C. T.; PETTINGER, O. E. **Teorias da aprendizagem na prática educacional**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1977.

GROOVER, M. et al. **Robótica – Tecnologia e Programação**. São Paulo: McGraw Hill, 1989.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: projetos de trabalho**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

HILGARD, E. R. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EDU, 1973.

LEGO® MINDSTORMS® Education NXT Base Set. Disponível em: <<http://www.legoeducation.us/store/detail.aspx?ID=1263&bhcp=1>>. Acesso em: 25 jun. 2009.

LEVY Jr. M.. Socialização. In: CARDOSO, F. H.; IANNI, O. (Org). **Homem sociedade**. São Paulo: Editora Nacional, 1973.

LOPES, D. Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. 2008. 326f. Tese (Doutor em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul- URGs, Porto Alegre, 2008.

MANUAL do professor. Projeto de Educação Tecnológica Zoom. 6º ano. 2. ed. Curitiba: Zoom Editora Educacional, 2009.

MARTI, E. A escola diante do desafio tecnológico. In: GRANELL, C. G; VILA, I.(Org). **A Cidade como Projeto Educativo: a escola diante do desafio tecnológico**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 129-149.

MATOS, A. A. Fundamentos da teoria piagetiana: esboço de um modelo. **Revista Ciências Humanas**, n. 1, v. 1, 2008. p. 1-13.

MATURANA, H. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Belo Horizonte: UFMG, 1998.

MENEZES, E. T. de; SANTOS, T. H. dos. **Robótica educacional (verbete)**. Dicionário Interativo da Educação Brasileira-EducaBrasil. São Paulo: Midiamix, 2002.

MEYER, G. C.; ROSA, S. B. **Design e Educação: O potencial Pedagógico de uma atividade de design na escola fundamental**. Monografia. Florianópolis: UDESC, 2002.

MIRANDA, G. L. Limites e Possibilidades das TIC na Educação. Sisifo. **Revista de Ciências da Educação**, Lisboa, n. 3, maio/ago, 2007. p. 41-50.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. R. **Robótica Pedagógica: prática pedagógica inovadora**. Disponível em:

<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3534_1980.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2009.

MOURA, A. M. M.; AZEVEDO, A. M. P.; MEHLECKE, Q. **As Teorias de Aprendizagem e os Recursos da Internet Auxiliando o Professor na Construção do Conhecimento**. Disponível em: <http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=17>. Acesso em: 14 mar. 2010.

OLIVEIRA, A. B. Andragogia, facilitando a aprendizagem. **Educação do trabalhador**, v. 3, CNI-SESI,1999.

PAPERT, S. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp,1993.

_____. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education**. Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology and Learning Group. Massachusetts: National Science Foundation, 1986.

_____. **Logo, computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1980.

PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética**. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

_____. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

_____. **Estudos de Epistemologia Genética/Études d'Épistémologie Génétique**. Equilibration des Structures Cognitives. Problèmes Central du Développement. Rio de Janeiro: Zahar, 1974. v. 33.

_____. **A linguagem e o pensamento da criança**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1973.

_____. **O nascimento da inteligência na criança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 389 p.

_____. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.

PIAGET, J. Criatividade. In: VASCONCELLOS, M. S. (Org.) **Criatividade: Psicologia, Educação e Conhecimento do Novo**. São Paulo: Editora Moderna, 2001. p. 11- 20.

PROJETOS. Disponível em:

<http://www.legozoom.com.br/site/projeto_ensinofundamentali.php>. Acesso em: 14 nov. 2009.

ROCHA, R. **Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de programação de Computadores**. 2006. 115p. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecn. De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e Interdisciplinaridade: O currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 489 p.

TEDESCO, P. C. A. R. **SEI - Sistema de Ensino Inteligente**, Tese de Mestrado, DI - UFPE, 1997.

TEORIAS pedagógicas e as novas tecnologias. Disponível em: <<http://www.uenf.br/avief/paginateorias.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2009.

VYGOTSKY, L. S.. **A Formação Social da Mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1998. 190 p.

_____. **La imaginación y el arte en la infância**. México: Ediciones y Distribuciones, S.A. de C.V., 1987.

ZILLI, S. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perpectivas e Práticas**. 2004. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ANEXO A - MANUAL DE CONFECCÃO DO KIT ALTERNATIVO

A seguir será mostrado como adquirir e confeccionar o material.

As peças de montar (blocos), são encontradas em lojas de + ou - R\$1,99, em embalagem com blocos variados: (Fig1). Com cerca de seis embalagens, é possível trabalhar com sucesso em projetos básicos de educação tecnológica.



Figura 1- Blocos Plásticos.

Sugere-se para a organização da maleta que as peças sejam acondicionadas por tipos de blocos.

Por exemplo usar: um saco só para blocos simples (Fig. 2) e outro para os duplos (Fig. 3) e cortado (Fig. 4), nas quantidades indicadas no quadro das peças, conforme tabela 1.



Figura 2- Bloco Simples



Figura 3- Bloco Duplo



Figura 4- Bloco cortado

É necessário fazer algumas furações nos blocos e vigas a fim de encaixar os eixos e motores. Esses furos podem ser feitos com uma furadeira, broca 12 ou com prego aquecido no fogo.

As vigas podem ser construídas com material de baixo custo como palitos de picolé (esse material pode ser substituído por outro mais resistente - abaixador de língua plástico

usado para examinar a garganta, usado por pediatras e descartados), os mesmos também devem ser furados conforme explicações anteriores.

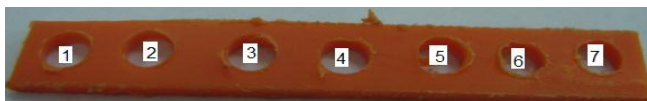


Figura 4- Viga de 7

Os eixos são de palitos de churrasquinho, cortados em diversos tamanhos e pintados para facilitar a memorização, (cor/tamanho).



Figura 5- eixo de 8

No pacote de blocos de montar (figura 1) comprado na + ou – R\$1,99 também vem blocos cortados conforme Fig. 6, estes também irão compor o material usado no kit alternativo, na quantidade indicada no quadro das peças.



Figura 6- Bloco cortado

Os carretéis da lançadeira de máquinas de costura podem ser de aço inox ou plásticos serão usados como polias. (adquiridos pelo valor entre R\$0,30 e R\$0,80)



Figura 7- Carretel inox

As rodas podem ter tamanhos variados, retiradas de carrinhos de brinquedo usados (sucata) ou também comprados em lojas de + ou – R\$1,99.



Figura 8- Roda

Viga L 4x3 (Fig. 9) e **5x2** (Fig. 10), foi construída colando com cola quente duas vigas nos tamanhos indicados.



Figura 9-Viga4x3



Figura 10-Viga5x2

COMO SABER O TAMANHO DAS PEÇAS?

Cada uma das saliências do bloco identificado abaixo (Fig. 11) com um número indica o tamanho. Este Bloco é um de 16x1.

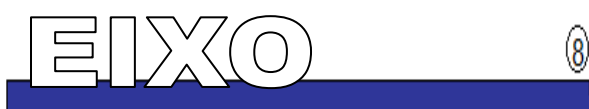


Figura 12 - Eixo de 8

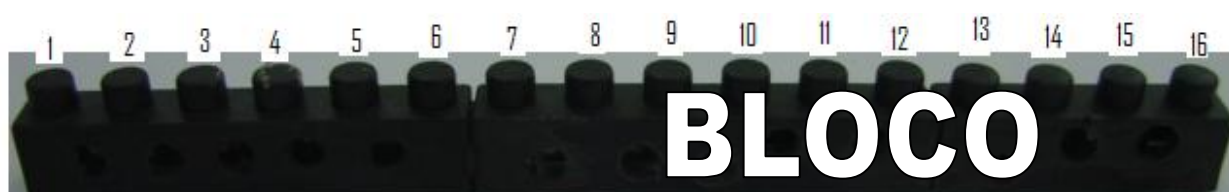


Figura 11- Bloco 16x1

O Bloco (Fig. 11) cada saliência indicada por um número no caso até o 16 mostra como medir os eixos e reconhecer o tamanho da própria viga.

Para saber o tamanho do eixo (Fig.12), coloca-se o eixo em cima do bloco e conta-se o número de “saliências”; no caso (Fig. 11), o eixo ocupa 8 saliências, por isso o eixo é de tamanho 8.

O tamanho da viga (Fig. 13) é conhecido pelo número de “furos” que esta tiver; no exemplo abaixo, a viga é de 7.

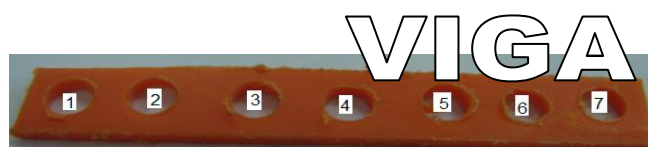


Figura 13- Viga de 7

A Nomenclatura das peças e quantidade indicada para a composição do Kit pode ser vista na tabela1:

NI	NOME	IMAGEM	NI	NOME	IMAGEM	NI	NOME	IMAGEM
BLOCOS			VIGAS			EIXOS		
0	BLOCO 2X1			VIGA 3			EIXO 13	
6	BLOCO 4X1			VIGA 5		2		
	BLOCO 6X1			VIGA 7				
	BLOCO 8X1			VIGA 11		2	E	
	BLOCO 16X1			VIGA 13			EIXO	

	BLOCO 2X2		0	VIGA 14			EIXO 4 	
0	BLOCO 3X2			VIGA L 4X3			EIXO 3 	
0	BLOCO 4X2			VIGA L 5X2				
	BLOCO 2X1 (CORTADO)		PEÇAS DIVERSAS					
	RODAS PEQUENAS			COPO DESC (PEQ)			PISTOLA QUENTE COLA 	
	RODAS GRANDES			FITA ADESIVA			TESOURA 	
	CARRETEL /METAL (LINHA)			ELÁSTICO			MOTOR 	
	ROLO DE CORDÃO						PLACA 	

INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO

Central de Controle dos Motores

O kit robótico fornece uma central eletrônica de controle de motores, que ajudará na montagem dos experimentos através do controle de velocidade e sentido de rotação de até três motores.

A central é composta por três módulos: uma placa controladora dos motores, um transmissor de dados e uma interface. A seguir são apresentadas as funcionalidades e modo de operação de cada um dos módulos.

PLACA CONTROLADORA DOS MOTORES

O sistema eletrônico é o responsável pela interpretação dos dados enviados pelo computador, acionando cada um dos três motores de acordo com as ações programadas pelo usuário.

Por ser um sistema sem fio, são necessárias 8 pilhas do tipo AA para o fornecimento de energia. Um led indica que a placa está funcionando e pronta para receber os dados (Fig. 14).

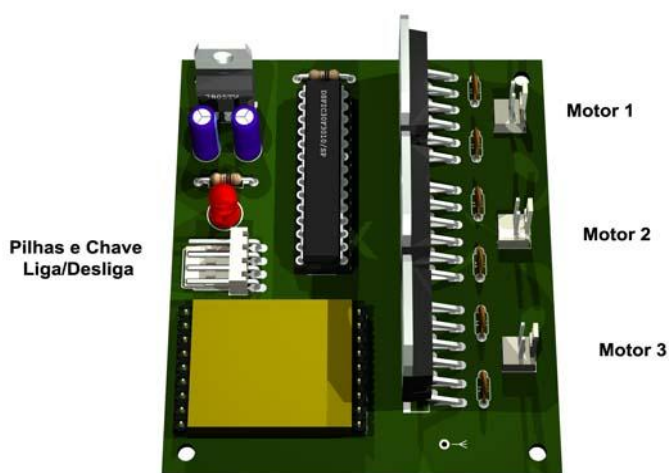


Figura 14- Placa controladora de motores.

TRANSMISSOR

O transmissor é a parte responsável pelo envio dos dados do computador para o controlador dos motores. A comunicação com o computador é feita através da porta serial, e a tensão de entrada é 110V ou 220V.

Dois leds indicam o status do transmissor. Um led vermelho indica o estado de ligado/desligado, e um led verde indica se a comunicação com o computador está funcionando corretamente.

INTERFACE DE PROGRAMAÇÃO

A interface de programação é o módulo responsável pelo controle das ações a serem realizadas pelos motores. O programa é apresentado através de uma interface intuitiva, conforme Fig. 15, onde através de simples cliques do mouse uma sequência de eventos é definida e enviada para execução, incentivando assim o raciocínio lógico e desenvolvimento de algoritmos para resolução de problemas.



Figura 15- Interface de Programação.

Para cada um dos três motores possíveis, o programa disponibiliza seleção de velocidade, sentido de rotação e tempo de giro.

Para iniciar uma sequência de eventos, o usuário deve clicar em GRAVAR, e então através de um clique nos diversos botões seleciona tempo e ações a serem executadas. Uma caixa de texto informará ao usuário os eventos programados. No final da série desejada, o usuário deve clicar em FINALIZAR, fazendo com que a sequência esteja pronta para ser enviada. Clicando no botão ENVIAR os eventos serão transmitidos para o controlador dos motores, e o usuário poderá verificar se o algoritmo desenvolvido resolveu o problema

1) Transmissor:

Verifique se a chave seletora está na posição desligado, conecte à rede elétrica (110V ou 220V) e logo após conecte à porta serial do computador. Ligue o transmissor e o led vermelho deverá acender. Caso não acenda, verifique se a ligação na rede elétrica está correta.

2) Placa Eletrônica:

Ligue os motores que serão utilizados na placa, ligue a placa através da chave seletora e um led indicará se está pronta para o uso. Caso o led não esteja aceso, verifique as pilhas e as substitua se necessário.

3) Interface de Programação

Com o transmissor e placa eletrônica prontos, o programa pode ser iniciado. Um led verde no transmissor irá indicar que o programa foi inicializado corretamente e que está pronto para o uso. Caso o led indicador não acenda, feche o programa, verifique a ligação com a porta serial, e inicie o programa novamente.

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - DIRETOR



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Avenida Itália, km 8 - RIO GRANDE /RS - 96201-900 - FONE (53) 3233 6674.

Ilmo Padre José Rodolpho Hess

Senhor Diretor:

Solicitamos autorização para realizar, nessa Escola, uma pesquisa cujo título é **POTENCIALIZANDO A CRIATIVIDADE E A SOCIALIZAÇÃO: UM ARCABOUÇO PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL EM DIFERENTES REALIDADES EDUCACIONAIS**, que tem como propósito aplicar em oficinas uma nova metodologia para a robótica educacional, com a finalidade de potencializar a criatividade e a socialização em um conjunto de práticas para trabalhar robótica educacional em diferentes realidades.

Com essa pesquisa acreditamos poder contribuir para a melhoria da qualidade do ensino, investigando e analisando modos de aplicações e interações que possibilitem a criatividade e socialização entre os alunos fazendo com que estes possam utilizar de ferramentas adequadas ao uso da robótica explorando diferentes matérias.

As oficinas para realizar parte desse estudo, envolveram os alunos das séries finais do Ensino Fundamental.

Na apresentação dos resultados será mantido o anonimato tanto da escola quanto das(os) participantes. Ressaltamos, ainda, que estamos disponíveis para qualquer esclarecimento que se fizer necessário.

Seu consentimento é indispensável para a realização desse estudo, podendo ser cancelado a qualquer momento, sem que isso possa causar ônus à escola.

Sendo o que tínhamos a tratar no momento, e certas de contar com sua colaboração, subscrevemo-nos.

Prof^ª. Dra. Silvia Silva da Costa Botelho
Pesquisadora/Orientadora responsável

Lilian Gonçalves Braz
Pesquisadora/Mestranda

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ESCOLA



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Avenida Itália, km 8 - RIO GRANDE /RS - 96201-900 - FONE (53) 3233 6674.

Projeto de Pesquisa: **“POTENCIALIZANDO A CRIATIVIDADE E A SOCIALIZAÇÃO:
UM ARCABOUÇO PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL EM DIFERENTES
REALIDADES EDUCACIONAIS”**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Objetivos do Projeto:

01- Potencializar a criatividade e a socialização em um conjunto de práticas para trabalhar robótica educacional em diferentes realidades.

Eu, _____, Diretor(a) do Colégio Salesiano Leão XIII, autorizo a Mestranda Lilian Gonçalves Braz, a realizar sua pesquisa com os alunos das séries finais do Ensino Fundamental desta escola. Estou ciente de que a mesma realizará observações e gravações.

Caso você deseje obter alguma informação relacionada ao Projeto, contate a pesquisadora/orientadora responsável, Prof^ª. Dra. Silvia Botelho e a Mestranda Lilian Gonçalves Braz, através do telefone 3233.6674 CEAMECIM/FURG.

Verificação do Consentimento.

Declaro que li ou leram para mim o consentimento acima e autorizo a realização da pesquisa.

Diretor

Pesquisadora

ANEXO D- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - ALUNOS



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Avenida Itália, km 8 - RIO GRANDE /RS - 96201-900 - FONE (53) 3233 6674.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Objetivos do projeto: Potencializar a criatividade e a socialização em um conjunto de práticas para trabalhar robótica educacional em diferentes realidades.

Informações gerais:

- ✓ *Você está sendo convidada(o) para participar da coleta de dados para fins de dissertação do mestrado que será realizada na Colégio Salesiano Leão XIII.*
- ✓ *Para melhor compreensão das informações, os encontros serão filmados e gravados e as produções (textos, desenhos, falas, cartazes) fotocopiadas.*
- ✓ *A sua participação nos encontros é muito importante, os dados coletados serão utilizados somente para fins da pesquisa.*
- ✓ *Esse trabalho faz parte do projeto de pesquisa para a dissertação da mestranda Lilian Gonçalves Braz, do Pós Graduação: Química da Vida e Saúde*
- ✓ *Caso você deseje obter alguma informação relacionada a esta pesquisa, contate a orientadora Prof^a. Dr^a. Silvia Botelho, através do telefone 3233-6674 (FURG).*
- ✓ *Sua participação é voluntária, e você pode recusar-se a responder qualquer pergunta.*

VERIFICAÇÃO DO CONSENTIMENTO

Declaro que li o termo de consentimento acima e aceito participar da pesquisa.

Assinatura do/a participante

Assinatura da Pesquisadora